

Fls. N.º	35
Proc. N.º	2622/71
Rub.	<i>[assinatura]</i>

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS DE  
CONSERVAÇÃO DE FATIAS DE ABACATE**

**Raúl E. Oquendo R.**  
**Engenheiro-Químico**

**Orientador: Prof. Dr. Ricardo Sadir**

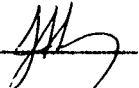
*Tese apresentada à Faculdade de Tecnologia de Alimentos  
da Universidade Estadual de Campinas,  
para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Alimentos.*

**1971**

**UNICAMP**  
**BIBLIOTECA CENTRAL**

C O N T E Ú D O

	Página
Resumo e Summary .....	1 e 2
1. Introdução e Revisão Bibliográfica .....	3
1.1. Classificação da matéria-prima .....	3
1.2. Composição química .....	4
1.3. Aditivos químicos .....	9
1.4. Conservação do abacate .....	10
2. Materiais e Métodos .....	12
2.1. Matéria-prima .....	12
2.2. Agentes conservadores .....	12
2.3. Seleção da matéria-prima .....	13
2.4. Lavagem .....	14
2.5. Descascagem e pós-seleção .....	14
2.6. Corte em pedaços .....	14
2.7. Solução conservadora .....	14
2.8. Enchimento dos recipientes .....	15
2.9. Armazenagem .....	15
2.10. Contagem microbiológica .....	15
2.11. Ajuste do pH desejado .....	16
2.12. Produto congelado .....	16
2.13. Produto liofilizado .....	16
3. Resultados e Discussão .....	17
3.1. Conservação em frascos de vidro .....	17
3.2. Conservação em latas a vácuo .....	17
3.3. Conservação por congelamento .....	18
3.4. Conservação por liofilização .....	19
4. Conclusões .....	20
5. Quadros e Gráficos .....	21
6. Bibliografia .....	27
7. Agradecimentos .....	29

Fls. N.º	37
Proc. N.º	2622/71
Rub.	

## R E S U M O

Estudou-se a conservação de fatias de abacate *Persea americana* Miller. No caso de embalagem em frascos e latas fechadas a vácuo, empregaram-se soluções aquosas de metabissulfito de sódio, sorbato de potássio e ácido ascórbico. No primeiro caso, os resultados foram negativos, pois houve contaminação excessiva na parte da fatia que flutuava na solução. Essa contaminação foi evitada no caso das latas fechadas a vácuo, mas, neste caso, apresentou-se o problema de amolecimento excessivo das fatias por efeito da ação da poligalacturônase, um enzimo que atua sobre a pectina da polpa de abacate.

A ação do enzimo foi evitada mediante tratamento térmico, porém, este tratamento afetou as qualidades organolépticas do produto. Também, tratou-se de eliminar a ação enzimica por mudanças do pH, sendo o resultado negativo, pois que o menor valor de pH permitido para que as qualidades organolépticas do abacate não fossem alteradas, não afeta o enzimo.

Experimentou-se o congelamento das fatias após um banho de imersão numa solução de metabissulfito de sódio, sorbato de potássio e cloreto de cálcio. O resultado foi bom, conservando-se o produto armazenado a baixa temperatura.

Tentou-se, também, a liofilização das fatias congeladas, sendo o produto aceitável quanto ao aspecto organoléptico, mas exigindo um longo período de secagem, o que o encarece.

Fls. N.º	38
Proc. N.º	2622/H
Rub.	<i>[Signature]</i>

S U M M A R Y

The possibility of preserving avocado slices *Persea americana* Miller was investigated. Water solutions of sodium metabisulfite, potassium sorbate and ascorbic acid were used in glass jars and vaccum sealed cans. With the glass jars the results were negative since the slices floated and the part exposed to air became contaminated, mainly by fungi. This contamination was avoided by using vaccum sealed cans, but the product was not considered suitable since its appearance was not good due to the action of the polygalacturonase, an enzyme that degrades the pectin contained in the flesh of the fruit.

