

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA SATURAÇÃO
DE FRUTAS COM AÇÚCARES

ALDONIR BARREIRA BILHALVA
ENGENHEIRO AGRÔNOMO

ORIENTADOR:
PROF. DR. ROBERTO HERMÍNIO MORETTI

TESE APRESENTADA À FACULDADE DE TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, PARA OB
TENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS.

- 1976 -

7-140

UNICAMP BIBLIOTECA CENTRAL

COM MUITO CARINHO À

MINHA ESPOSA

CLEUZA

E FILHO

ALEXANDRE

CONTEÚDO

	página
ÍNDICE DE QUADROS	I
ÍNDICE DE FIGURAS	III
RESUMO	VI
SUMMARY	VIII
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DA LITERATURA	03
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Material	11
3.1.1. Frutas	11
3.1.2. Açúcares	11
3.1.3. Reagentes	11
3.1.4. Aparelhos e Equipamentos	11
3.2. Métodos	12
3.2.1. Preparação das frutas	12
3.2.1.1. Cidra	12
3.2.1.2. Abóbora	12
3.2.2. Preparação dos xaropes	12
3.2.3. Remoção do sal	12
3.2.4. Processo de saturação das frutas com açúcares	13
3.2.4.1. Cidra	13
3.2.4.2. Abóbora	13
3.2.5. Variáveis que afetam o processo de sa- turação das frutas com açúcares	13
3.2.5.1. Efeito da temperatura	13

3.2.5.2. Efeito do pré-congelamento	14
3.2.5.3. Efeito do cálcio	14
3.2.5.4. Efeito da composição do xarope	14
3.2.5.5. Efeito do tamanho da fruta	14
3.2.6. Análises Químicas e Físicas	15
3.2.6.1. Sólidos solúveis	15
3.2.6.2. Açúcares totais e redutores	15
3.2.6.3. pH	15
3.2.6.4. Viscosidade	15
3.2.6.5. Volume aparente	16
3.2.6.6. Volume real	16
3.2.6.7. Peso específico	16
3.2.6.8. Rendimento	16
3.2.7. Avaliação sensorial	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1. Remoção do sal	18
4.2. Variáveis que afetam o processo de saturação das frutas com açúcares	18
4.2.1. Efeito da temperatura	18
4.2.2. Efeito do pré-congelamento	20
4.2.3. Efeito do cálcio	21
4.2.4. Efeito da composição do xarope	21
4.2.5. Efeito do tamanho da fruta	23
4.3. Análises Químicas e Físicas	23
4.3.1. Açúcares Totais e Redutores	23
4.3.2. pH	24
4.3.3. Viscosidade	25
4.4. Avaliação sensorial	26

5. CONCLUSÕES	65
6. BIBLIOGRAFIA	67
AGRADECIMENTOS	70

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro Nº		página
01	Remoção do sal na cidra com água a 50°C	28
02	Análise de açúcares totais e redutores do xarope contendo açúcar invertido	29
03	Análise de açúcares totais e redutores do xarope contendo glucose de milho	30
04	Análise de açúcares totais e redutores da abóbora e da cidra	31
05	Análise de açúcares totais e redutores da abóbora e da cidra	32
06	Viscosidade do xarope contendo açúcar invertido à temperatura de 48°C	33
07	Viscosidade do xarope contendo açúcar invertido à temperatura de 68°C	34
08	Viscosidade do xarope contendo glucose de milho à temperatura de 48°C	35
09	Viscosidade do xarope contendo glucose de milho à temperatura de 68°C	36
10	Avaliação sensorial da cidra saturada com açúcares - Apreciação da aparência geral, da doçura e da textura. Valores de uma escala de 1 a 9	37

- II Avaliação sensorial da abóbora saturada
com açúcares - Apreciação da aparência
geral, da doçura e da textura. Valores
de uma escala de 1 a 9

38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº		página
01	Esquema da saturação das frutas com açúcares em um sistema de concentração contínua do xarope, sob vácuo	39
02	Formulário utilizado na Avaliação Sensorial	40
03	Efeito da temperatura no rendimento da <u>ci</u> dra saturada com açúcares	41
04	Efeito da temperatura no volume da <u>ci</u> dra saturada com açúcares	42
05	Efeito da temperatura no peso específico da <u>ci</u> dra saturada com açúcares	43
06	Efeito da temperatura no rendimento da abóbora saturada com açúcares	44
07	Efeito da temperatura no volume da abóbora saturada com açúcares	45
08	Efeito da temperatura no peso específico da abóbora saturada com açúcares	46
09	Efeito da temperatura no rendimento da <u>ci</u> dra saturada com açúcares	47
10	Efeito do pré-congelamento no volume da <u>ci</u> dra saturada com açúcares	48

11	Efeito do pré-congelamento no peso especí <u>f</u> ico da cidra saturada com açúcares	49
12	Efeito do pré-congelamento no rendimento da abóbora saturada com açúcares	50
13	Efeito do pré-congelamento no volume da abóbora saturada com açúcares	51
14	Efeito do pré-congelamento no peso especí <u>f</u> ico da abóbora saturada com açúcares	52
15	Efeito do cálcio no rendimento da cidra saturada com açúcares	53
16	Efeito do cálcio no volume da cidra satu <u>r</u> ada com açúcares	54
17	Efeito do cálcio no peso específico da ci <u>d</u> ra saturada com açúcares	55
18	Efeito do cálcio no rendimento da abóbora saturada com açúcares	56
19	Efeito do cálcio no volume da abóbora sa <u>t</u> urada com açúcares	57
20	Efeito do cálcio no peso específico da abóbora saturada com açúcares	58
21	Efeito da composição do xarope no rendi <u>m</u> ento da cidra saturada com açúcares	59
22	Efeito da composição do xarope no volume da cidra saturada com açúcares	60
23	Efeito da composição do xarope no peso es <u>s</u>	

	pecífico da cidra saturada com açúcares	61
24	Efeito da composição do xarope no rendimento da abóbora saturada com açúcares	62
25	Efeito da composição do xarope no volume da abóbora saturada com açúcares	63
26	Efeito da composição do xarope no peso específico da abóbora saturada com açúcares	64

RESUMO

Foi efetuada a saturação de abóbora e casca de cidra com vários açúcares, num sistema de concentração contínua do xarope, empregando-se um evaporador que trabalha sob vácuo. Estudou-se a influência de diferentes variáveis, tais como composição do xarope, uso de cloreto de cálcio, temperatura de evaporação, pré-congelamento e tamanho de cubos de fruta.

Os efeitos das diferentes variáveis foram estimados pela determinação do volume aparente, peso específico e rendimento de saturação (relação entre o peso final das frutas saturadas com açúcares e peso inicial).

Foram analisadas também a composição em açúcares dos xaropes e das frutas, a viscosidade dos xaropes, além da avaliação sensorial da textura, doçura e aparência geral dos produtos finais obtidos.

Verificou-se que a saturação das frutas com xarope, contendo açúcar invertido, resultou em rendimento levemente superior à saturação com xarope de glucose de milho. Entretanto, a aparência geral e a doçura da fruta, tratada com glucose de milho, mostraram-se superiores, e a hidrólise de açúcares foi menor.

Estudou-se o efeito do CaCl_2 como agente mantenedor da estrutura da fruta durante o processamento, constatando-se que, para a abóbora, a sua presença mantém a estrutura e também melhora a textura, mas resulta numa diminuição do rendimento.

to. Para a cidra os resultados foram similares, mas com dife
renças menores.

Saturações conduzidas nas temperaturas de 40 - 48° C e 60 - 68° C respectivamente, demonstraram que os melhores re
sultados foram a 60 - 68° C (25,5 psi e 21 psi de vácuo respec
tivamente).

Para a fruta que sofreu congelação lenta antes da sa
turação, encontrou-se um aumento de até 75% no rendimento no caso da abóbora e até 18% para a cidra, notando-se, no primei
ro caso, que a textura ficou muito macia.

O tamanho da fruta influenciou no rendimento, volume apa
rente e peso específico. Observou-se que, quanto menor é o ta
manho da fruta, maior é o rendimento; verificou-se também que o volume aparente e peso específico do produto final foram in
versamente proporcionais ao tamanho da fruta.

A viscosidade dos xaropes aumentou durante o proces
samento das frutas, diminuindo, dessa maneira, a chance de rea
proveitamento dos mesmos.

SUMMARY

A saturation of citron peels and pumpkin with various sugars in a system of continuous concentration of syrup was carried out employing a vacuum evaporator.

The influence of different variables such as composition of the syrup, addition of CaCl_2 , saturation temperature, pre-freezing and size of fruit cubes was studied.

The effects of the above mentioned variables were determined by measuring the apparent volume, specific weight and the saturation yield expressed as the ratio of the weights of candied and original fruit .

Determinations were made of the sugar composition of fruits and syrup and of syrup viscosity, followed by sensory evaluation of texture, sweetness and general appearance of final products.

It was found that the use of inverted sugar resulted in a slightly higher yield than the use of corn glucose. However the general appearance and sweetness of the fruit treated with corn glucose were superior, and there occurred less sugar hydrolysis.

The effect of CaCl_2 as an agent for retaining fruit structure during processing was also studied. It was found that the addition of CaCl_2 helped to maintain the structure and also improved the texture of the pumpkin but diminished the yield. For citron the results were similars, but the

differences were smaller.

Saturation conducted at temperatures of 40-48°C and 60-68°C respectively demonstrated that better results were obtained at 60-68°C.

There was a yield increase up to 75% for pumpkin and up to 18% for citron when the fruit was subjected to slow freezing before saturation the pumpkin showing a very soft texture under these conditions.

The fruit size influenced the yield, apparent volume and specific weight. The smaller the size of the fruit, the higher was the yield. The apparent volume and the specific weight of the final product were inversely proportional to the fruit size.

The viscosity of the syrups increased during the processing reducing the possibility of their recycling.

I. INTRODUÇÃO

O objetivo do processo de saturação com açúcares, in dependentemente do método usado, é a substituição gradual da umidade dos tecidos da fruta por soluções de açúcar, para obter um produto de aparência atrativa e capaz de suportar o ar-mazenamento em condições ambientes sem sofrer deterioração. A maioria das frutas podem ser conservadas dessa maneira. Além de frutas, algumas pétalas de flores (rosa e violeta) são saturadas de açúcar, para serem usadas como decoração em confeitaria Penny (20). Certas hortaliças saturadas com açúcar, como cenoura, são usadas para fins medicinais na Índia.

Nos últimos anos, a tecnologia moderna tem procurado explicar cientificamente a maioria dos truques e fórmulas secretas antigamente usadas pelos artesões, tentando obter um melhor conhecimento dos processos envolvidos. Isso tem reduzido e evitado erros, que, no passado, causaram importantes perdas financeiras, e aumentado a produção através da mecanização, tornando o produto disponível a um maior número de pessoas e a preços mais acessíveis.

Normalmente, uma grande parte da produção de frutas é perdida, porque a colheita ocorre em poucos meses do ano, e as indústrias não conseguem absorver tudo. A saturação de frutas com açúcares é uma das alternativas que pode reduzir essas perdas, porque a fruta pode ser conservada temporariamente antes de ser processada, o que não é viável para outros métodos de conservação.

As frutas saturadas com açúcares, possuem grande aplicação na fabricação de sorvetes, iogurte, chocolates, balas, panetones, bolos e confeitaria em geral. No Brasil, podemos citar, como consumidores desse produto, a Kibon, Gelato, Nestlé, Lacta, Bauducco e Visconti.

Existe, em nosso país, apenas uma indústria nesse ramo, em São Roque - SP, que, na safra 1973/74, produziu cerca de 1.500 toneladas de frutas saturadas com açúcares. Além dessa indústria, encontramos outras que utilizam o processo caseiro, que não conseguem um produto de boa qualidade e não se adaptam a produção em larga escala.

O presente trabalho teve os seguintes objetivos principais: 1) conseguir processos que reduzam o tempo de saturação com açúcares; 2) estudar os rendimentos de saturação (Relação peso final das frutas saturadas com açúcares e peso inicial); 3) desenvolver técnicas de processamento que resultem na obtenção de produtos finais com máxima retenção de aromas e sabores das frutas originais; 4) estudar técnicas que proporcionem um material que mantenha sua estrutura durante o processo de saturação.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Origem das frutas saturadas com açúcares

De acordo com Grosso (10), a origem das frutas saturadas com açúcares provavelmente encontra-se na China e Extremo Oriente, onde as frutas eram conservadas em açúcar, para serem consumidas nas épocas de entre-safra. Os romanos conservavam figos em mel e pêssegos em mel e vinho doce. Esse trabalho era efetuado por artesões que possuíam seus truques e fórmulas secretas.

2.2. Principais métodos de saturação de frutas com açúcares

O método tradicional de saturação com açúcares consiste na imersão da fruta em xaropes preparados pela mistura de açúcares.

Muitos métodos foram desenvolvidos, tentando, principalmente, diminuir o tempo de processamento, melhorar a qualidade do produto final e tornar a produção contínua.

MacGregor e cols. (16) descreveram um processo no qual a concentração do xarope foi efetuada à velocidade de 8° Brix por dia até a concentração final de 72° Brix.

Ramachandra e cols. (21) desenvolveram um método onde a concentração do xarope é efetuada no próprio equipamento de saturação das frutas numa velocidade de 1° Brix por hora.

Brown (3), trabalhando com gengibre, estudou sistemas contendo 3 e 6 tanques em série, observando que, para o

processamento em 6 dias, à pressão normal, o sistema de 3 tanques foi o mais adequado.

Cancel e cols. (6) projetaram um sistema que concentra o xarope pelo uso de uma corrente de ar aquecido que é forçada através do mesmo. Com esse procedimento, conseguiram a saturação das cascas cítricas em cubos, num período de 72 horas.

No processo descrito por Cruess (9) e Grosso (10), o xarope é concentrado continuamente sob vácuo. Essa técnica é a base de alguns métodos comerciais como Donachi Defrano e D.M.C. De Carle & Montanari. Entre as vantagens desse processo a vácuo, destacam-se a rápida produção, pouca degradação de açúcares e baixo custo operacional.

2.3. Alguns fatores que afetam o processo de saturação das frutas com açúcares

2.3.1. Conservação temporária das frutas

Antes da saturação das frutas com açúcares, as mesmas podem ser conservadas temporariamente em soluções contendo cloreto de sódio, dióxido de enxofre, sais de cálcio ou combinações desses tipos de soluções.

Segundo Williams (23) e Harvey (12), muitas vezes, nos países produtores de frutas como a Itália, os agricultores acondicionam as frutas em barris de carvalho, contendo água do mar mais sal, antes de enviarem para as indústrias, existentes nos arredores, ou, até mesmo, exportando para a saturação com açúcares em outros países. Quanto à concentração inicial do sal, Williams (23) recomendou 15% para qualquer tipo de salmou

ra. Harvey (12) considerou 20% como concentração mínima da salmoura para conservação temporária das cascas cítricas.

Segundo Grosso (10), para frutas contendo muita celulose ou ceras na superfície, deve-se iniciar com salmoura diluída (aproximadamente 8%), para permitir uma fermentação controlada e amaciar a fruta. Depois a concentração de sal é aumentada gradualmente, para evitar a deterioração. Quando se utilizam frutas muito macias como melão, devemos aplicar salmoura concentrada ou, até mesmo, sal puro para a conservação temporária, até o momento da saturação com açúcares. Algumas horas antes do processamento com açúcares, pode-se permitir uma pequena fermentação.

De acordo com Grosso (10), a conservação temporária das frutas torna possível o trabalho durante todo o ano e também permite que se efetuem certas transformações que facilitam a posterior penetração dos açúcares. A pectina, durante o processo de saturação com açúcares pode formar geléia na superfície da fruta e dificultar as trocas com as porções internas dos tecidos da mesma. Durante o período de conservação temporária, as enzimas modificam a estrutura da pectina, evitando esse problema.

Matz (18) descreve 2 tipos de enzimas que são, particularmente, importantes na ação sobre as substâncias pécticas. A pectinesterase que cataliza a remoção dos grupos metoxilas da molécula de pectina e a Poligalacturonase que hidrolisa as ligações glicosídicas existentes entre as unidades de ácido galacturônico.

Mochizuki e cols. (19) concluíram que, tratando-se frutas como cereja, damasco e ameixa, com uma solução enzimática produzida por Aspergillus niger, o tempo de saturação com açúcares é diminuído. Essa solução é constituída principalmente por poligalacturonase, celulase e protease.

Segundo Grosso (10), quando se usam soluções com dióxido de enxofre para a conservação temporária das frutas, e as mesmas vão sofrer a adição de corantes, o dióxido de enxofre deve ser reduzido para menos de 10 p.p.m. Caso contrário, haverá interferência no processo de coloração.

2.3.2. Temperatura

A temperatura pode ser aumentada, para acelerar a penetração dos açúcares na fruta. Ao mesmo tempo, a viscosidade do xarope diminui. Entretanto, se aplicarmos indiscriminadamente altas temperaturas, teremos muita inversão da sacarose e caramelização, ambos indesejáveis.

De acordo com Harvey (11), qualitativamente, não houve diferença entre fruta saturada com açúcares à temperatura ambiente ou à ebulição. Entretanto, quantitativamente, o uso de maiores temperaturas resultou em intercâmbio mais rápido do açúcar e da água entre o xarope e a fruta.

Brown (4) verificou que podem ser usadas temperaturas até 55°C para a saturação de gengibre, sem haver grande inversão da sacarose.

Atkinson (2) conclui que, para a cereja, 60°C é a temperatura máxima que pode ser utilizada na saturação com açúcar.

cares, para não haver muita caramelização.

2.3.3. Pré-congelamento

MacGregor e cols. (16) observaram que o pré-congelamento de cereja e ameixa resultou em aumento da velocidade de penetração dos açúcares nos tecidos da fruta e, portanto, em diminuição do tempo necessário para a saturação.

2.3.4. Cálcio

Certas frutas, durante a saturação com açúcares, perdem a forma, ficando, muitas vezes, desmanchadas.

Grosso (10) cita o uso de solução saturada de Ca(OH)_2 , onde se coloca abóbora em pedaços antes do processamento com açúcares, até que haja a formação de camada endurecida de, pelo menos, 5 mm.

Pode-se usar também sais de cálcio nas soluções para conservação temporária das frutas Williams (23), MacGregor e cols. (16) e Grosso (10).

2.3.5. Composição dos xaropes

Mataloni (17) atribui, como importante progresso efetuado na ciência de saturação de frutas com açúcares, o descobrimento dos xaropes de glucose no fim do séc. XIX e o consequente controle da cristalização da sacarose. Se desejarmos evitar fermentações nos produtos finais e protegê-los da ação microbiana, pelo uso de açúcares, necessitamos utilizar outro açúcar além da sacarose, porque ela possui seu limite de solubilidade em torno de 67%. Pela mistura da sacarose com glucose

ou açúcar invertido, há um aumento na solubilidade, conseguindo-se atingir concentrações seguras para a conservação do produto em condições ambiente, sem problema de cristalização de açúcares.

Leonard e cols. (15) observaram que pêssago enlatado com xarope de sacarose a 40° Brix aumentou o "peso drenado" após o equilíbrio entre a concentração do xarope e sólidos solúveis da fruta.

Hughes e cols. (13), estudando a penetração de açúcares em pêssago, determinaram que a absorção dos mesmos pela parede celular ocorre pela formação de um gradiente de concentração.

Sterling (22) estabeleceu que esse comportamento de pêssago em xarope era típico para todas as frutas.

Segundo Grosso (10), a pressão osmótica, exercida pelos açúcares individualmente, afeta a absorção dos mesmos pela fruta durante o processamento. Entretanto Sterling (22) registrou que o calor aplicado durante a saturação cessa a pressão osmótica, porque a permeabilidade seletiva das membranas protoplasmáticas é perdida.

De acordo com Harvey (12) e Brown (5), apenas a difusão governa a transferência da água da fruta e sua substituição pelo xarope.

Muitos estudos têm sido feitos, para definir os limites do conteúdo de xarope de glucose ou de açúcar invertido nos xaropes para saturação de frutas. Cruess (9) estabeleceu

que o açúcar invertido e a glucose devem estar presentes no xarope em quantidade suficiente, para evitar a cristalização da sacarose. Para Atkinson (2), 40% de açúcares redutores é que o xarope deve conter, enquanto Brown (4) cita 25%, e Grosso (10), 35%.

De acordo com Grosso (10), os xaropes utilizados durante o processo de saturação de frutas com açúcares devem possuir as seguintes características principais:

A. em primeiro lugar, eles devem permanecer límpidos e transparentes, sem tendência à cristalização, mesmo nas mais altas concentrações que devem ser alcançadas nos estágios finais, em torno de 75° a 78° Brix;

B. a estabilidade de cor deve ser a mais alta possível, para evitar o escurecimento da fruta e do próprio xarope;

C. eles devem ser preparados com açúcares facilmente solúveis, para economizar tempo e trabalho;

D. eles devem possuir doçura adequada, não devendo ser excessivamente doces, porque mascaram o aroma e sabor natural da fruta, além de resultarem em produtos enjoativos, devido ao excesso de doçura.

2.3.6. Tamanho dos pedaços das frutas

O corte da fruta, antes da saturação com açúcares, é uma operação muito vantajosa, pois, assim, estamos aumentando grandemente a superfície de contato para o intercâmbio da água e açúcares. A desvantagem que pode apresentar a subdivisão da fruta é a perda considerável na forma de finas partículas que

tendam a ser produzidas Harvey (12).

Além do corte, para aumentar a superfície de contato com o xarope, podemos perfurar a superfície da fruta com agulhas de aço inoxidável. Para frutas como pêssago e pera, podemos efetuar essa operação usando um dispositivo constituído por uma série de agulhas colocadas num pedaço de cortiça ou madeira Grosso (10).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Frutas

Os produtos utilizados para os estudos foram abóbora e casca de cidra. As frutas foram adquiridas na Central de Abastecimento de Campinas S.A. (CEASA).

3.1.2. Açúcares

Utilizaram-se 3 tipos de açúcares para o preparo dos xaropes: sacarose (Açúcar União), Gludex (Açúcar Invertido, produzido pela Usina São Luiz - Pirassununga - SP) e glucose de milho (Buffalo nº 9 da Refinações de Milho Brasil).

3.1.3. Reagentes

Todos os reagentes utilizados para as análises foram quimicamente puros (p.a.) e de diversas procedências (Merck, Ecibra, Carlo Erba, etc.).

3.1.4. Aparelhos e Equipamentos

Além da vidraria e utensílios comuns de laboratório (pipetas, buretas, termômetros, balões volumétricos, balança analítica, estufa, dessecador, etc.) utilizaram-se os seguintes equipamentos e aparelhos específicos:

potenciômetro H-5 Horiba;
viscosímetro Cannon-Fenske;
banho-maria, modelo Blue M;

evaporador, projetado por MORETTI R.H. e
BILHALVA A.B. conforme a figura nº 01;
congelador comercial;
gaiolas de fio de alumínio e tela de nylon medindo
5 cm x 5 cm x 5 cm;
refrigerador;
máquina cortadeira de frutas Urschell;
refratômetro Zeiss.

3.2. Métodos

3.2.1. Preparação das frutas

3.2.1.1. Cidra

Após uma rápida lavagem, a casca foi retirada e cor
tada em cubos de, aproximadamente, 4, 8 e 11 mm de lado. Esse
material foi mantido em salmoura, a 13%, durante 3 meses.

3.2.1.2. Abóbora

Foi lavada, descascada e separadas as sementes. A se
guir, foi cortada em cubos de, aproximadamente, 5, 10 e 13 mm
de lado.

3.2.2. Preparação dos xaropes

Foram utilizados 2 tipos de xaropes. Um deles, con
tendo, aproximadamente, 35% de açúcares redutores, preparado
com Gludex, e o outro preparado com 60% de sacarose e 40% de
glucose de milho.

3.2.3. Remoção do sal

Para o processamento com açúcares, o sal foi retira

do da cidra por repetidas lavagens com água a 50°C. Utilizou-se 400 g de fruta e a quantidade de água foi, aproximadamente, 3 vezes o peso das frutas. A água era trocada em intervalos de 30 minutos, até o momento de não mais ser notada a presença do sal por análise degustativa.

3.2.4. Processo de saturação das frutas com açúcares

3.2.4.1. Cidra

O material, na forma de cubos, foi colocado em água fervente até o seu amaciamento. Depois de esfriar, o mesmo foi colocado no evaporador, usando-se 750 g de frutas e 1.500 g de xarope a 30° Brix. Logo após, o sistema foi fechado, ligando-se a bomba de vácuo e a fonte de aquecimento. O xarope foi concentrado continuamente durante 16 horas. À medida que o volume do sistema diminuía, aproximadamente uns 10%, era alimentado com xarope a 40° Brix, a fim de manter o volume inicial. A concentração final do xarope foi, aproximadamente, 78° Brix.

3.2.4.2. Abóbora

O procedimento foi o mesmo descrito em 3.2.4.1, exceto que o xarope inicial foi de 40° Brix.

3.2.5. Variáveis que afetam o processo de saturação das frutas com açúcares

3.2.5.1. Efeito da temperatura

Para se determinar o efeito da temperatura, no processo de saturação das frutas com açúcares, foram estudadas duas temperaturas durante a concentração do xarope. Regulando

se o vácuo no evaporador, ajustou-se a temperatura inicial de ebulição para 40° C e 60° C com vácuo de 25,5 psi e 21 psi, respectivamente.

3.2.5.2. Efeito do pré-congelamento

Para se determinar o efeito do pré-congelamento, no processo de saturação das frutas com açúcares, metade do lote das frutas a serem processadas foi colocada em congelador, antes de ser tratada com o xarope.

3.2.5.3. Efeito do cálcio

Para se determinar o efeito do cálcio, no processo de saturação das frutas com açúcares, foram testadas a saturação de frutas na ausência de cálcio e na presença do mesmo. Para o tratamento com cálcio, foi utilizado 0,2% de cloreto de cálcio na água do branqueamento e 0,2% no xarope inicial.

3.2.5.4. Efeito da composição do xarope

Para se determinar o efeito da composição do xarope, no processo de saturação das frutas com açúcares, foram testados dos 2 tipos de xaropes, um com açúcar invertido, contendo, aproximadamente, 35% de açúcares redutores, e o outro com 60% de sacarose e 40% de glucose de milho.

3.2.5.5. Efeito do tamanho da fruta

Para se determinar o efeito do tamanho da fruta, no processo de saturação da mesma com açúcares, foram testados 3 tamanhos de fruta na forma de cubo: 4, 8 e 11 mm para cidra e 5, 10 e 13 mm para abóbora. Cada tamanho de cubo foi colocado

em uma gaiola de nylon, a fim de ter os 3 tamanhos isoladamente, nas mesmas condições de concentração.

3.2.6. Análises Químicas e Físicas

Nas frutas e nos xaropes utilizados foram feitas, em duplicatas ou triplicatas, as análises que se seguem, cujos valores médios estão representados em quadros e figuras na apresentação dos resultados.

3.2.6.1. Sólidos solúveis

Para controle da concentração inicial e final dos xaropes, utilizou-se refratômetro de laboratório. As leituras obtidas foram corrigidas para 20°C, quando a temperatura, no momento da análise fosse, diferente dessa.

3.2.6.2. Açúcares totais e redutores

Utilizou-se o método descrito em A.O.A.C. (1). As análises das frutas foram feitas a partir de amostras de 50g conforme Grosso (10).

3.2.6.3. pH

O pH dos xaropes foi determinado diretamente na amostra, fazendo-se a leitura em potenciômetro Horiba, aferido com as soluções tampões, pH = 4,0 e pH = 7,0.

3.2.6.4. Viscosidade

Determinou-se, segundo Cannon (7), utilizando-se o viscosímetro Cannon-Fenske (8) para líquidos opacos e transparentes. O viscosímetro foi mergulhado em banho-maria com paredes transparentes, a fim de se obter a temperatura desejada, pa

ra aferir a viscosidade. Utilizaram-se 48°C e 68°C, porque estas foram as temperaturas observadas no final da concentração dos xaropes.

3.2.6.5. Volume aparente

Foi determinado, colocando-se a amostra diretamente numa proveta de 250 ml e fazendo-se a leitura do volume ocupado pela mesma. Antes da saturação com açúcares, cada amostra analisada tinha 80 g. Após a saturação, o peso das amostras variou de acordo com a eficiência de saturação em cada tratamento.

3.2.6.6. Volume real

Foi determinado, colocando-se a amostra em proveta de 250 ml, contendo 100 ml de água destilada, fazendo-se a leitura do volume deslocado pela amostra. Os pesos foram os mesmos utilizados para a determinação do volume aparente.

3.2.6.7. Peso específico

Foi obtido pela divisão do peso das amostras pelo volume real correspondente.

3.2.6.8. Rendimento

O rendimento das frutas saturadas com açúcares foi obtido pela relação entre o peso antes e depois da saturação, expressa em percentagem.

3.2.7. Avaliação sensorial

Foi realizada uma avaliação sensorial, para estimar os seguintes fatores: aparência geral, doçura e textura. O método utilizado foi o da escala hedônica de acordo com I.F.T.

(14) realizado com o auxílio do formulário reproduzido na fi gura nº 02 para aparência geral, sendo que, para os outros fa tores, usaram-se termos semelhantes. Para avaliar a aparência geral, considerou-se a conservabilidade da cor natural e da forma original, o brilho e a transparência da fruta. A um grupo de 8 provadores, previamente selecionados, foram apresentadas 16 amostras de, aproximadamente, 10 gramas (cada uma cor respondendo a um tratamento e designadas por números), colocadas ao acaso sobre uma bandeja. O teste foi efetuado com duas repetições. A avaliação foi feita separadamente para cada um dos fatores estudados, nas condições ambientes e sob luz natural. A cada impressão relacionada no formulário utilizado foi associado um valor de 1 (mínimo) a 9 (máximo).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Remoção do sal

No quadro nº 01, são apresentados os resultados da remoção do sal que foi utilizado para a conservação temporária da cidra.

O método utilizado foi o descrito em 3.2.3.

Como se pode observar, no quadro nº 01, há uma relação direta entre o tamanho da fruta e o tempo necessário para a retirada do sal, pois, à medida que se diminui o tamanho da fruta, menor é o tempo necessário para sua eliminação. Para cubos de 4 mm, após 60 minutos, não se nota mais a presença de sal.

4.2. Variáveis que afetam o processo de saturação das frutas com açúcares

Utilizando-se o método descrito em 3.2.4. e análises dos itens 3.2.6.5. a 3.2.6.8., foram analisados os efeitos das variáveis enumeradas nos itens 3.2.5.1. a 3.2.5.5., que afetam o processo de saturação com açúcares.

4.2.1. Efeito da temperatura

Nas figuras nºs. 03, 04 e 05, são apresentados, respectivamente, os resultados do rendimento, volume e peso específico da cidra e, nas figuras nºs. 06, 07 e 08, o rendimento, volume e peso específico da abóbora saturada com açúcares, nas temperaturas de 40 - 48°C e 60 - 68°C.

Ao estudar o efeito da temperatura sobre o rendimento da cidra saturada com açúcares, ilustrado pela figura nº 03, pode-se observar que existe uma relação direta, pois um aumento na temperatura produz um aumento no rendimento. A mesma observação é válida, analisando-se a figura nº 06, sobre o efeito da temperatura no rendimento da abóbora saturada com açúcares. Assim, isso estaria em concordância com Harvey (11), que observou haver maior rendimento, quando foram utilizadas temperaturas altas na saturação com açúcares.

Ao estudar o efeito da temperatura sobre o volume aparente da cidra saturada com açúcares, que é ilustrado pela figura nº 04, verifica-se que, utilizando baixa temperatura (temperatura de 40 - 48°C), há maior redução do volume inicial da fruta do que utilizando temperatura de 60 - 68°C. Pode-se observar o mesmo, ao analisar a figura nº 07 sobre o efeito da temperatura no volume da abóbora saturada com açúcares.

Ao analisar o efeito da temperatura sobre o peso específico da cidra saturada com açúcares, conforme a figura nº 05, observa-se que a fruta, saturada à temperatura de 60 - 68°C, apresenta maior peso específico do que à temperatura de 40 - 48°C. O mesmo comportamento é observado na figura nº 08 sobre o efeito da temperatura no peso específico da abóbora saturada com açúcares.

Observando-se os dados de rendimento, volume aparente e peso específico, em todos os casos, quando se utiliza temperatura de concentração de 60 - 68°C, os resultados são melhores. Aumentando-se a temperatura, diminui-se a viscosidade dos

xaropes, e o intercâmbio com a fruta se efetua mais rapidamente. Entretanto, se forem utilizadas temperaturas próximas à de ebulição, poderá ocorrer perda do sabor e aroma e reações de escurecimento dos açúcares, como caramelização e reação de Maillard.

4.2.2. Efeito do pré-congelamento

O efeito do pré-congelamento, sobre o rendimento, volume aparente e peso específico, está apresentado nas figuras n^{os}. 09, 10 e 11 para a cidra e figuras n^{os}. 12, 13 e 14 para a abóbora, respectivamente.

Nas figuras n^{os}. 09 e 12, pode-se observar que o pré-congelamento da fruta aumenta o rendimento na saturação com açúcares. Para a cidra, o aumento de rendimento pelo pré-congelamento é cerca de 15% e, para a abóbora, atinge até 75%.

Nas figuras n^{os}. 10 e 13, verifica-se que o pré-congelamento aumenta também o volume aparente das frutas saturadas com açúcares.

Esses resultados estão em concordância com os trabalhos de MacGregor e cols. (16) que realizaram ensaios com cereja e ameixa, para verificarem os efeitos do pré-congelamento. Segundo esses autores, o congelamento lento provoca a formação de grandes cristais de gelo, que rompem os tecidos, dando origem a canalículos que facilitam a penetração dos açúcares. Isso influi no rendimento e também na conservação ou aumento do volume inicial das frutas.

Ao analisar as figuras n^{os}. 11 e 14, nota-se que o

peso específico sofre um acréscimo, quando se utiliza o pré congelamento das frutas.

4.2.3. Efeito do cálcio

Nas figuras nºs. 15, 16 e 17 para a cidra e 18, 19 e 20 para a abóbora, são apresentados os resultados do rendimento, volume aparente e peso específico, respectivamente, para a saturação com açúcares com e sem adição de cálcio.

Como se pode observar nas figuras nºs. 15 e 18, a presença de cálcio diminui o rendimento das frutas saturadas com açúcares.

Pelo exame das figuras nºs. 16 e 19, pode-se notar que a presença de cálcio diminui também o volume aparente da fruta saturada com açúcares.

Nas figuras nºs. 17 e 20, observa-se que o cálcio , quando presente, da mesma forma que nos casos anteriores, provoca uma diminuição no peso específico do produto final.

O cálcio deve, provavelmente, formar pectato de cálcio, quando em contato com a pectina da fruta, que se encontra principalmente nos espaços intercelulares. Essa reação do cálcio com a pectina forma uma camada enrijecida na superfície da fruta, impermeabilizando os tecidos e reduzindo as trocas de massa, provocando diminuição no rendimento, pois a saída de água da fruta é maior do que a penetração de açúcar. Pela mesma razão, há também redução do volume da fruta.

4.2.4. Efeito da composição do xarope

O efeito da composição do xarope sobre o rendimento,

volume aparente e peso específico está apresentado nas figuras nºs. 21, 22 e 23 para a cidra e figuras nºs. 24, 25 e 26 para a abóbora, respectivamente.

Observando-se as figuras nºs. 21 e 24, nota-se que a saturação no xarope com açúcar invertido dá rendimento levemente superior ao obtido com glucose de milho.

Ao analisar as figuras nºs. 22 e 25, verifica-se também que existe pequena diferença de volume, quando a fruta é saturada em xarope com açúcar invertido ou com glucose de milho.

Pode-se notar também, pelo exame das figuras nºs. 23 e 26, que a influência do tipo de xarope, sobre o peso específico da fruta saturada com açúcares, é quase nula.

No xarope com açúcar invertido, estão presentes a glucose, frutose e sacarose. Esses açúcares, comparados com a glucose, maltose, dextrinas e polissacarídeos do xarope contendo glucose de milho, apresentam menor peso molecular e, por isso, possuem maior pressão osmótica e maior capacidade de penetração nos tecidos da fruta. Essa é a razão de se conseguir maiores rendimentos, quando se utiliza xarope, contendo açúcar invertido, para a saturação de frutas com açúcares.

Essas observações concordam com Grosso (10), que formula a hipótese de haver maior absorção dos açúcares de menor peso molecular, embora as diferenças observadas sejam muito pequenas.

4.2.5. Efeito do tamanho da fruta

Ao estudar o efeito do tamanho da fruta sobre o rendimento, pelo exame das figuras n^{os}. 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 e 24, deduz-se que existe uma relação inversamente proporcional entre os mesmos, pois se verifica que, à medida que aumenta o tamanho da fruta, diminui o rendimento.

Ao estudar o efeito do tamanho da fruta sobre o volume aparente, pela apreciação das figuras n^{os}. 04, 07, 10, 13, 16, 19, 22 e 25, e o efeito do tamanho da fruta sobre o peso específico, pelas figuras n^{os}. 05, 08, 11, 14, 17, 20, 23 e 26, pode-se verificar que são fatores inversamente proporcionais, pois o aumento do tamanho da fruta resulta numa diminuição do volume aparente final e também do peso específico.

Esses resultados estão de acordo com a maioria dos autores como Grosso (10) e Harvey (12) que citam a subdivisão da fruta como artifício, para acelerar a velocidade do processo de saturação com açúcares.

4.3. Análises Químicas e Físicas

4.3.1. Açúcares Totais e Redutores

A determinação dos açúcares totais e redutores foi realizada pelo método descrito em 3.2.6.2.

Ao interpretar os resultados dos quadros n^{os}. 02 e 03, pode-se observar que a concentração final, em açúcares totais, dos xaropes, utilizados na saturação das frutas, fica em torno de 78%. Quanto aos açúcares redutores, observa-se que, na temperatura de saturação de 40 - 48°C, no xarope contendo

açúcar invertido, há um acréscimo de, aproximadamente, 3%, en quanto no xarope, contendo glucose de milho, praticamente, não há variação. Na temperatura de saturação de 60 - 68°C, no xarope contendo açúcar invertido, os açúcares redutores umentaram, em média, 7% e, para o xarope contendo glucose de milho, apenas, 1%.

Examinando os quadros n^{os}. 04 e 05, onde são apresentadas as análises de açúcares nas frutas, observa-se que, na temperatura de saturação de 40 - 48°C, a cidra possui de 60 a 63% de açúcares totais nos 2 tipos de xaropes, e a abóbora, de 69 a 69,5%. Em açúcares redutores, a cidra tem de 31 a 32,7% , e a abóbora de 35 a 35,2% no xarope com açúcar invertido, considerando-se a temperatura de 40 - 48°C. Para o xarope com glucose de milho, essa variação, tanto na cidra como na abóbora, é insignificante. Na temperatura de saturação de 60 - 68°C, há um ligeiro aumento dos açúcares totais e redutores para a cidra e a abóbora nos 2 tipos de xaropes, em relação à temperatura de 40 - 48°C. Nota-se, ainda, que o aumento dos açúcares redutores é maior no xarope com açúcar invertido. Finalmente, pode-se dizer que, diminuindo o tamanho da fruta, aumenta a percentagem de açúcares totais e redutores.

Esses dados estão de acordo com os resultados, anteriormente discutidos, sobre rendimento e peso específico.

4.3.2. pH

Nos quadros n^{os}. 02 e 03, estão apresentados também os valores de pH dos xaropes. Observa-se que, tanto no xarope com açúcar invertido como no de glucose de milho, o pH manteveu

se constante durante o processamento das frutas, pois se trata de frutas de pH neutro e baixo poder tamponante, além de a cidra ter sido lixiviada pela salmoura e água.

4.3.3. Viscosidade

A viscosidade dos xaropes foi aferida de acordo com o método descrito em 3.2.6.4.

No quadro nº 06, pode-se notar que a viscosidade do xarope contendo açúcar invertido, à temperatura de 48°C, após a saturação das frutas, aumenta de 173,28 centistokes para 285,02 a 314,52 centistokes.

No quadro nº 07, observa-se que a viscosidade do xarope contendo açúcar invertido, à temperatura de 68°C, após a saturação das frutas, aumenta de 57,34 centistokes para 99,82 a 109,46 centistokes.

No quadro nº 08, verifica-se que a viscosidade do xarope contendo glucose de milho, à temperatura de 48°C, após a saturação das frutas, passa de 451,09 centistokes para 507,65 a 529,54 centistokes.

No quadro nº 09, nota-se que, à temperatura de 68°C, a variação da viscosidade é de 135,95 centistokes para 171,97 a 184,63 centistokes.

Desses resultados, deduz-se que há uma grande diminuição da viscosidade do meio, quando se utilizam temperaturas mais altas. Isso vai favorecer as trocas entre a fruta e o xarope circundante. Por outro lado, verifica-se que a viscosidade aumenta durante a concentração, o que dificulta a possibili

dade de reutilização do xarope, porque acarretará menores rendimentos.

Durante a fase de concentração, parte da pectina da fruta transfere-se para o xarope. Isso, provavelmente, explica o aumento da viscosidade dos xaropes utilizados na saturação das frutas com açúcares. O aumento da viscosidade provoca uma diminuição da turbulência causada pelo movimento de ebulição, dificultando as trocas entre o xarope e a fruta.

4.4. Avaliação sensorial

Utilizando-se o método descrito em 3.2.7, fez-se a avaliação sensorial da cidra e da abóbora saturadas com açúcares, analisando-se a aparência geral, a doçura e a textura. Nos quadros nºs. 10 e 11, são apresentados os resultados das análises efetuadas.

Apreciando-se o quadro nº 10, nota-se que a aparência geral da cidra, saturada em xarope com glucose de milho, é melhor do que a saturada em xarope com açúcar invertido. As análises químicas, apresentadas anteriormente, mostram também que o xarope com glucose de milho tem um comportamento mais eficiente para a saturação de frutas com açúcares. Quanto à doçura, observa-se que a cidra, saturada em xarope com açúcar invertido, é mais doce do que a saturada em xarope com glucose de milho. Isso se explica, provavelmente, porque, no açúcar invertido, está presente a frutose, que é mais doce do que os demais açúcares presentes. Pelos resultados referentes à textura, observa-se que não há diferenças apreciáveis entre os tratamentos estudados.

No quadro nº 11, estão apresentados os valores da avaliação sensorial da abóbora saturada com açúcares. A aparência geral da abóbora, saturada em xarope com glucose de milho, é bem melhor do que a saturada em xarope com açúcar invertido. Nota-se, também, que a aparência geral da abóbora, pré-congelada e que não sofre a adição de cálcio, é pobre. Isso se deve, provavelmente, ao fato de que o pré-congelamento provoca a ruptura dos tecidos, e, como a abóbora não apresenta estrutura, quando vai ao processamento, desmancha-se.

Pelos resultados de avaliação da doçura, observa-se que a abóbora, saturada em xarope com açúcar invertido, mostra-se mais doce que aquela saturada em xarope com glucose de milho.

Para a textura, a abóbora, pré-congelada sem adição de cálcio, mostra-se muito macia; a pré-congelada com adição de cálcio, macia; a sem pré-congelamento sem adição de cálcio, regularmente, macia, e a sem pré-congelamento com adição de cálcio, indiferente a, regularmente, dura.

QUADRO Nº 01. REMOÇÃO DO SAL NA CIDRA COM ÁGUA A 50°C.

Tempo (min.)	Tamanho da fruta em cubos		
	11 mm	8 mm	4 mm
0	+	+	+
30	+	+	+
60	+	+	-
90	+	+	
120	+	-	
150	+		
180	-		

+ presença de sal

- ausência de sal

QUADRO Nº 02. ANÁLISE DE AÇÚCARES TOTAIS E REDUTORES DO XAROPE CONTENDO AÇÚCAR INVERTIDO.

	Temperatura 1*		Temperatura 2**		pH
	Açúcares totais %	Açúcares redutores %	Açúcares totais %	Açúcares redutores %	
Xarope de saturação da cidra, sem cálcio, sem pré-congelamento	78,07	38,05	77,73	42,83	5,5
Xarope de saturação da cidra, com cálcio, sem pré-congelamento	78,34	38,62	78,11	42,70	5,5
Xarope de saturação da cidra, sem cálcio, pré-congelada	78,81	38,95	78,46	43,45	5,4
Xarope de saturação da cidra, com cálcio, pré-congelada	78,06	38,75	78,53	42,00	5,5
Xarope de saturação da abóbora, sem cálcio, sem pré-congelamento	78,75	39,04	78,24	43,45	5,5
Xarope de saturação da abóbora, com cálcio, sem pré-congelamento	78,41	39,53	78,15	41,25	5,4
Xarope de saturação da abóbora, sem cálcio, pré-congelada	78,18	38,55	77,83	42,45	5,5
Xarope de saturação da abóbora, com cálcio, pré-congelada	77,65	38,52	77,84	44,05	5,5
Xarope não utilizado na saturação das frutas com açúcares	77,48	35,60	77,48	35,60	5,5

* Temperatura de saturação 40 - 48°C

** Temperatura de saturação 60 - 68°C

QUADRO Nº 03. ANÁLISE DE AÇÚCARES TOTAIS E REDUTORES DO XAROPE CONTENDO GLUCOSE DE MILHO.

	Temperatura 1*			Temperatura 2**			pH
	Açúcares totais %	Glucose %	Malto %	Açúcares totais %	Glucose %	Malto %	
Xarope de saturação da cidra, sem cálcio, sem pré-congelamento	78,14	7,07	8,00	77,92	8,39	8,37	6,1
Xarope de saturação da cidra, com cálcio, sem pré-congelamento	78,43	7,19	8,06	77,66	8,43	8,38	6,2
Xarope de saturação da cidra, sem cálcio, pré-congelada	77,91	7,33	8,23	78,45	8,50	8,29	6,2
Xarope de saturação da cidra, com cálcio, pré-congelada	78,75	7,21	8,11	78,21	8,23	8,50	6,1
Xarope de saturação da abóbora, sem cálcio, sem pré-congelamento	78,61	7,14	7,98	78,19	8,28	8,37	6,1
Xarope de saturação da abóbora, com cálcio, sem pré-congelamento	77,53	7,16	8,03	78,14	8,22	8,29	6,2
Xarope de saturação da abóbora, sem cálcio, pré-congelada	78,10	7,12	8,06	77,67	8,41	8,26	6,2
Xarope de saturação da abóbora, com cálcio, pré-congelada	78,25	7,11	7,98	77,99	8,17	8,41	6,2
Xarope não utilizado na saturação das frutas com açúcares	77,50	7,00	7,96	77,50	7,00	7,96	6,2

* Temperatura de saturação 40 - 48°C

** Temperatura de saturação 60 - 68°C

QUADRO Nº 04. ANÁLISE DE AÇÚCARES TOTAIS E REDUTORES DA ABÓBORA E DA CIDRA *

Tamanho do cubo	Temperatura de Saturação 40-48°C		Temperatura de Saturação 60-68°C	
	Açúcares Totais %	Açúcares Redutores %	Açúcares Totais %	Açúcares Redutores %
A 13 mm	69,09	35,00	69,26	38,77
B				
C 10 mm	69,22	35,06	69,59	38,97
D				
E 5 mm	69,51	35,22	69,89	39,13
F				
G				
H 11 mm	60,27	31,11	62,36	35,17
I				
J 8 mm	61,11	31,55	62,77	35,40
K				
L 4 mm	63,38	32,70	63,83	35,99

* A abóbora e a cidra na forma de cubos, saturadas com açúcares em xarope contendo açúcar invertido, sem adição de cálcio. Frutas pré-congeladas.

QUADRO Nº 05. ANÁLISE DE AÇÚCARES TOTAIS E REDUTORES DA ABÓBORA E DA CIDRA *

Tamanho do cubo	Temperatura de Saturação 40-48°C			Temperatura de Saturação 60-68°C		
	Açúcares Totais %	Açúcares Redutores		Açúcares Totais %	Açúcares Redutores	
		Glucose %	Maltose %		Glucose %	Maltose %
A 13 mm	69,06	6,55	7,34	69,22	7,53	7,76
B 10 mm	69,11	6,55	7,35	69,45	7,56	7,78
B 5 mm	69,46	6,58	7,39	69,83	7,60	7,83
C 11 mm	60,22	5,79	6,50	61,52	6,74	6,98
D 8 mm	61,55	5,90	6,65	62,20	6,81	7,06
A 4 mm	62,98	6,06	6,80	63,49	6,95	7,20

* A abóbora e a cidra na forma de cubos, saturadas com açúcares em xarope contendo do glucose de milho, com adição de cálcio. Frutas pré-congeladas.

QUADRO Nº 06. VISCOSIDADE DO XAROPE CONTENDO AÇÚCAR INVERTIDO
À TEMPERATURA DE 48°C.

	Sólidos Solúveis (° Brix)	Viscosidade (Centistokes)
Xarope de saturação da cidra, sem cálcio, sem pré-congela- mento	78,26	294,30
Xarope de saturação da cidra, com cálcio, sem pré-congela- mento	78,56	301,43
Xarope de saturação da cidra, sem cálcio, pré-congelada	79,06	312,74
Xarope de saturação da cidra, com cálcio, pré-congelada	78,24	293,52
Xarope de saturação da abóbo- ra, sem cálcio, sem pré-con- gelamento	78,86	314,52
Xarope de saturação da abóbo- ra, com cálcio, sem pré-con- gelamento	78,64	306,88
Xarope de saturação da abóbo- ra, sem cálcio, pré-congelada	78,36	297,32
Xarope de saturação da abóbo- ra, com cálcio, pré-congelada	77,82	285,02
Xarope não utilizado na satu- ração das frutas com açúcares	78,00	173,28

QUADRO Nº 07. VISCOSIDADE DO XAROPE CONTENDO AÇÚCAR INVERTIDO
À TEMPERATURA DE 68°C.

	Sólidos Solúveis (° Brix)	Viscosidade (Centistokes)
Xarope de saturação da cidra, sem cálcio, sem pré-congela- mento	77,96	99,82
Xarope de saturação da cidra, com cálcio, sem pré-congela- mento	78,32	104,47
Xarope de saturação da cidra, sem cálcio, pré-congelada	78,76	109,46
Xarope de saturação da cidra, com cálcio, pré-congelada	78,76	109,61
Xarope de saturação da abóbo- ra, sem cálcio, sem pré-con- gelamento	78,46	106,39
Xarope de saturação da abóbo- ra, com cálcio, sem pré-con- gelamento	78,36	104,91
Xarope de saturação da abóbo- ra, sem cálcio, pré-congelada	78,06	101,88
Xarope de saturação da abóbo- ra, com cálcio, pré-congelada	78,06	101,70
Xarope não utilizado na satu- ração das frutas com açúcares	78,00	57,34

QUADRO Nº 08. VISCOSIDADE DO XAROPE CONTENDO GLUCOSE DE MILHO
À TEMPERATURA DE 48°C.

	Sólidos Solúveis (° Brix)	Viscosidade (Centistokes)
Xarope de saturação da cidra, sem cálcio, sem pré-congela- mento	78,36	520,19
Xarope de saturação da cidra, com cálcio, sem pré-congela- mento	78,66	523,74
Xarope de saturação da cidra, sem cálcio, pré-congelada	78,16	518,52
Xarope de saturação da cidra, com cálcio, pré-congelada	78,96	531,49
Xarope de saturação da abóbo- ra, sem cálcio, sem pré-con- gelamento	78,82	529,54
Xarope de saturação da abóbo- ra, com cálcio, sem pré-con- gelamento	77,76	507,65
Xarope de saturação da abóbo- ra, sem cálcio, pré-congelada	78,32	520,08
Xarope de saturação da abóbo- ra, com cálcio, pré-congelada	78,44	523,26
Xarope não utilizado na satu- ração das frutas com açúcares	78,00	451,09

QUADRO Nº 09. VISCOSIDADE DO XAROPE CONTENDO GLUCOSE DE MILHO
À TEMPERATURA DE 68°C.

	Sólidos Solúveis (° Brix)	Viscosidade (Centistokes)
Xarope de saturação da cidra, sem cálcio, sem pré-congela- mento	78,14	174,30
Xarope de saturação da cidra, com cálcio, sem pré-congela- mento	77,84	171,97
Xarope de saturação da cidra, sem cálcio, pré-congelada	78,66	184,63
Xarope de saturação da cidra, com cálcio, pré-congelada	78,44	182,86
Xarope de saturação da abóbo- ra, sem cálcio, sem pré-conge- lamento	78,36	175,90
Xarope de saturação da abóbo- ra, com cálcio, sem pré-conge- lamento	78,36	175,93
Xarope de saturação da abóbo- ra, sem cálcio, pré-congelada	77,86	172,05
Xarope de saturação da abóbo- ra, com cálcio, pré-congelada	78,16	174,60
Xarope não utilizado na satu- ração das frutas com açúcares	78,00	135,95

QUADRO Nº 10. AVALIAÇÃO SENSORIAL DA CIDRA SATURADA COM AÇÚCARES -
Apreciação da aparência geral, da doçura e da textura.
Valores de uma escala de 1 a 9.

Tratamentos	Aparência Geral	Doçura	Textura
Fruta sem pré-congelamento, sem cálcio, saturada em xarope com glucose a 40-48°C	8,75	7,12	6,12
Fruta sem pré-congelamento, com cálcio, saturada em xarope com glucose a 40-48°C	8,37	6,87	5,87
Fruta pré-congelada, sem cálcio, saturada em xarope com glucose a 40-48°C	8,62	6,87	6,37
Fruta pré-congelada, com cálcio, saturada em xarope com glucose a 40-48°C	7,87	7,37	6,19
Fruta sem pré-congelamento, sem cálcio, saturada em xarope com glucose a 60-68°C	8,37	6,81	6,62
Fruta sem pré-congelamento, com cálcio, saturada em xarope com glucose a 60-68°C	8,62	6,62	5,50
Fruta pré-congelada, sem cálcio, saturada em xarope com glucose a 60-68°C	8,62	7,31	5,19
Fruta pré-congelada, com cálcio, saturada em xarope com glucose a 60-68°C	8,12	7,31	5,81
Fruta sem pré-congelamento, sem cálcio, saturada em xarope com açúcar invertido a 40-48°C	6,12	8,12	6,50
Fruta sem pré-congelamento, com cálcio, saturada em xarope com açúcar invertido a 40-48°C	5,81	8,12	6,50
Fruta pré-congelada, sem cálcio, saturada em xarope com açúcar invertido a 40-48°C	5,25	8,69	5,69
Fruta pré-congelada, com cálcio, saturada em xarope com açúcar invertido a 40-48°C	6,00	8,50	5,69
Fruta sem pré-congelamento, sem cálcio, saturada em xarope com açúcar invertido a 60-68°C	5,50	8,81	6,31
Fruta sem pré-congelamento, com cálcio, saturada em xarope com açúcar invertido a 60-68°C	5,81	8,37	6,37
Fruta pré-congelada, sem cálcio, saturada em xarope com açúcar invertido a 60-68°C	6,12	8,56	6,69
Fruta pré-congelada, com cálcio, saturada em xarope com açúcar invertido a 60-68°C	6,12	8,31	6,62

QUADRO Nº 11. AVALIAÇÃO SENSORIAL DA ABÓBORA SATURADA COM AÇÚCARES -
 Apreciação da aparência geral, da doçura e da textura.
 Valores de uma escala de 1 a 9.

Tratamentos	Aparência Geral	Doçura	Textura
Fruta sem pré-congelamento, sem cálcio, saturada em xarope com glucose a 40-48°C	8,56	7,31	6,19
Fruta sem pré-congelamento, com cálcio, saturada em xarope com glucose a 40-48°C	8,50	6,87	4,81
Fruta pré-congelada, sem cálcio, saturada em xarope com glucose a 40-48°C	4,50	7,12	8,25
Fruta pré-congelada, com cálcio, saturada em xarope com glucose a 40-48°C	8,50	7,12	7,25
Fruta sem pré-congelamento, sem cálcio, saturada em xarope com glucose a 60-68°C	8,12	6,94	6,25
Fruta sem pré-congelamento, com cálcio, saturada em xarope com glucose a 60-68°C	8,19	6,87	4,69
Fruta pré-congelada, sem cálcio, saturada em xarope com glucose a 60-68°C	4,31	7,37	8,62
Fruta pré-congelada, com cálcio, saturada em xarope com glucose a 60-68°C	8,37	7,44	7,12
Fruta sem pré-congelamento, sem cálcio, saturada em xarope com açúcar invertido a 40-48°C	7,12	8,50	6,12
Fruta sem pré-congelamento, com cálcio, saturada em xarope com açúcar invertido a 40-48°C	6,50	8,19	4,81
Fruta pré-congelada, sem cálcio, saturada em xarope com açúcar invertido a 40-48°C	3,81	8,31	8,44
Fruta pré-congelada, com cálcio, saturada em xarope com açúcar invertido a 40-48°C	6,69	8,44	7,31
Fruta sem pré-congelamento, sem cálcio, saturada em xarope com açúcar invertido a 60-68°C	6,81	8,44	6,31
Fruta sem pré-congelamento, com cálcio, saturada em xarope com açúcar invertido a 60-68°C	6,81	8,12	4,62
Fruta pré-congelada, sem cálcio, saturada em xarope com açúcar invertido a 60-68°C	3,50	8,75	8,44
Fruta pré-congelada, com cálcio, saturada em xarope com açúcar invertido a 60-68°C	6,50	8,69	7,37



FIG. Nº 01. ESQUEMA DA SATURAÇÃO DAS FRUTAS COM AÇÚCARES EM UM SISTEMA DE CONCENTRAÇÃO CONTÍNUA DO XAROPE, SOB VÁCUO.

FIG. Nº 02. FORMULÁRIO UTILIZADO NA AVALIAÇÃO SENSORIAL

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Aparência geral
																Excelente
																Muito bom
																Bom
																Regularmente bom
																Indiferente
																Regularmente pobre
																Pobre
																Muito pobre
																Muitíssimo pobre

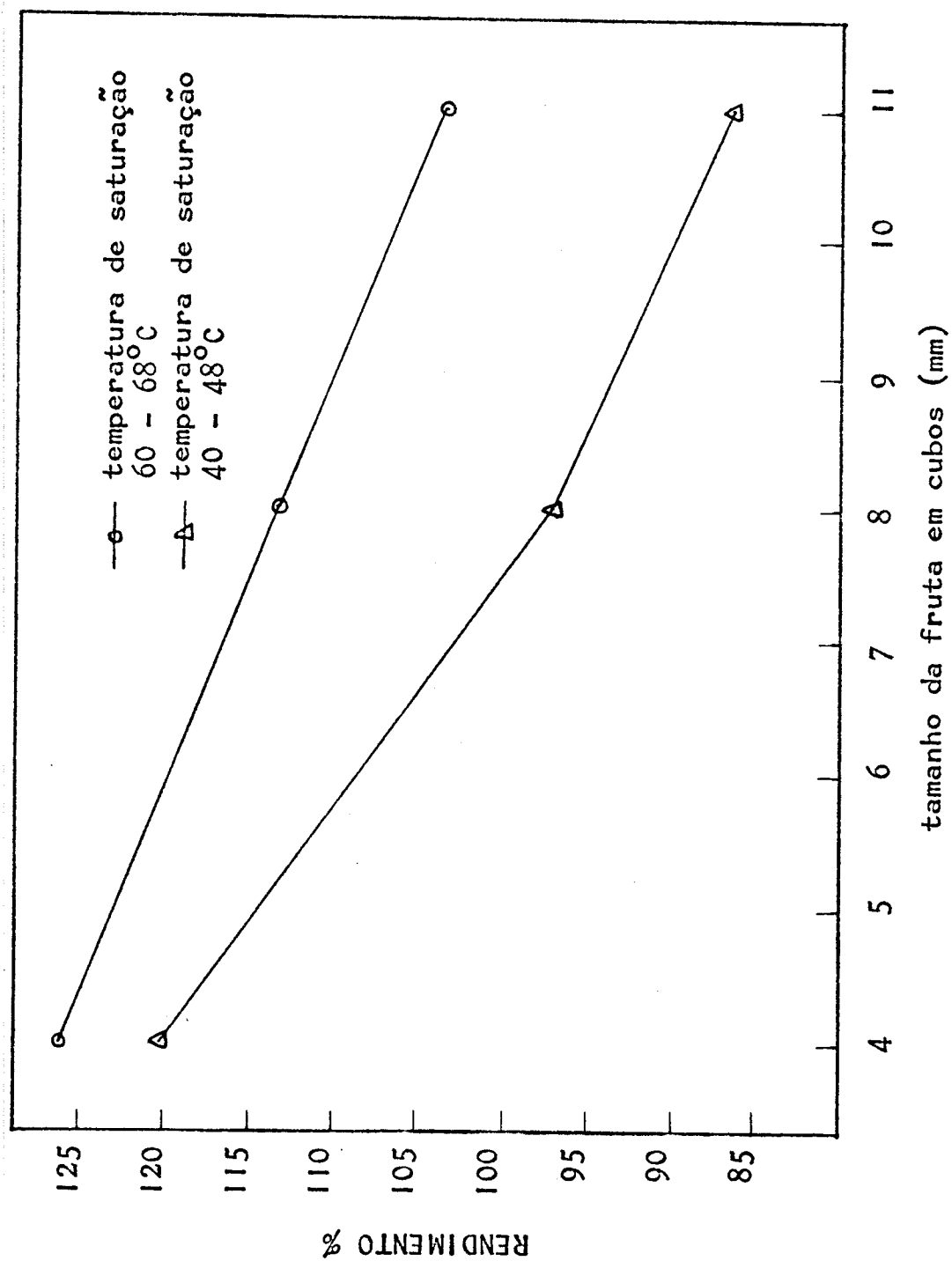


FIG. Nº 03. EFEITO DA TEMPERATURA NO RENDIMENTO DA CIDRA SATURADA COM AÇÚCARES.

Condições do Processo:

- saturação em xarope, contendo açúcar invertido;
- com adição de cálcio;
- sem pré-congelamento da fruta.

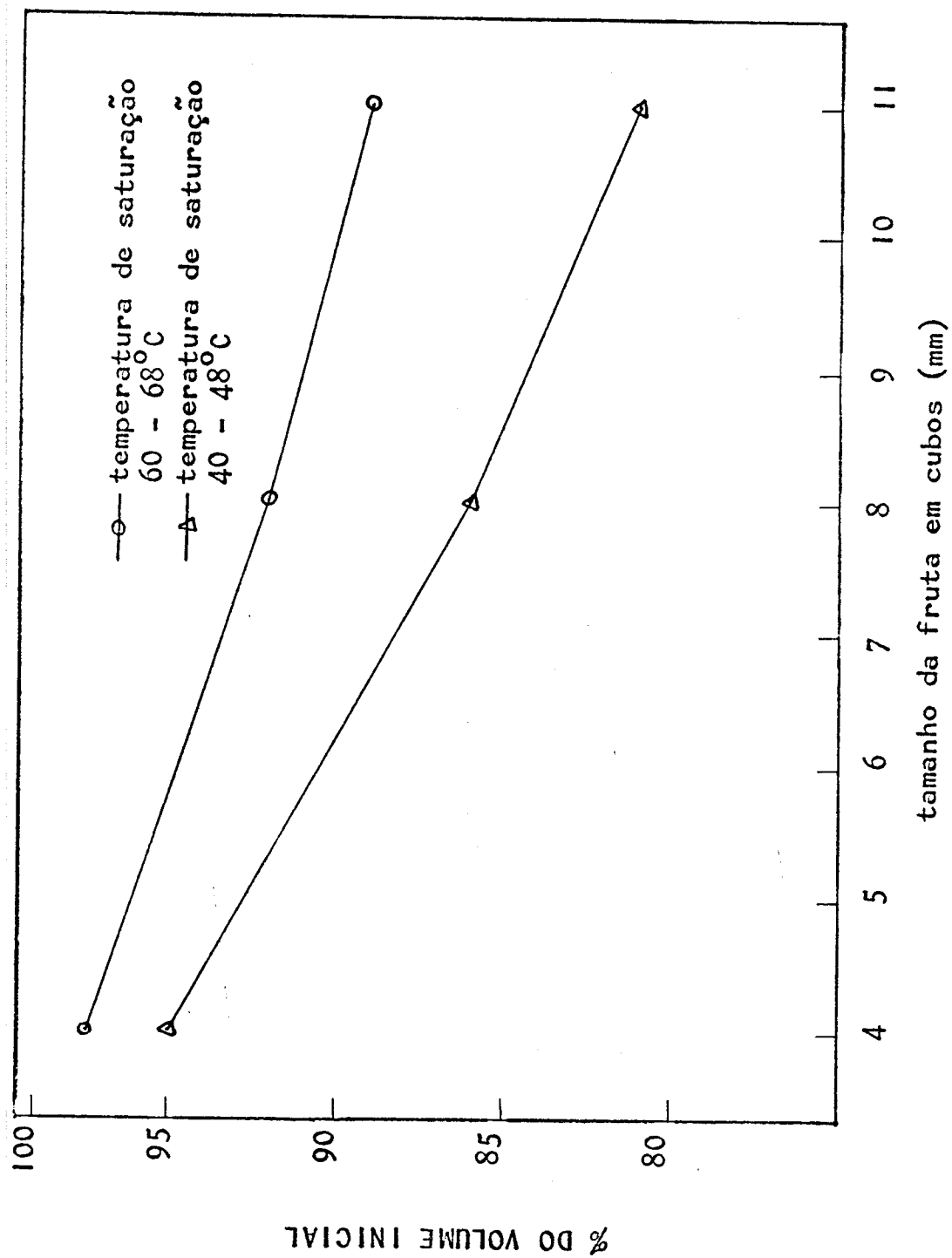


FIG. Nº 04. EFEITO DA TEMPERATURA NO VOLUME DA CIDRA SATURADA COM AÇÚCAR.

Condições do processo:

- saturação em xarope, contendo açúcar invertido;
- com adição de cálcio;
- sem pré-congelamento da fruta.

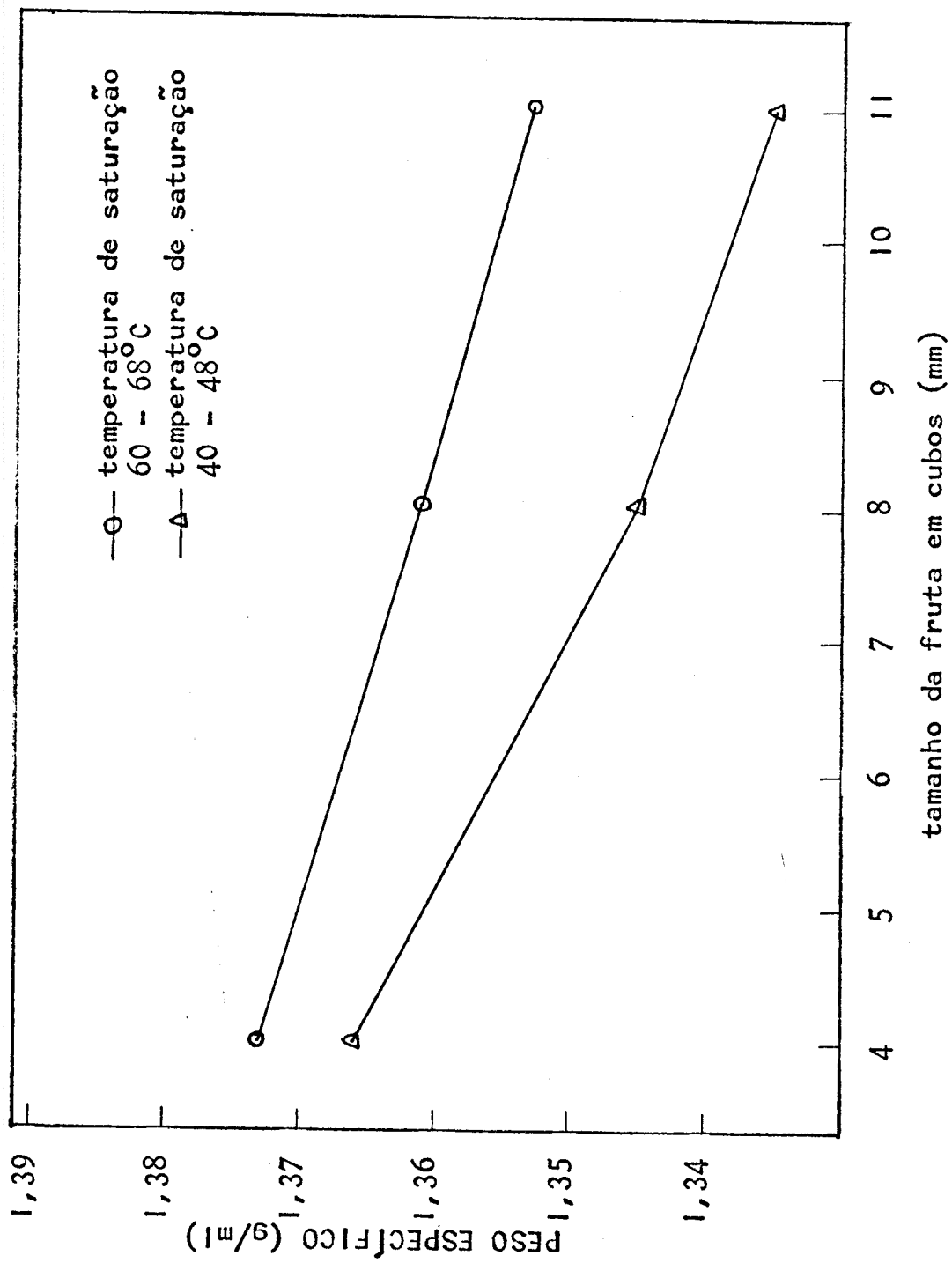


FIG. Nº 05. EFEITO DA TEMPERATURA NO PESO ESPECÍFICO DA CIDRA SATURADA COM AÇÚCARES

Condições do processo:

- saturação em xarope, contendo açúcar invertido;
- com adição de cálcio;
- sem pre-congelamento da fruta.

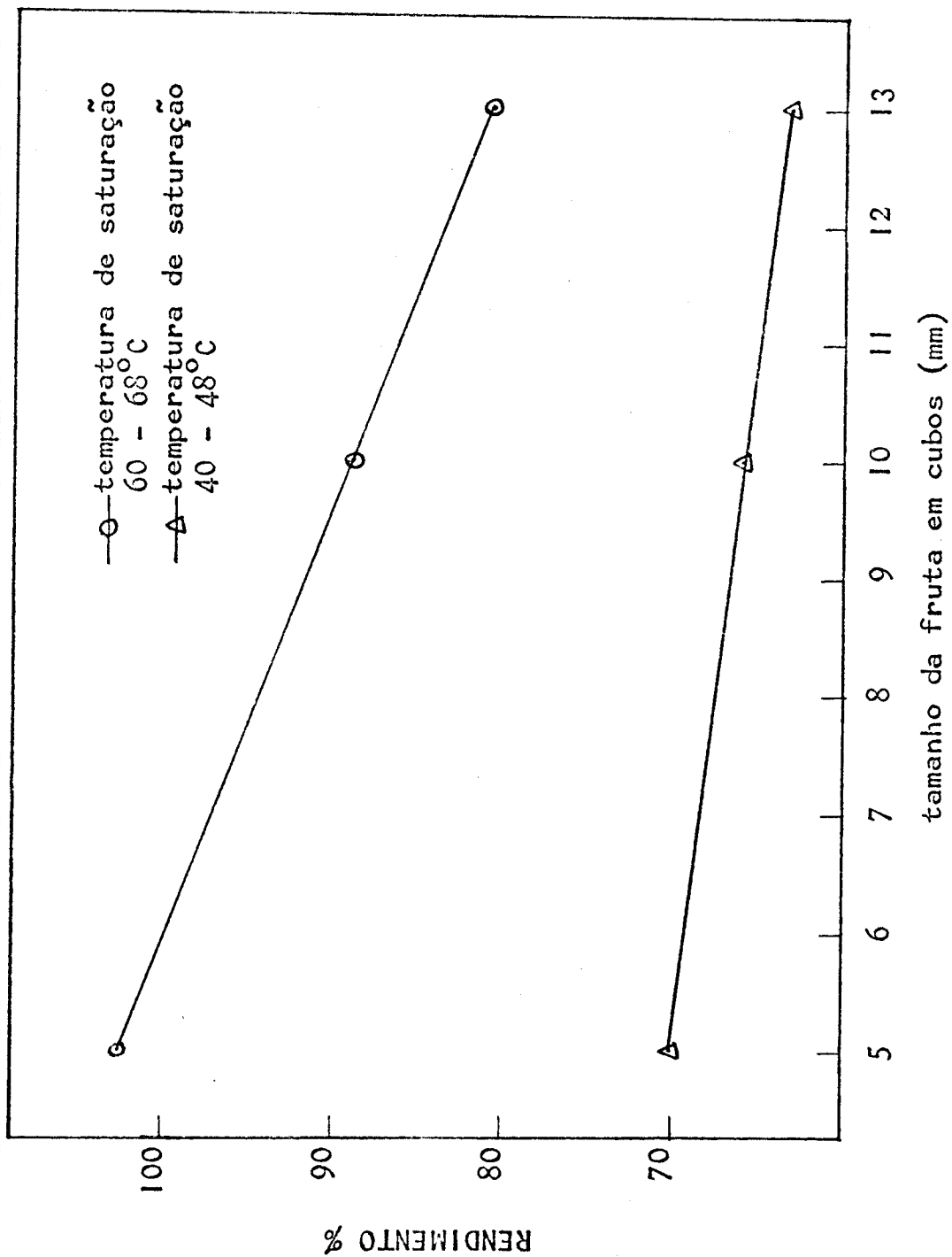


FIG. Nº 06. EFEITO DA TEMPERATURA NO RENDIMENTO DA ABÓBORA SATURADA COM AÇÚCARES

Condições do processo:

- saturação em xarope, contendo açúcar invertido;
- com adição de cálcio;
- sem pré-congelamento da fruta.

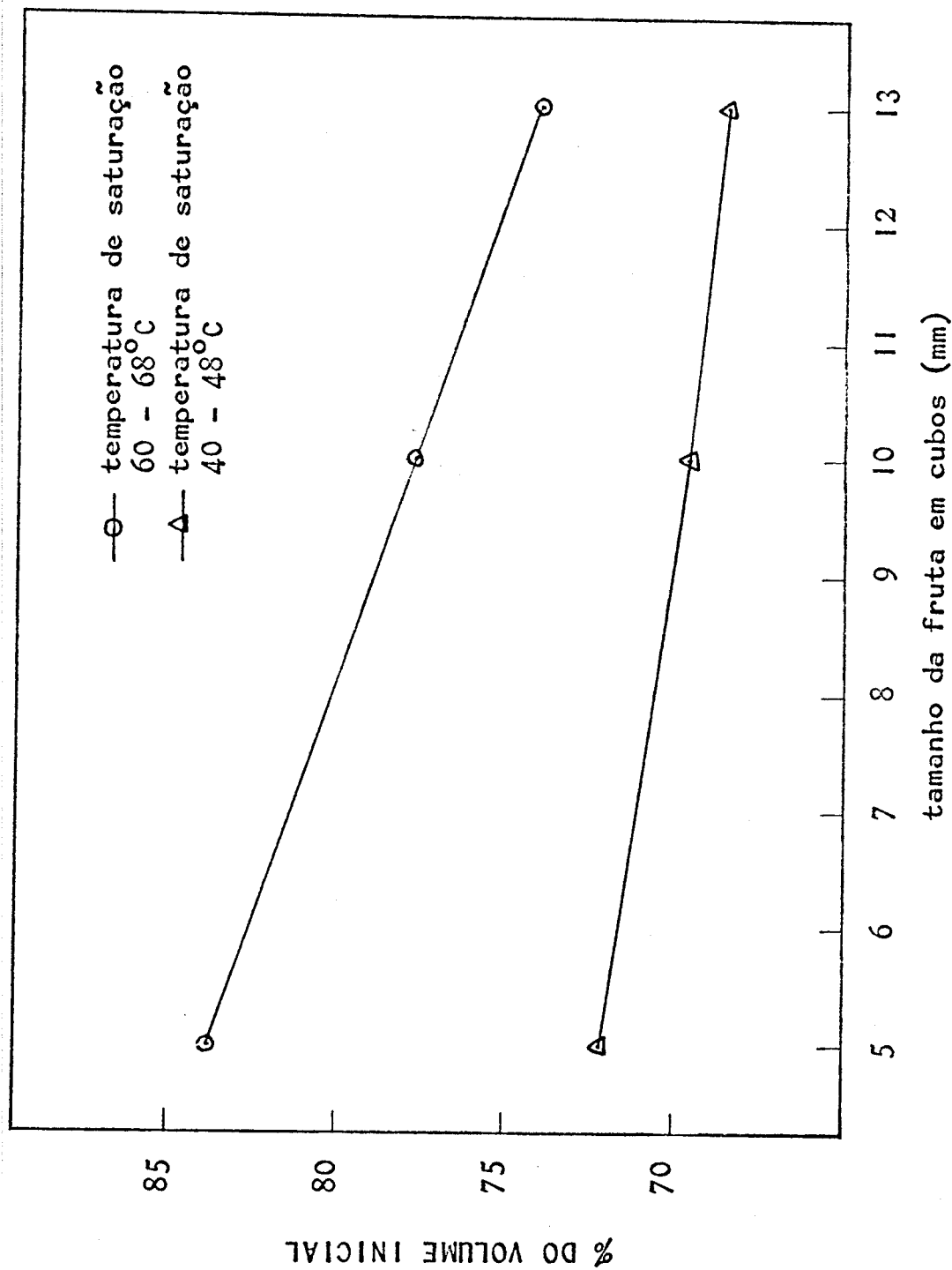


FIG. Nº 07. EFEITO DA TEMPERATURA NO VOLUME DA ABÓBORA SATURADA COM AÇÚCARES

Condições do processo:

- saturação em xarope, contendo açúcar invertido;
- com adição de cálcio;
- sem pre-congelamento da fruta.

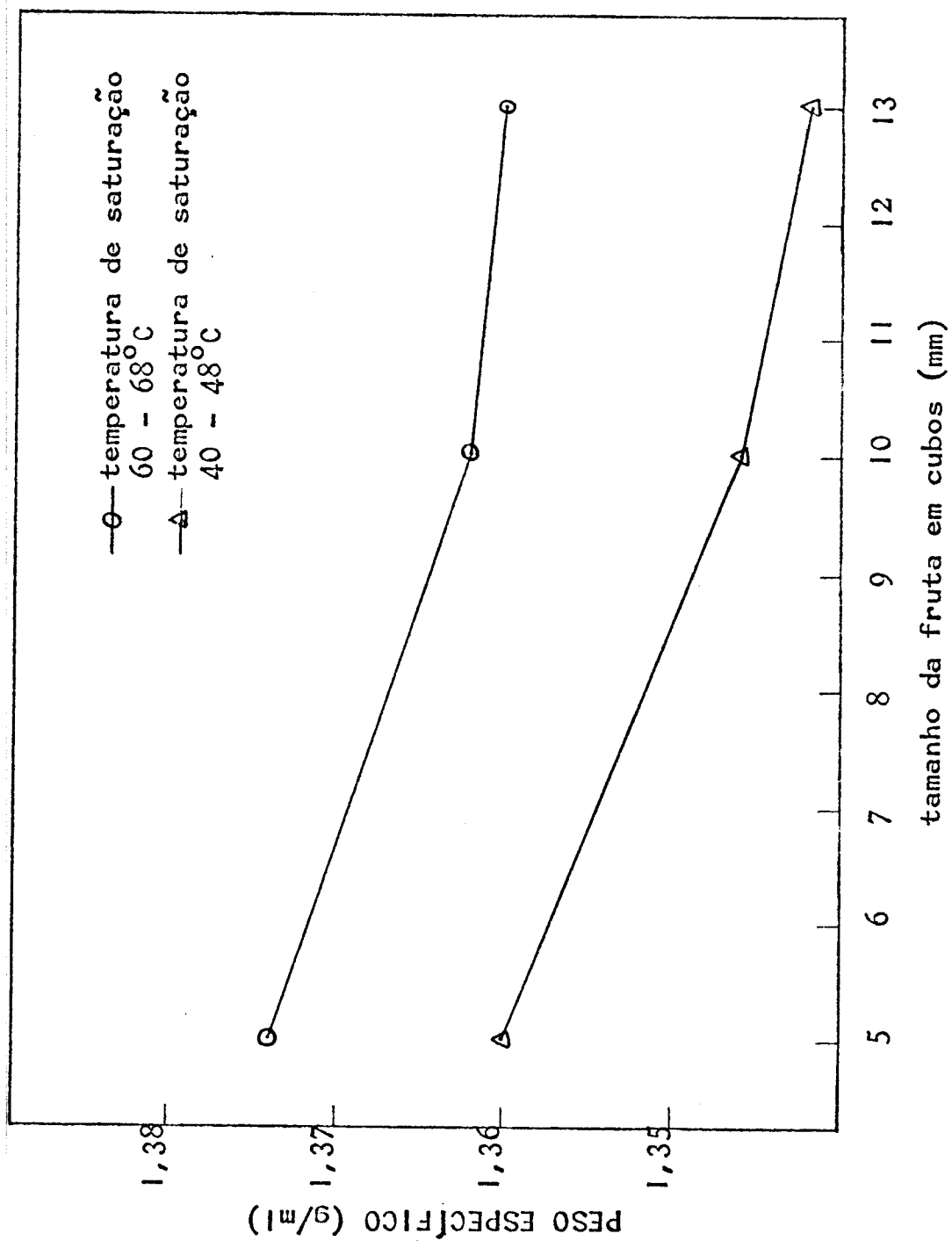


FIG. Nº 08. EFEITO DA TEMPERATURA NO PESO ESPECÍFICO DA ABÓBORA SATURADA COM AÇÚCARES

Condições do processo:

- saturação em xarope, contendo açúcar invertido;
- com adição de cálcio;
- sem pre-congelamento da fruta.

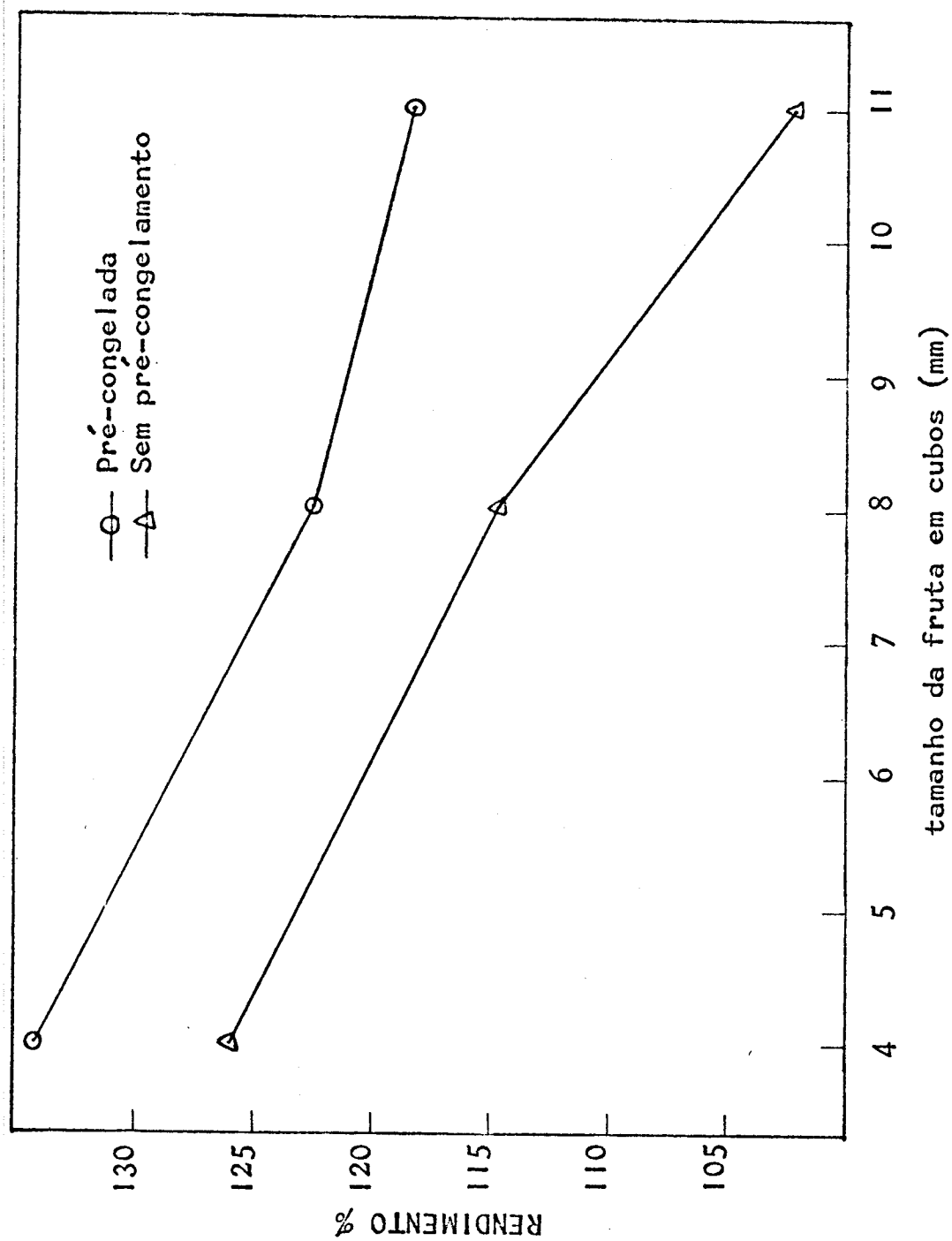


FIG. Nº 09. EFEITO DA TEMPERATURA NO RENDIMENTO DA CIDRA SATURADA COM AÇÚCARES

Condições do processo:

- saturação em xarope, contendo açúcar invertido;
- com adição de cálcio; ~
- temperatura de saturação 60 - 68°C.

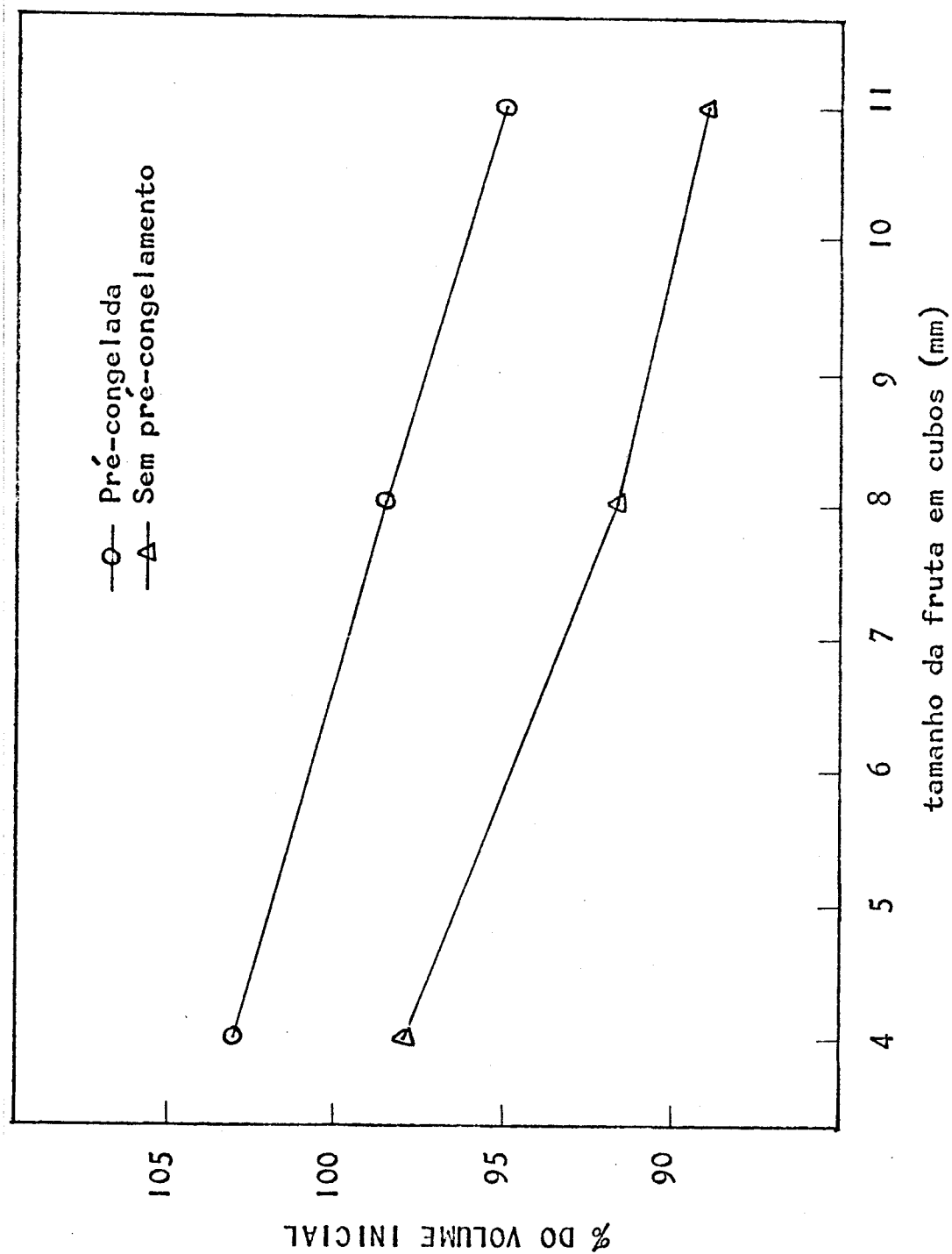


FIG. Nº 10. EFEITO DO PRÉ-CONGELAMENTO NO VOLUME DA CIDRA SATURADA COM AÇÚCARES

Condições do processo:

- saturação em xarope, contendo açúcar invertido;
- com adição de cálcio;
- temperatura de saturação 60 - 68°C.

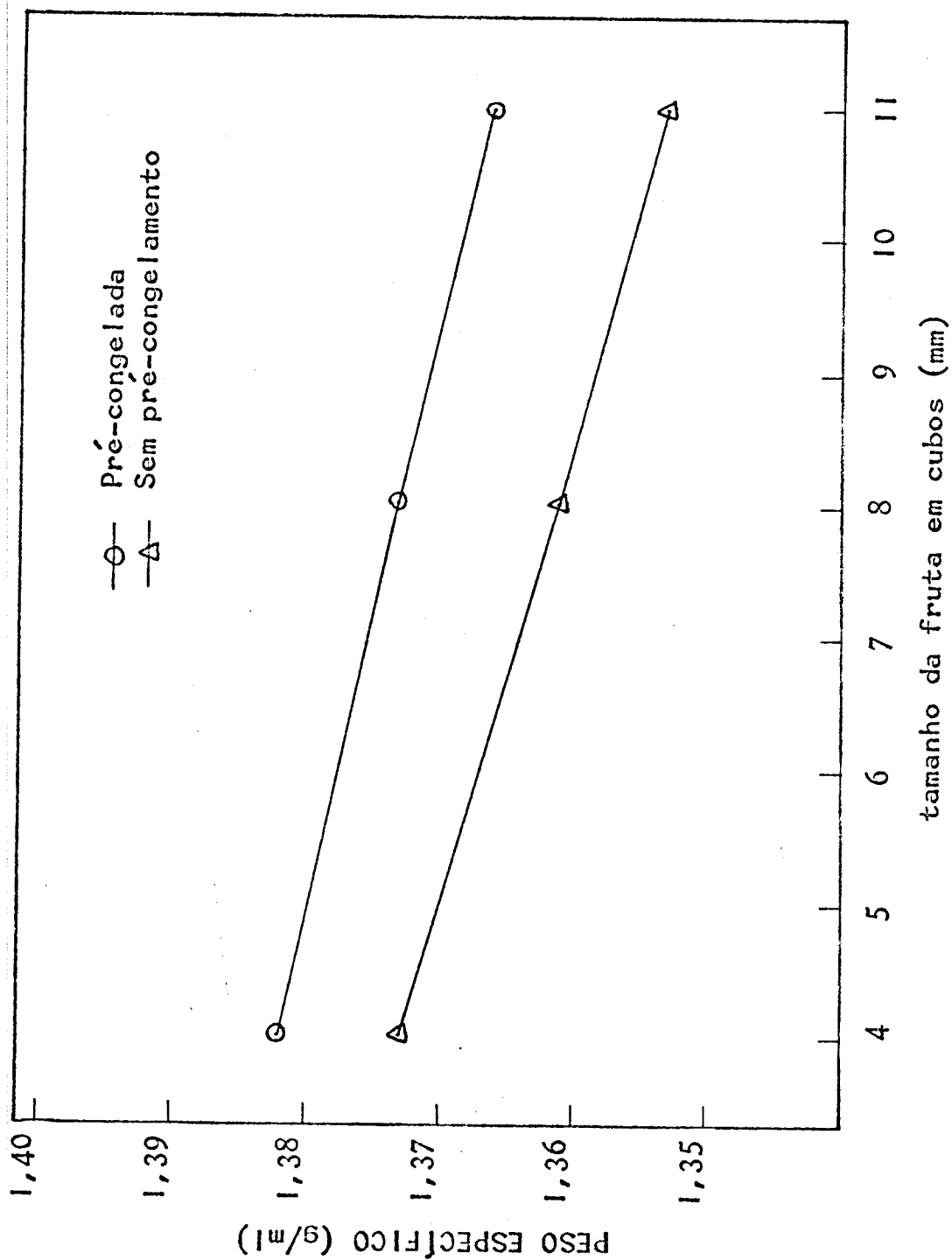


FIG. Nº 11. EFEITO DO PRÉ-CONGELAMENTO NO PESO ESPECÍFICO DA CIDRA SATURADA COM AÇÚCARES

Condições do processo:

- saturação em xarope, contendo açúcar invertido;
- com adição de cálcio;
- temperatura de saturação 60 - 68°C.

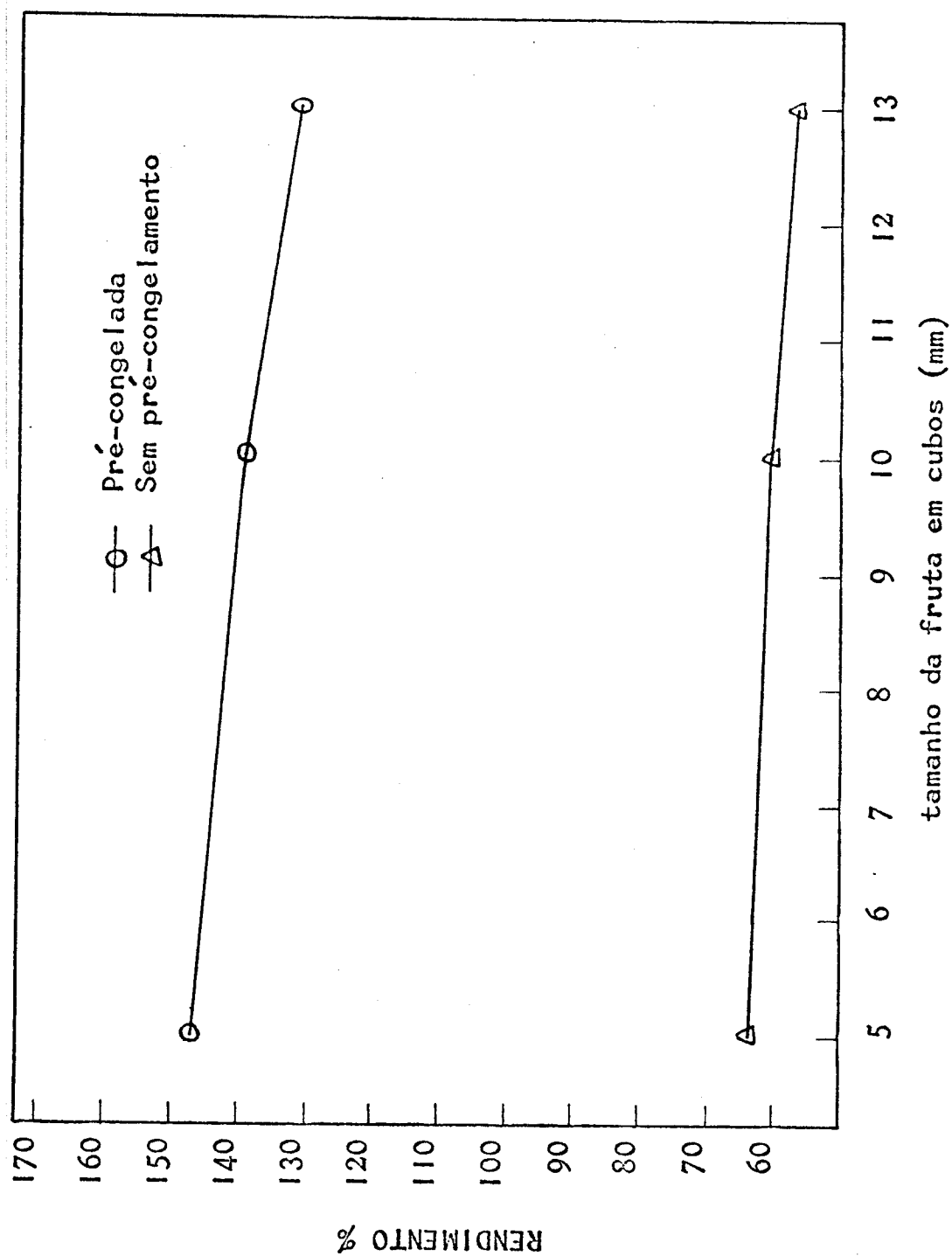


FIG. Nº 12. EFEITO DO PRÉ-CONGELAMENTO
NO RENDIMENTO DA ABÓBORA
SATURADA COM AÇÚCARES

Condições do processo:
- saturação em xarope, contendo
açúcar invertido;
- com adição de cálcio;
- temperatura de saturação 60 - 68°C.

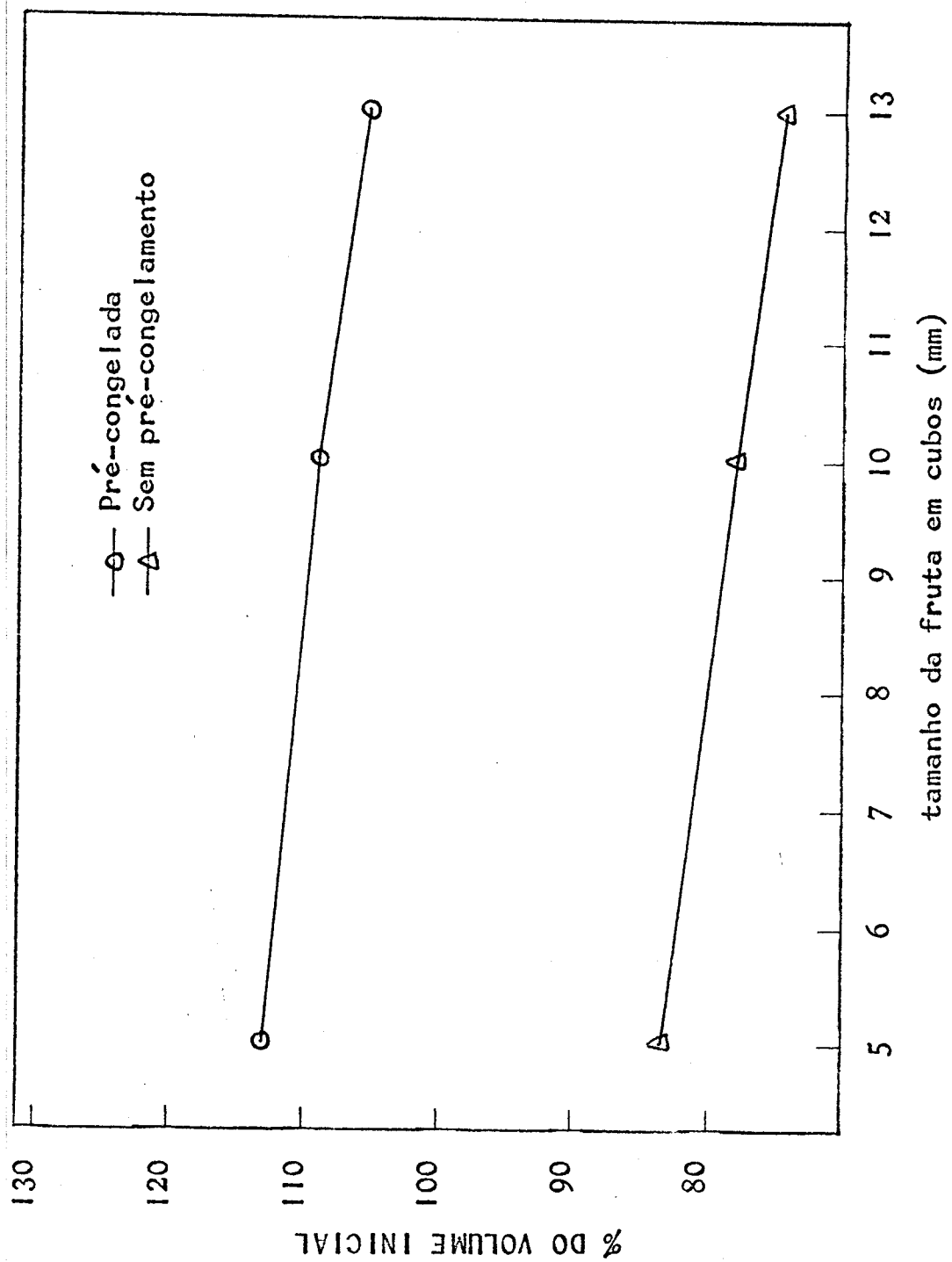


FIG. Nº 13. EFEITO DO PRÉ-CONGELAMENTO
NO VOLUME DA ABÓBORA SATU-
RADA COM AÇÚCARES

Condições do processo:
- saturação em xarope, contendo
açúcar invertido;
- com adição de cálcio;
- temperatura de saturação 60 - 68°C.

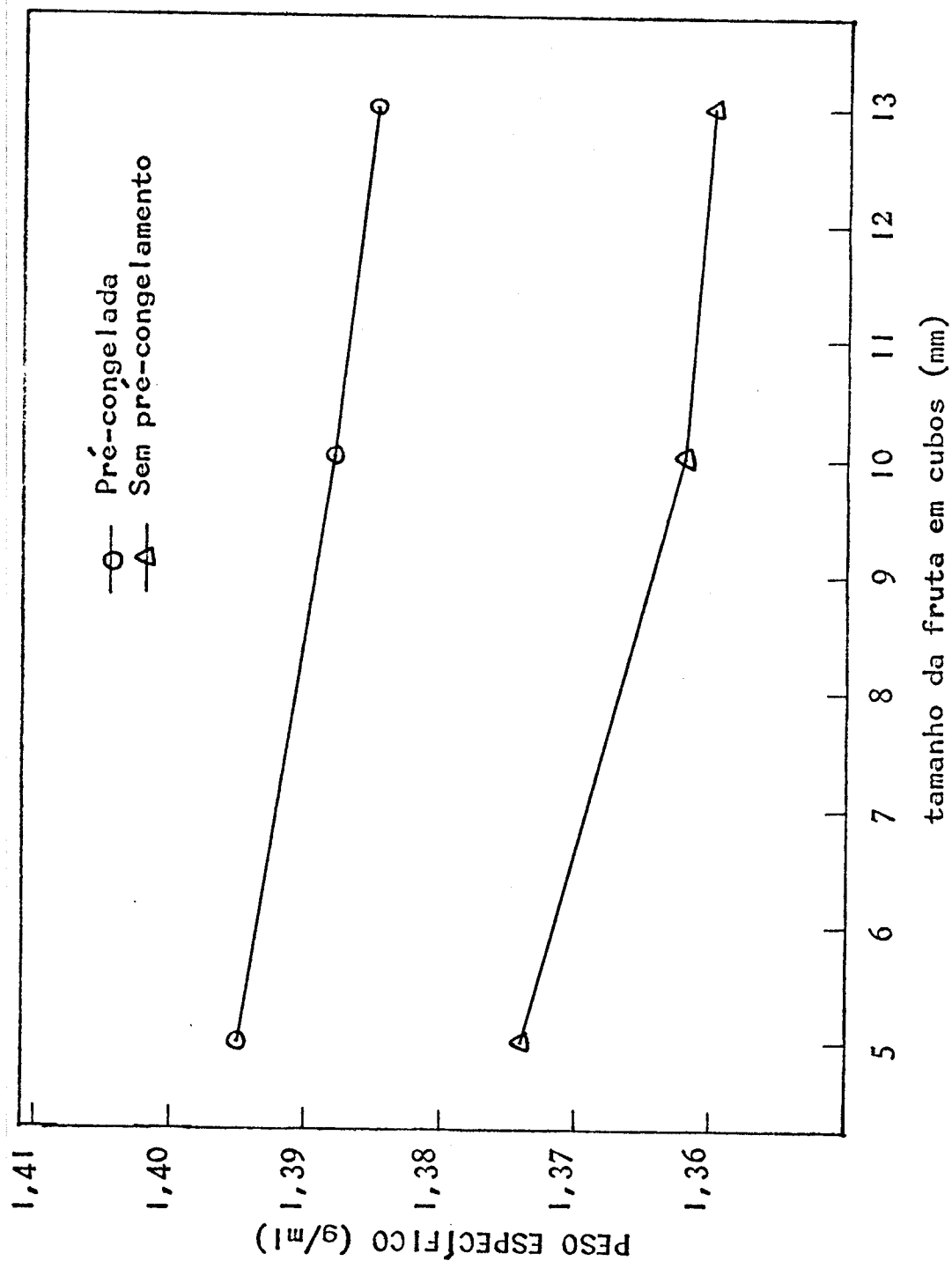


FIG. Nº 14. EFEITO DO PRÉ-CONGELAMENTO
NO PESO ESPECÍFICO DA ABÔ
BORA SATURADA COM AÇÚCARES

Condições do processo:
- saturação em xarope, contendo
açúcar invertido;
- com adição de cálcio;
- temperatura de saturação 60 - 68°C.

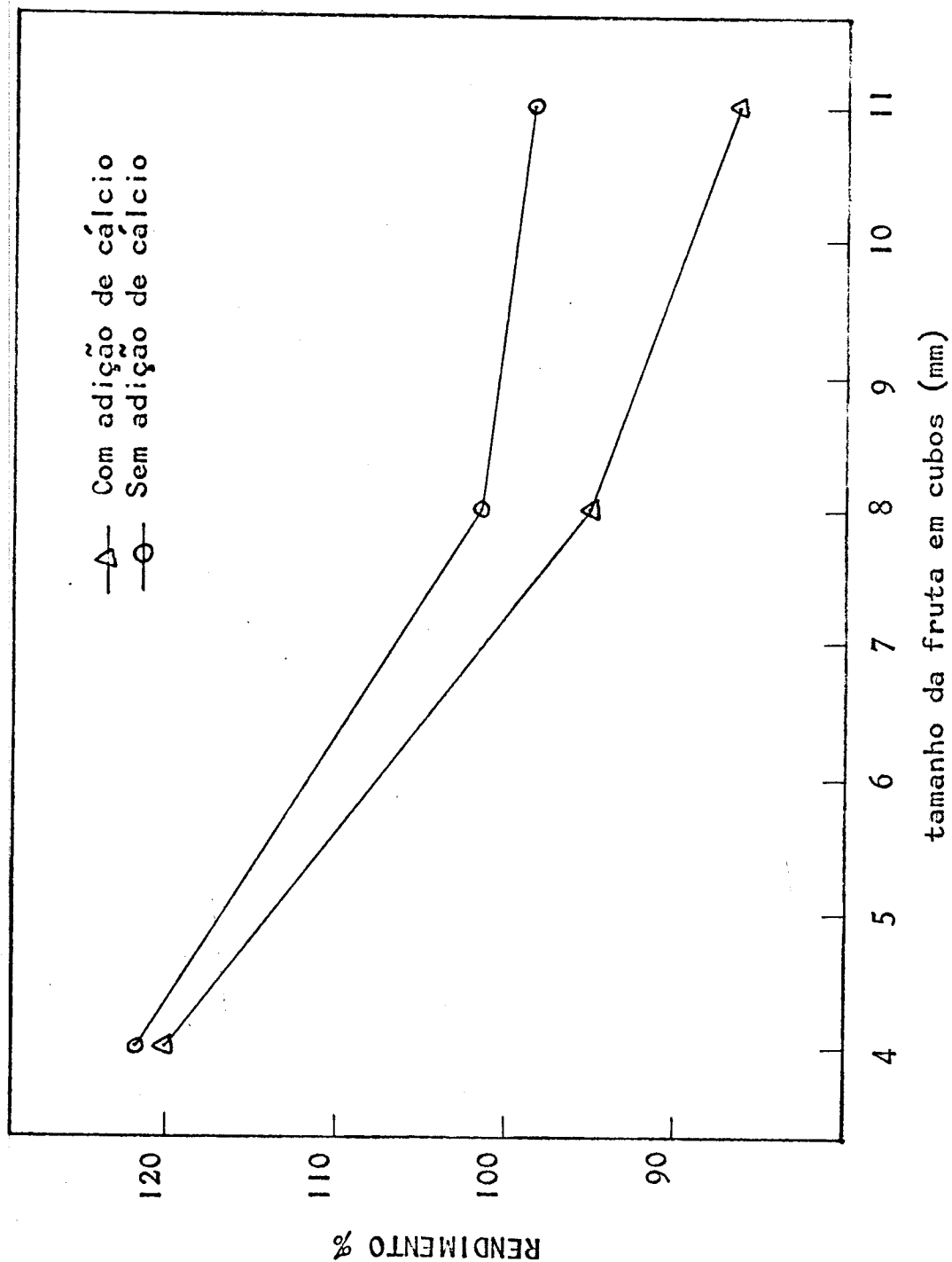


FIG. Nº 15. EFEITO DO CÁLCIO NO RENDIMENTO DA CÍDRA SATURADA COM AÇÚCAR

Condições do processo:

- saturação em xarope, contendo açúcar invertido;
- temperatura de saturação 40 - 48°C;
- sem pré-congelamento da fruta.

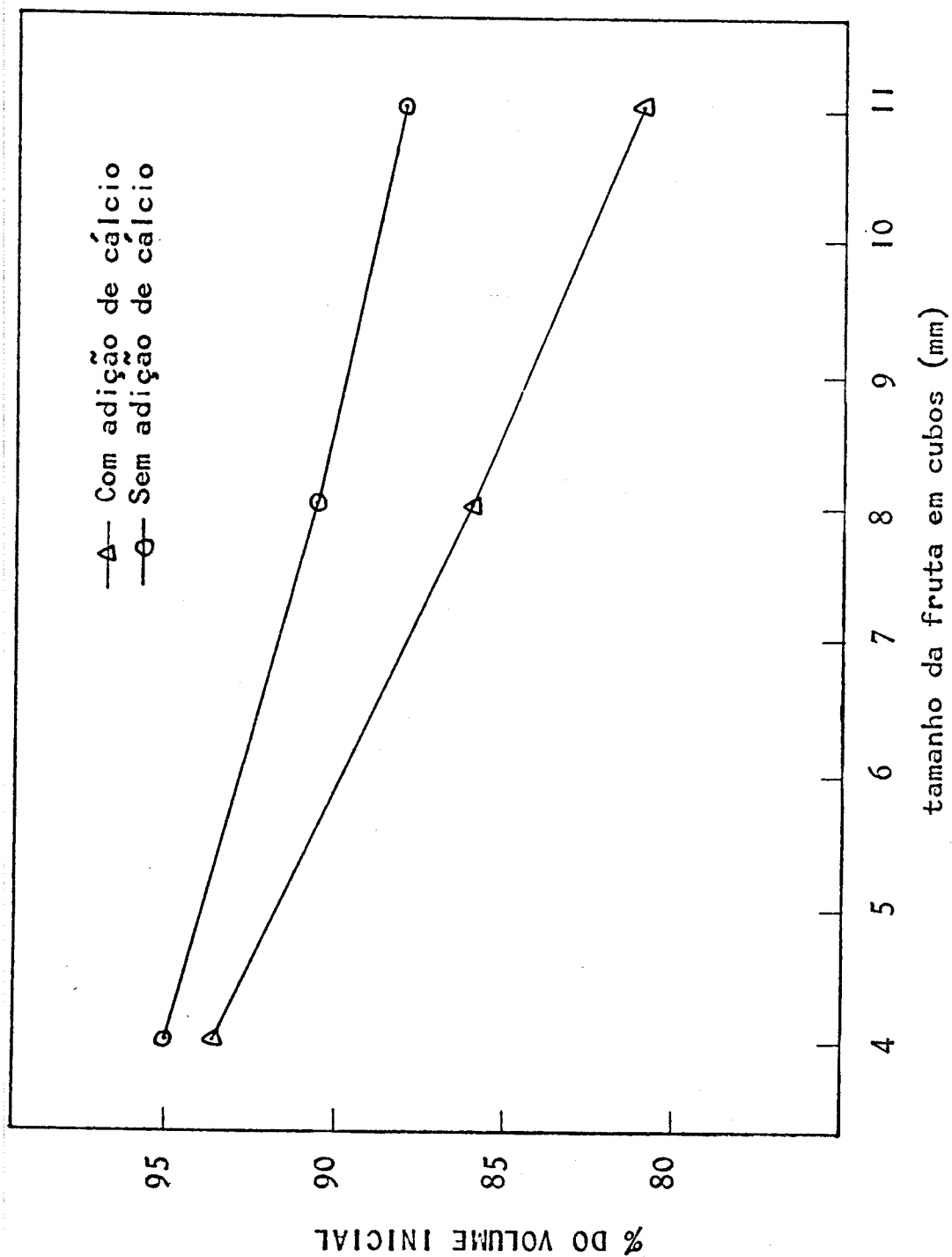


FIG. Nº 16. EFEITO DO CÁLCIO NO VOLUME DA
CIDRA SATURADA COM AÇÚCARES

Condições do processo:

- saturação em xarope, contendo açúcar invertido;
- temperatura de saturação 40 - 48°C;
- sem pré-congelamento da fruta.

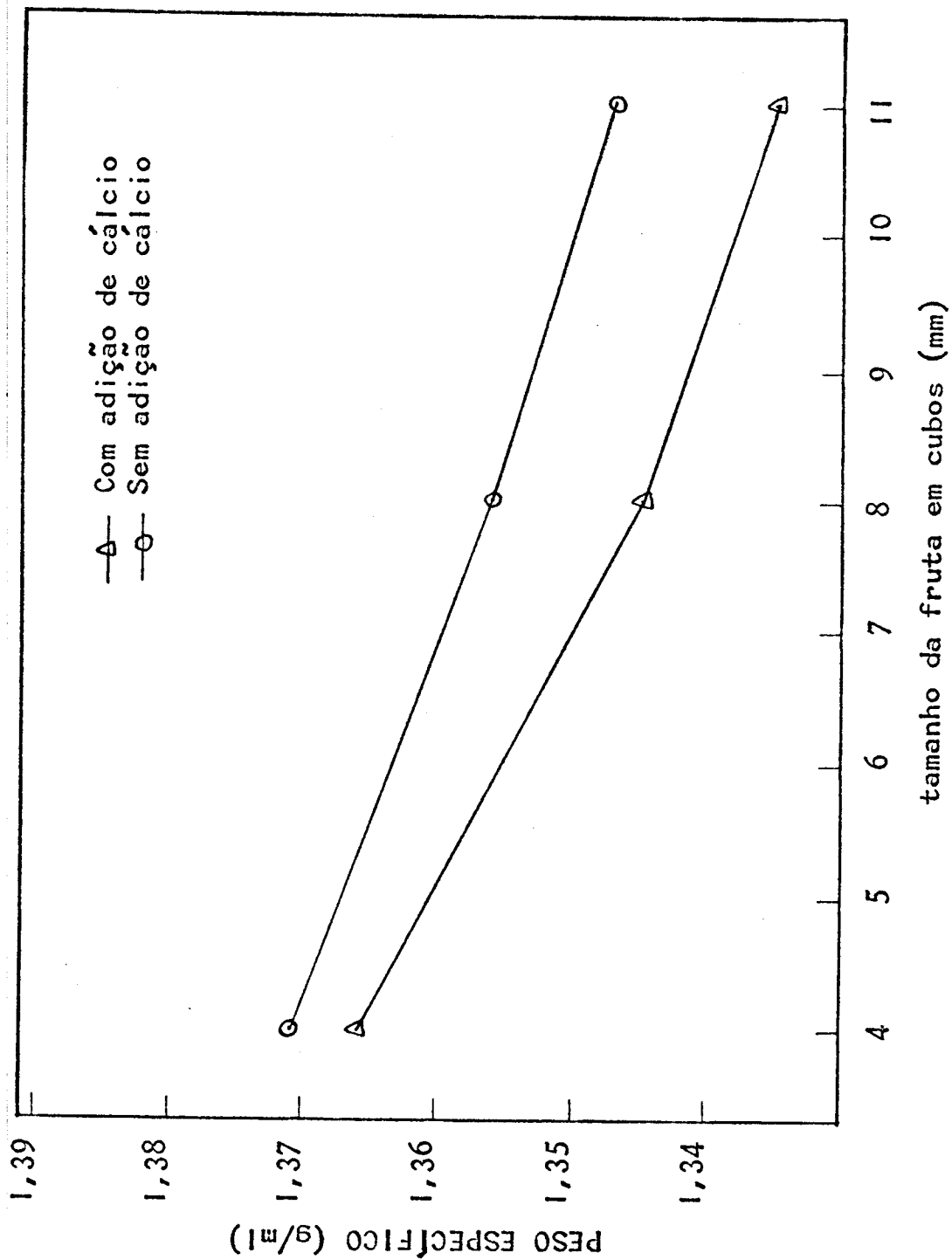


FIG. Nº 17. EFEITO DO CÁLCIO NO PESO ESPECÍFICO DA CIDRA SATURADA COM AÇÚCARES

Condições do processo:

- saturação em xarope, contendo açúcar invertido;
- temperatura de saturação 40 - 48°C;
- sem pré-congelamento da fruta.

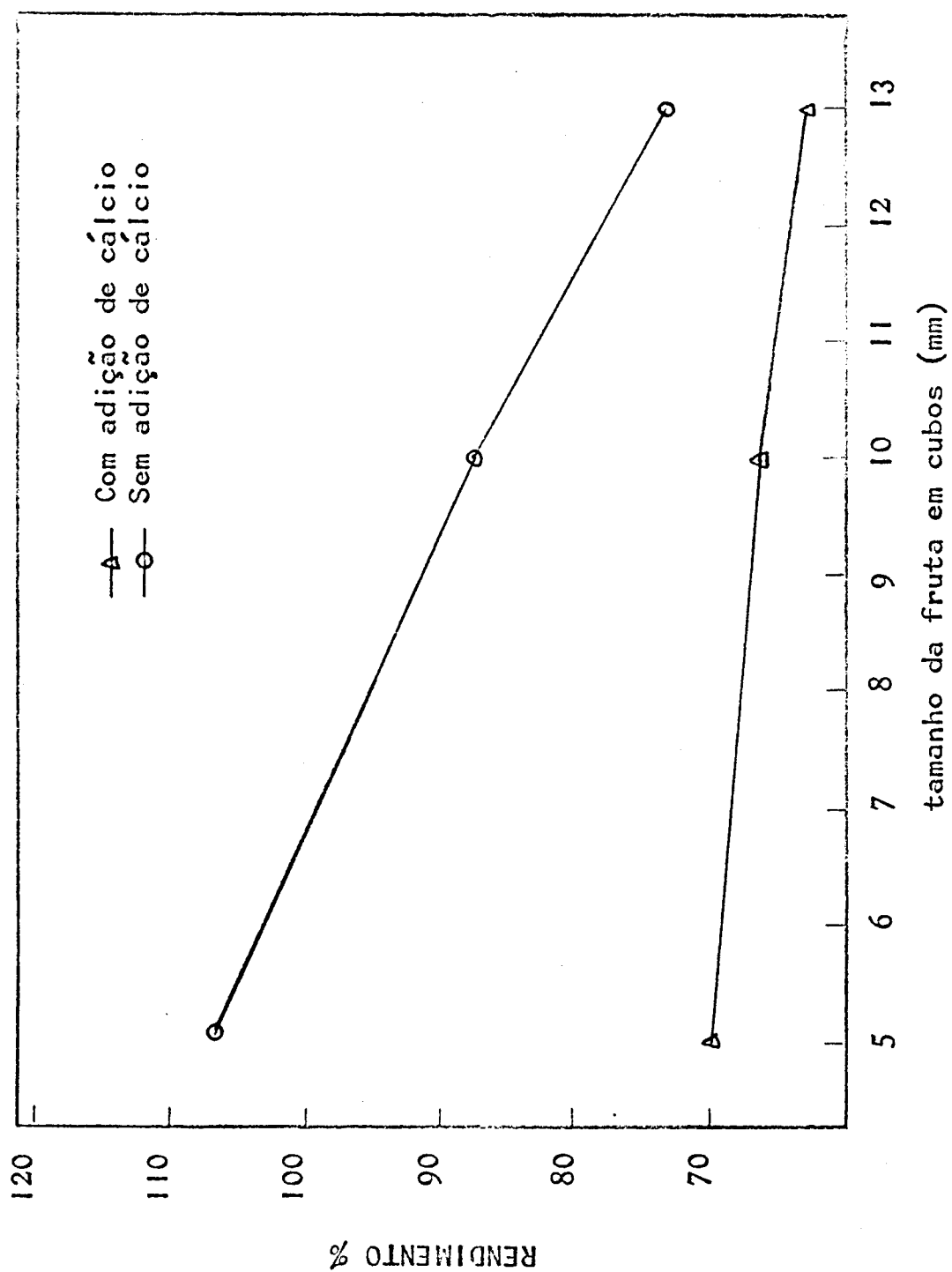


FIG. Nº 18. EFEITO DO CÁLCIO NO RENDIMENTO DA ABÓBORA SATURADA COM AÇÚCAR RES

Condições do processo:

- saturação em xarope, contendo açúcar invertido;
- temperatura de saturação 40 - 48°C;
- sem pré-congelamento da fruta.

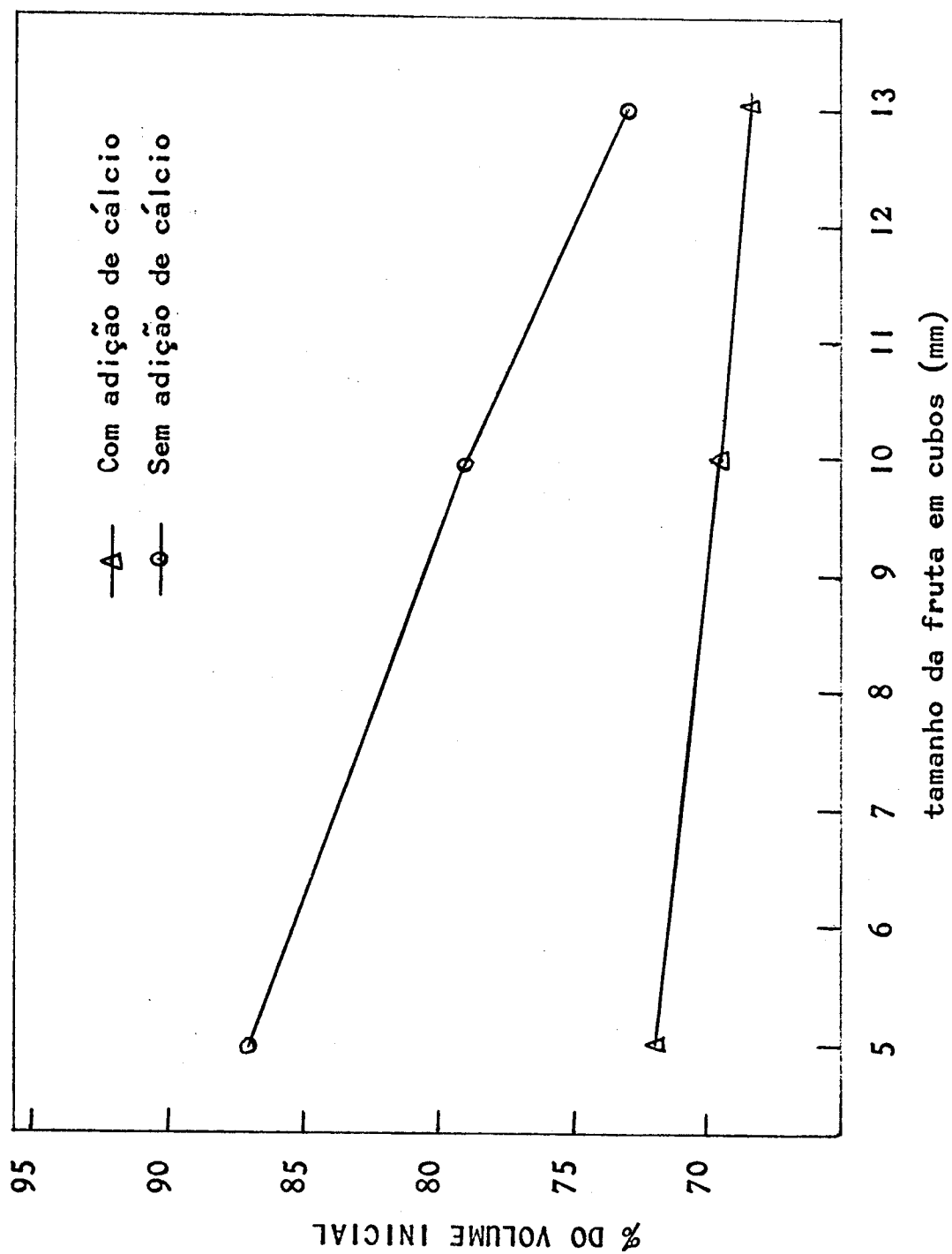


FIG. Nº 19. EFEITO DO CÁLCIO NO VOLUME DA ABÓBORA SATURADA COM AÇÚCARES

Condições do processo:
 - saturação em xarope, contendo açúcar invertido;
 - temperatura de saturação 40 - 48°C;
 - sem pré-congelamento da fruta.

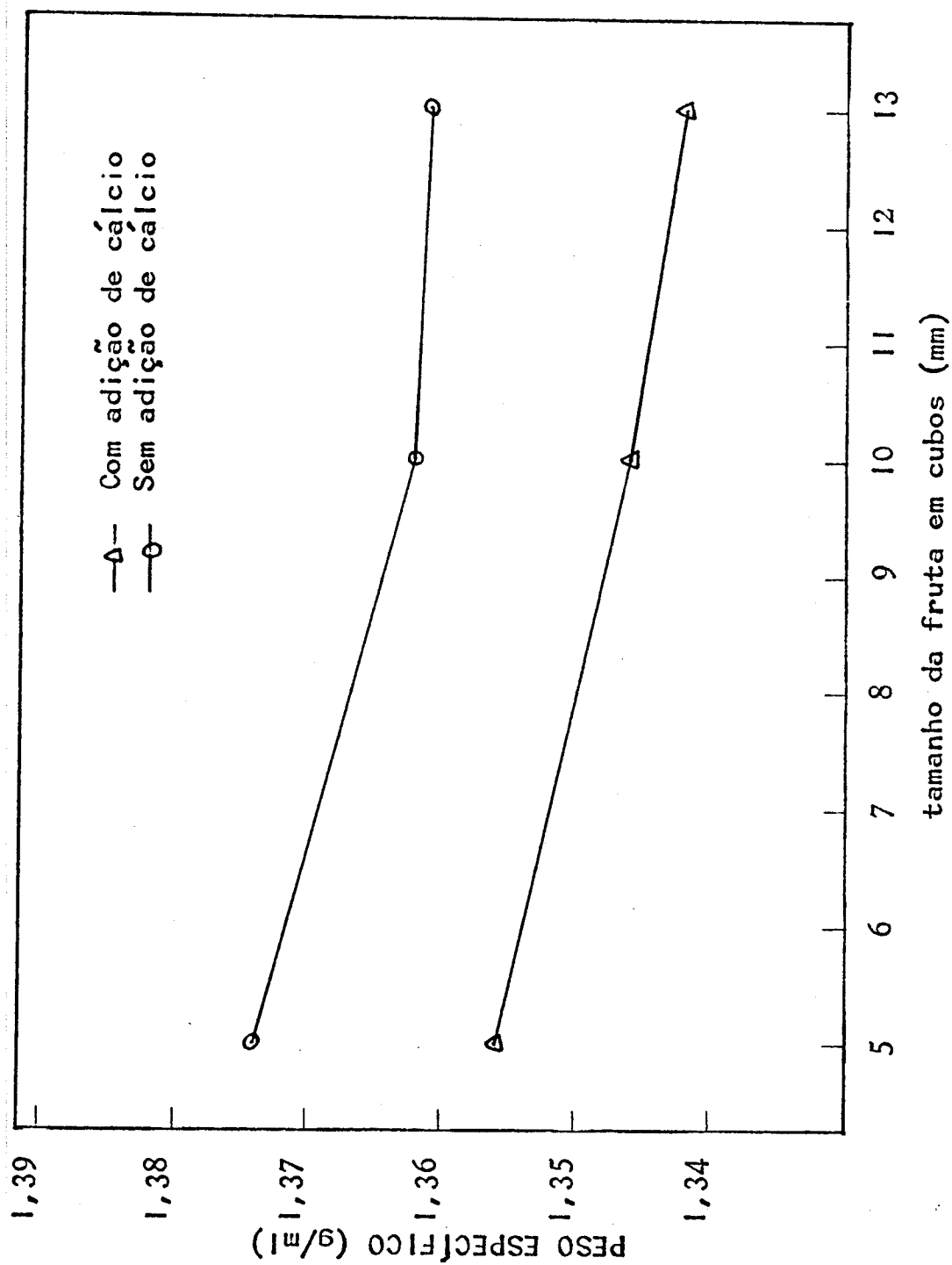


FIG. Nº 20. EFEITO DO CÁLCIO NO PESO ESPECÍFICO DA ABÓBORA SATURADA COM AÇÚCARES

Condições do processo:

- saturação em xarope, contendo açúcar invertido;
- temperatura de saturação 40 - 48°C;
- sem pré-congelamento da fruta.

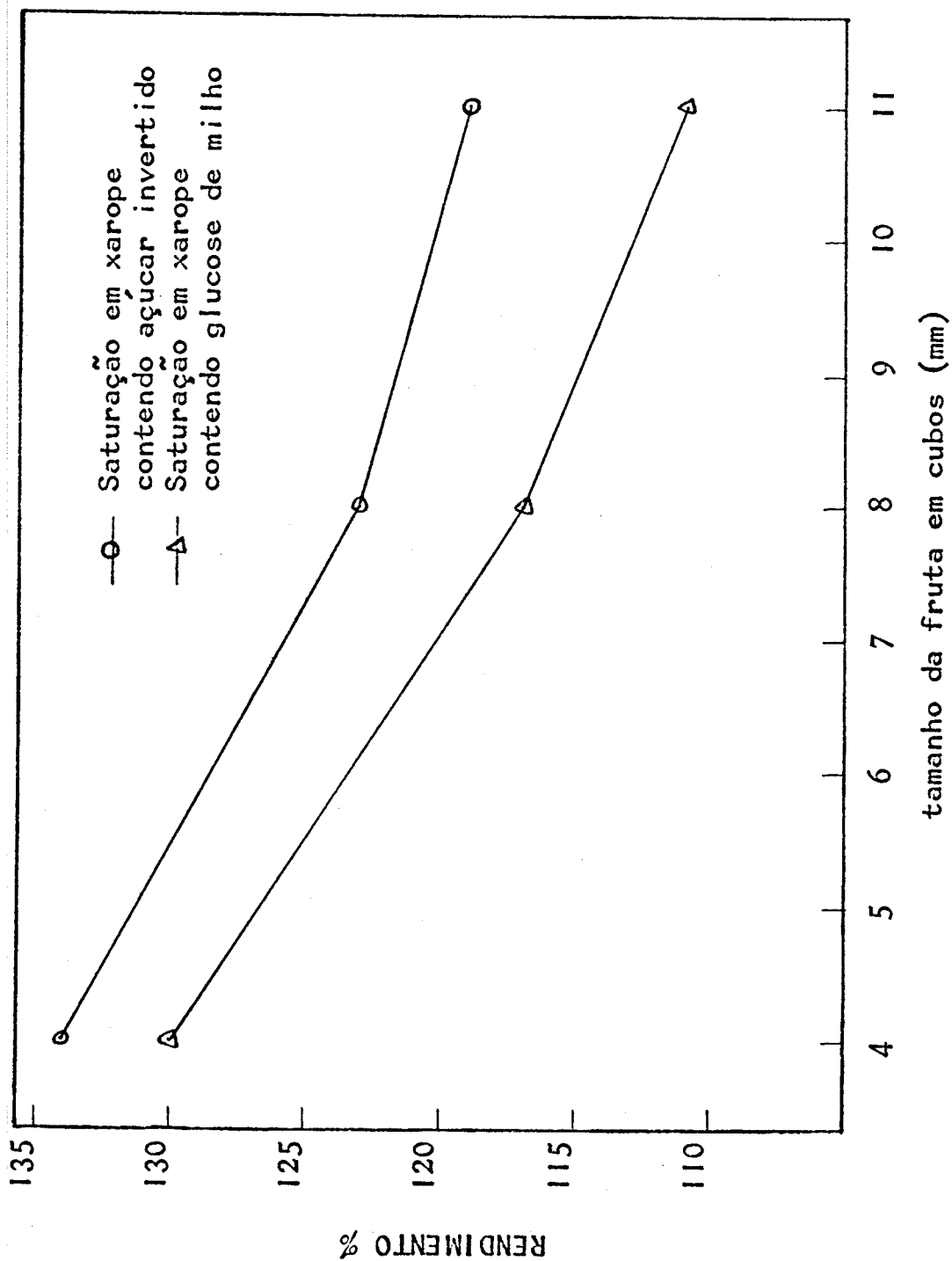


FIG. Nº 21. EFEITO DA COMPOSIÇÃO DO XAROPE NO RENDIMENTO DA CIDRA SATURADA COM AÇÚCARES

Condições do processo:

- temperatura de saturação 60 - 68°C;
- com adição de cálcio;
- fruta pré-congelada.

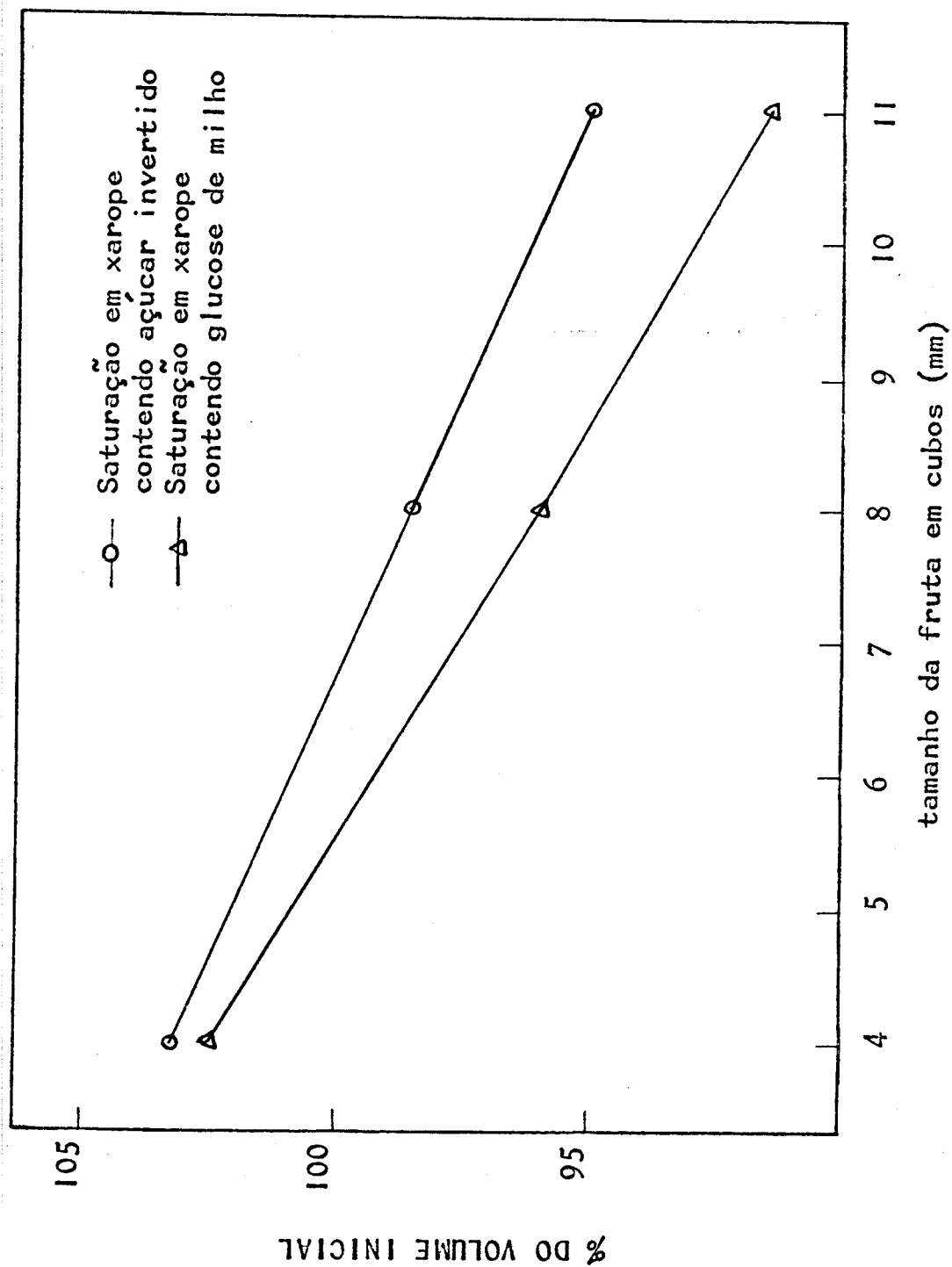


FIG. Nº 22. EFEITO DA COMPOSIÇÃO DO XAROPE NO VOLUME DA CÍDRA SATURADA COM AÇÚCARES

Condições do processo:
 - temperatura de saturação 60 - 68°C;
 - com adição de cálcio;
 - fruta pré-congelada.

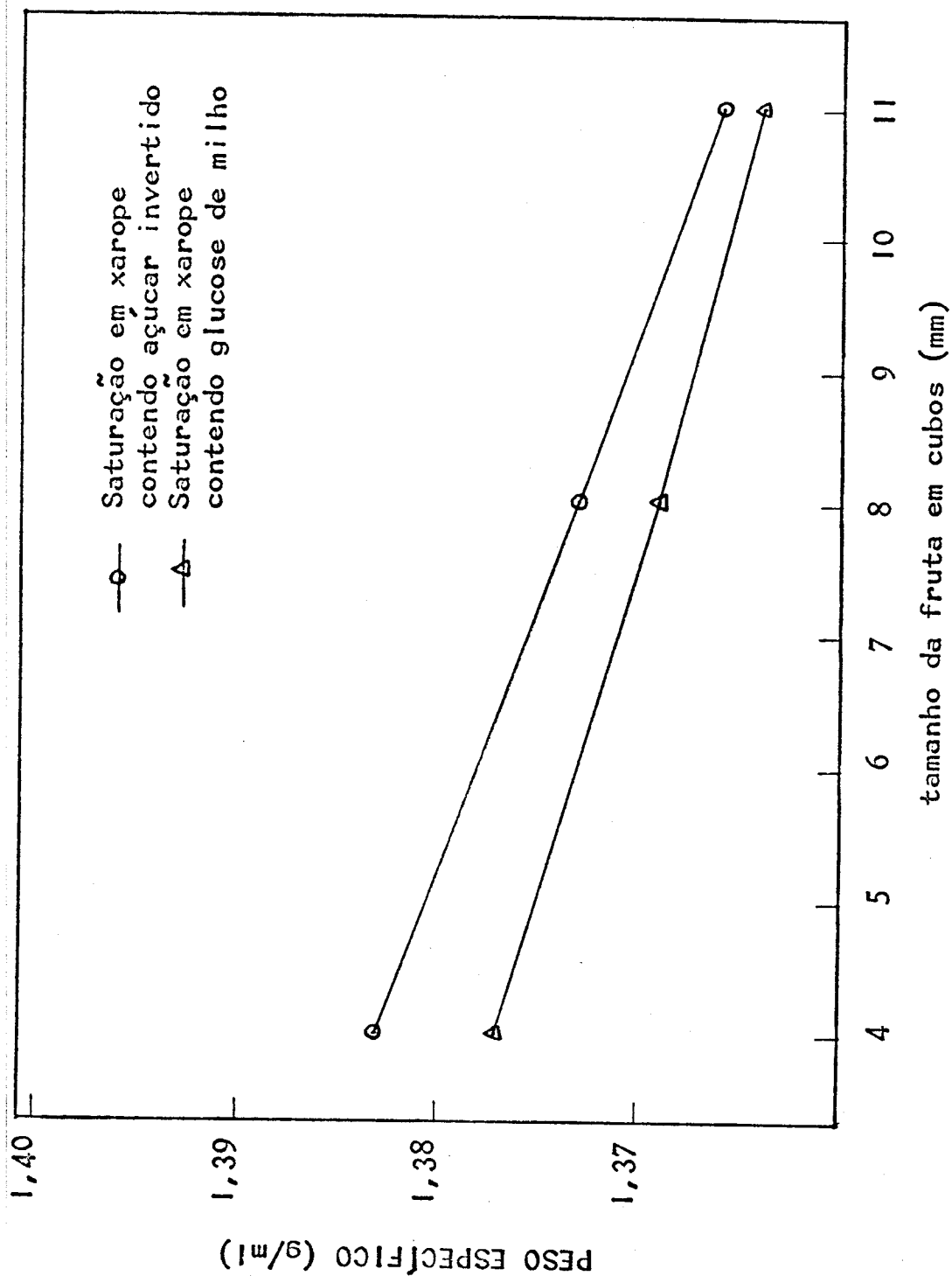


FIG. Nº 23. EFEITO DA COMPOSIÇÃO DO XAROPE
NO PESO ESPECÍFICO DA CIDRA SA
TURADA COM AÇÚCARES

Condições do processo:

- temperatura de saturação 60 - 68°C;
- com adição de cálcio;
- fruta pré-congelada.

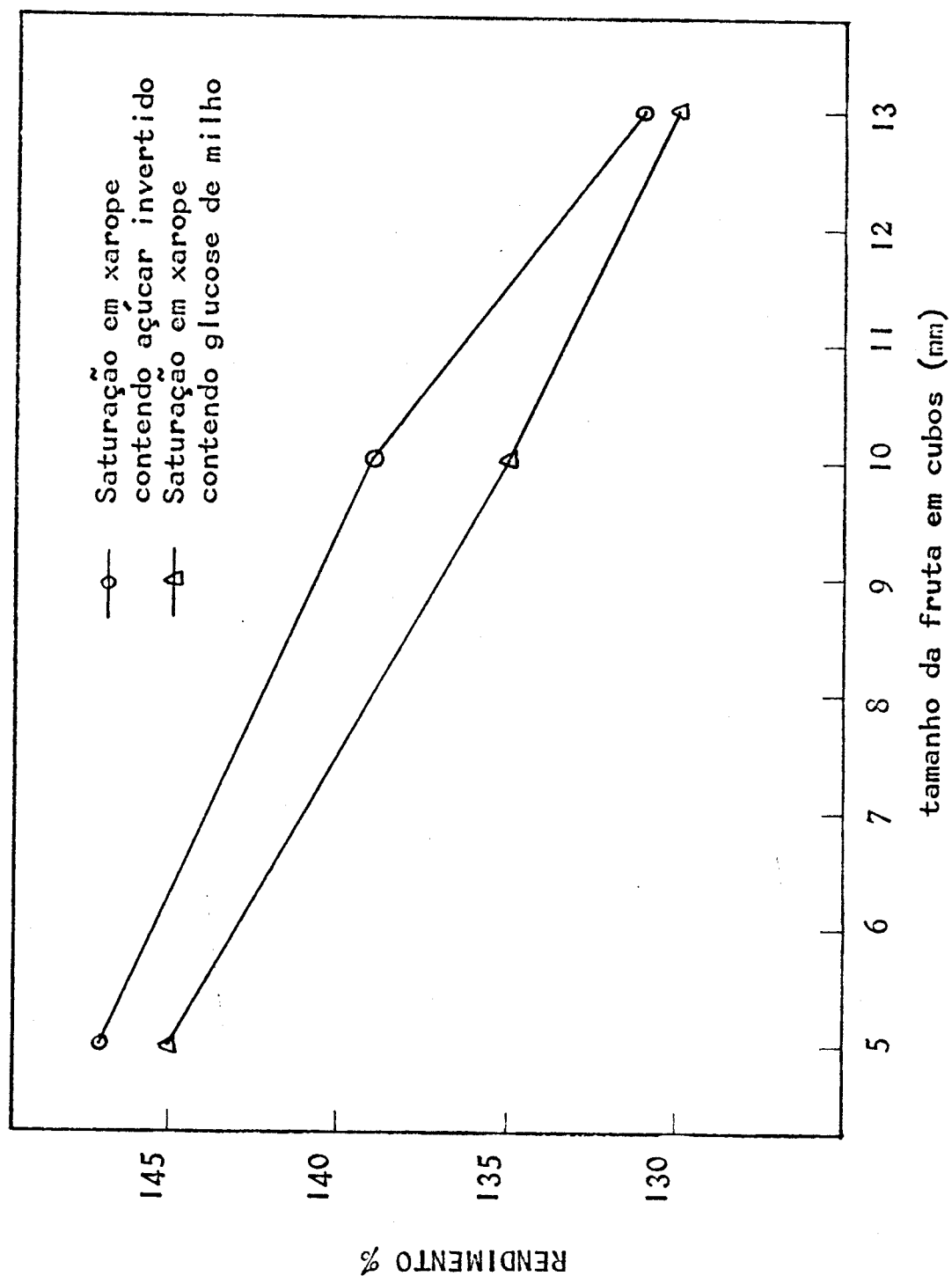


FIG. Nº 24. EFEITO DA COMPOSIÇÃO DO XAROPE NO RENDIMENTO DA ABÓBORA SATURADA COM AÇÚCARES

Condições do processo:

- temperatura de saturação 60 - 68°C;
- com adição de cálcio;
- fruta pré-congelada.

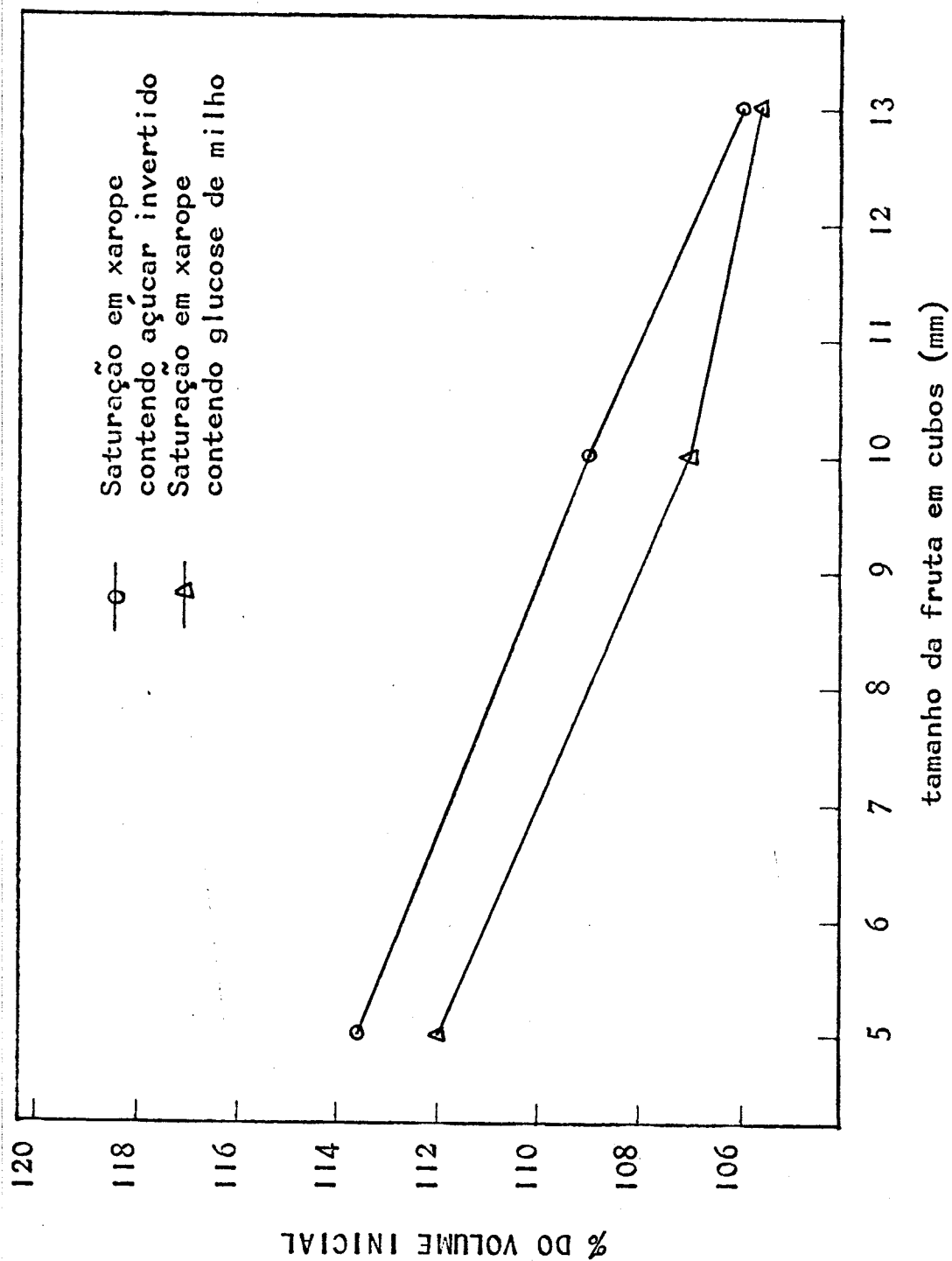


FIG. Nº 25. EFEITO DA COMPOSIÇÃO DO XAROPE NO VOLUME DA ABÓBORA SATURADA COM AÇÚCARES

Condições do processo:

- temperatura de saturação 60 - 68°C;
- com adição de cálcio;
- fruta pré-congelada.

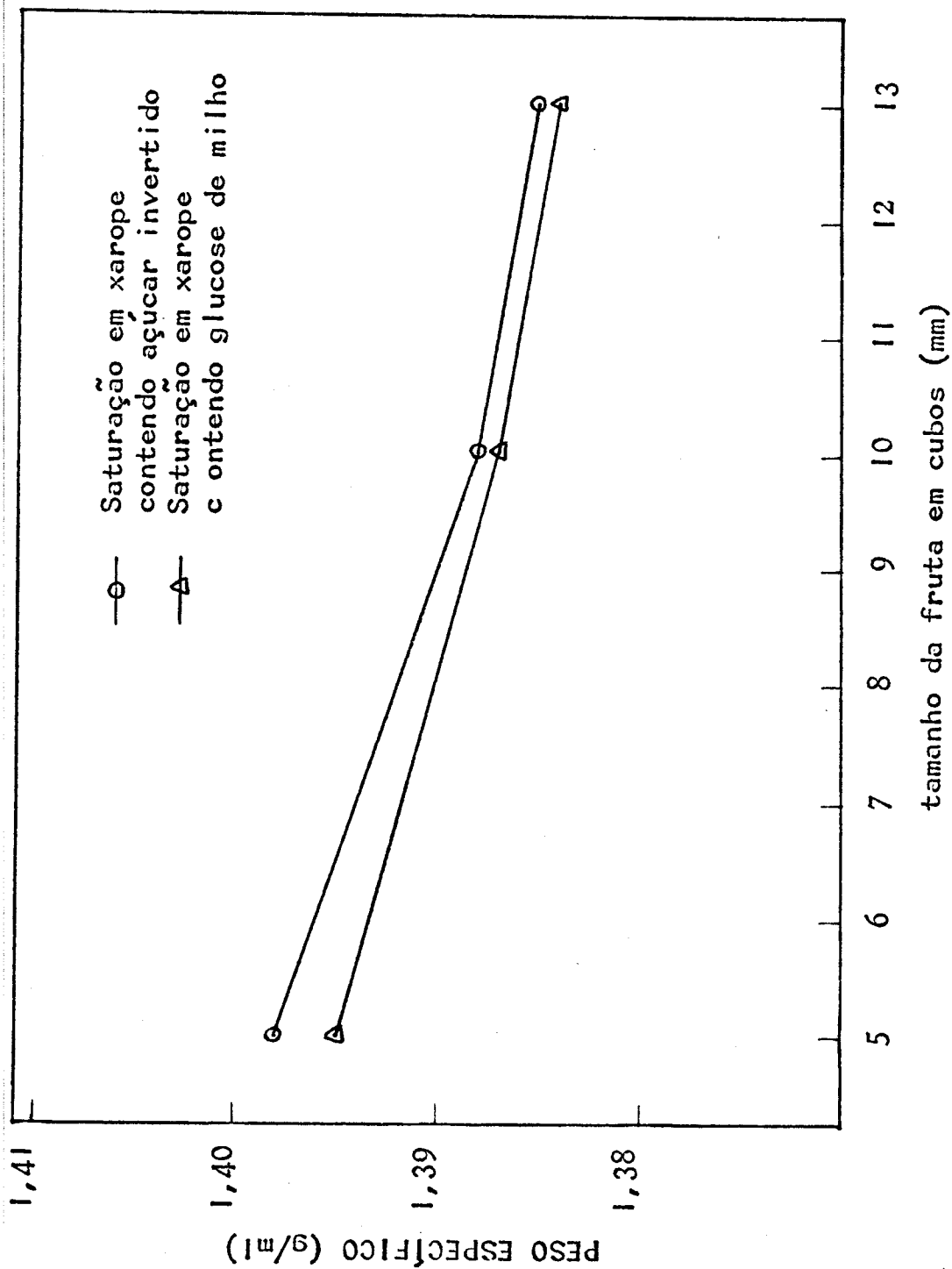


FIG. Nº 26. EFEITO DA COMPOSIÇÃO DO XAROPE NO PESO ESPECÍFICO DA ABÓBORA SATURADA COM AÇÚCARES

Condições do processo:

- temperatura de saturação 60 - 68°C;
- com adição de cálcio;
- fruta pré-congelada.

5. CONCLUSÕES

1. O presente estudo demonstrou que o processo tradicional de saturação das frutas com açúcares, que é muito demorado, pode ser acelerado, consideravelmente, pela concentração contínua dos xaropes sob vácuo.

2. O xarope contendo glucose de milho é melhor do que aquele contendo açúcar invertido para a saturação das frutas, pois, embora o rendimento seja levemente menor, a aparência geral é melhor, e a doçura é moderada, conservando mais o sabor e aroma originais da fruta.

3. A cidra possui estrutura que suporta a concentração rápida dos xaropes sem enrugamento ou colapso, ao passo que a abóbora não tem estrutura firme e, quando submetida a rápida velocidade de saturação, encolhe, dando baixo rendimento.

4. O uso de CaCl_2 melhora a estrutura da fruta, quando ela é tenra, mas diminui o intercâmbio entre a fruta e o xarope, sendo necessária uma concentração mais lenta, para não diminuir o rendimento.

5. A cidra lentamente congelada, antes da saturação, apresenta rendimentos até 135%, e abóbora, até 145%. O congelamento provoca também o amaciamento das frutas.

6. O reaproveitamento dos xaropes não é aconselhável, porque o incremento da viscosidade, durante a saturação das frutas, causaria rendimento mais baixo.

7. A temperatura de saturação de 60 - 68°C é melhor

do que 40 - 48°C, já que o rendimento do produto final é superior, e as reações de escurecimento e hidrólise dos açúcares são insignificantes.

8. A subdivisão da fruta aumenta a relação superfície/volume, fazendo com que a velocidade de saída da água e a entrada de açúcar na fruta sejam equivalentes, acelerando a saturação da fruta sem causar encolhimento dos tecidos.

9. Para a abóbora, as melhores condições para a saturação eficiente e o alto rendimento são:

temperatura de evaporação 60 - 68°C;

os pedaços devem ser previamente congelados;

deve-se usar cálcio no branqueamento e no primeiro xarope.

10. Para a cidra, não há necessidade do uso de cálcio, sendo que as demais condições são iguais às recomendadas para a abóbora.

6. BIBLIOGRAFIA

01. A.O.A.C. Official methods of analysis. Association of official agricultural chemist. Washington 1965.
02. ATKINSON, F.E.; STRACHAN, C.C.; MOYLS, A.W. & KITSON, J.A. Improvements in the candying of fruits. Food Technol., 9: 582-584, 1952.
03. BROWN, B.I. Processing and preservation of ginger by syruing under atmospheric conditions. I. Preliminary investigations of vat systems. Food Technol., 23: 87-91, 1969.
04. _____ Processing and preserving ginger by syruing under atmospheric conditions. II. Effects of syrup temperature, flowrate and sucrose: reducing sugars ratios on the processing of ginger in invert syrup. Food Technol., 23: 953-956, 1969.
05. _____ Processing and preserving ginger by syruing under atmospheric conditions. III. Processing techniques and syrup concentration for maximum drained weight recovery of syruded ginger. Food Technol., 23: 969-972, 1969.
06. CANCEL, L.E.; ROMERO, R.V. & NEGRON, E.D. Method of candying citron and other fruits. United States Patent - 3 502 480 1970.

07. CANNON, M.R. Viscosity measurement. Master viscometers. Ind. Eng. Chem., Anal. Ed., 16: 708-710, 1944.
08. _____ & FENSKE, M.R. Viscosity measurement. Ind. Eng. Chem., Anal. Ed., 13: 299-300, 1941.
09. CRUESS, W.V. Comercial fruit and vegetable products. 4 th Ed. MacGraw-Hill, New York 1958.
10. GROSSO, A.L. Candied and glazed fruit. Refinerias de Maiz S.A.I.C., Argentina 1972 169 p.
11. HARVEY, H.G. The syringing of citrus peels. I. Experimental and theoretical studies. B.F.M.I.R.A. Res. Rep. nº 90 1958 47 p.
12. _____ The syringing of citrus peels. II. Technical aspects of manufacture. B.F.M.I.R.A. Res. Rep. nº 93 1959 24 p.
13. HUGHES, R.E.; CHICESTER, C.O. & STERLING, C. Penetration of maltosaccharides into processed clingstone peaches. Food Technol., 12: 111-115, 1958.
14. I.F.T. Sensory testing guide for panel evaluation of foods and beverages. Food Technol., 18: 1135-1141 , 1964.
15. LEONARD, S.; LUH, B.S. & MRAK, E.M. Factors influencing drained weight of canned clingstone peaches. Food Technol., 12: 80-85, 1958.
16. MACGREGOR, D.R.; KITSON, J.A. & RUCK, J.A. Sugar absortion in the fruit candying process. Food Technol., 18: 109-111, 1964.

17. MATALONI, G. La preparazione industriale dei canditi.
Ind. delle Cons. Alim., Parma 1958.
18. MATZ, S.A. Food texture. Avi Publishing Co., Westport,
Conn. 1962.
19. MOCHIZUKI, K.; ISOBE, K.O. & SAWADA, Y. Method for
producing candied fruits. United States Patent
3 615 687 1971.
20. PENNY, L. The preparation of candied, glazed and
crystallized fruit. B.F.M.I.R.A. Lit. survey n° 8
1970 25 p.
21. RAMACHANDRA, B.S.; RANGANNA, S.; SUBRA RAO, L.S. & KALBAG,
S.S. An improved equipment for the manufacture of
preserves. J. Food. Sci. Technol., 3: 103-111, 1966.
22. STERLING, C. Drained weight behaviour in canned fruit:
An interpretation of the role of the cell wall. Food
Technol., 13: 629-634, 1959.
23. WILLIAMS, C.T. Candied Fruits. Food Mf., 24: 446-449 ,
1949.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador e amigo, Professor Doutor Roberto Hermínio Moretti, pelos ensinamentos e pelo apoio inteligente durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Doutor André Tosello, Diretor da Faculdade de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, pelas facilidades oferecidas durante o Curso e execução dos trabalhos para tese.

Ao Doutor Guido Kaster, Diretor da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" da Universidade Federal de Pelotas, pela cooperação prestada, para alcançarmos nossos objetivos.

À Universidade Federal de Pelotas e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul, na pessoa de seus dirigentes, pelo suporte financeiro oferecido.

Ao amigo Pedro Luiz Antunes, pelo auxílio e sugestões durante o trabalho de redação.

Aos professores, aos colegas, aos companheiros e a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, colaboraram durante esta jornada.

Finalmente, quero agradecer a minha esposa, Cleuza, que me ajudou em todos os momentos, com seu amor e compreensão, e que trouxe à nossa vida um novo tesouro, Alexandre.