The enzyme activity was eliminated by thermal treatment, but this treatment affected the organoleptic properties of the avocado fruit unfavorably. Another attempt was made by varying the pH but the results were negative, because lowering the pH value to the point of inactivation of the enzyme affected unfavorably the organoleptic properties of the avocado.

Experiments were performed by freezing the slices, which were previously dipped into a solution of sodium metabisulfite, potassium sorbate and calcium chloride. The product obtained had a satisfactory appearance that was maintained upon storage at low temperatures.

A part of the frozen slices was also freeze-dried. The product obtained had acceptable organoleptic properties, but the treatment requires a long drying period, which increases the cost of the product considerably.

Fls. N.º	39
Proc. N.º	2622/71
Rub.	<i>JH</i>

## 1. INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. Classificação da matéria-prima

O abacate é uma fruta de árvore de grande porte, pertencente à família *Laureaceae*, espécies *Persea americana* Miller e *Persea drymiifolia* Cham. e Schlecht. Além do grande número de híbridos (5), estas espécies englobam muitíssimas variedades enquadradas em caráter hortícola nas três raças seguintes: Antilhana (West-Indian), Guatemalense e Mexicana. As duas primeiras pertencem à espécie *P. americana* e, a última, à espécie *P. drymiifolia*. As variedades mexicanas são de pouco valor comercial, mas importantes sob o aspecto genético, para cruzamentos.

Algumas características das três raças mencionadas são:

RAÇAS	TIPOS DE CASCA
Antilhana	Lisa e fina ou coriácea
Guatemalense	Rugosa, grossa ou quebradiça
Mexicana	Fina, roxa.

A princípio, o abacate era consumido somente como fruta fresca na forma de purê ou fatias, condimentado com sal ou açúcar, segundo os hábitos alimentares das regiões produtoras. Nos últimos anos houve um aumento do mercado consumidor, que se estendeu à Europa, através de produtores africanos, principalmente da África do Sul, e de Israel.

No Brasil, o consumo de abacate é principalmente na forma de purê adocicado. As variedades mais indicadas para esse consumo, são as que possuem polpa mais macia, sem fibras, comumente denominadas "manteiga". No mercado brasileiro, dá-se preferência às variedades de menor teor de óleo, tais como Pollock, Waldin, Princeza, Simmonds, Fortuna, etc.

## 1.2. Composição química

O preço, as qualidades organolépticas, o valor nutritivo e a riqueza em vitaminas do abacate, justificam plenamente êste trabalho. O aproveitamento depende, principalmente, do volume da polpa (parte comestível), que pode variar segundo as diferentes variedades e as condições de cultura, porém, estando sempre acima de 50% do pêso. Comparando a composição do abacate com a de outras frutas, vemos que possui, em muitos casos, alto teor de óleo. O teor de proteínas de 1,14% permite classificá-lo entre as frutas mais ricas. O conteúdo de glicérides é bom e seu suplemento calorífico é mais alto que o da banana. Contém, ainda, vitaminas lipossolúveis como vitaminas A e D, uma porcentagem média de vitaminas B e E, e um valor baixo de vitamina C.

A seguir, apresentamos uma tabela sôbre a composição média de algumas frutas frescas, e outra sôbre a composição da cinza de abacate(12).

Composição média de frutas frescas (%)

	Água	Proteína	Óleo	Açúcares	Cinza	Cal/100 g
Abacate	70,56	2,10	20,60	5,95	1,32	207
Banana	72,46	1,16	0,55	20,20	0,86	90
Laranja	86,50	0,45	-	9,00	0,45	44
Azeitona	75,00	0,70	20,00	8,90	0,40	200

Composição da cinza do abacate (%)

K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
26,83	18,55	4,72	5,30	1,51	2,58
Mn <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Cl	
-	17,40	1,24	0,50	14,36	

A maioria das frutas mostra seu tipo de maturação to na casca como na polpa. A maioria das cascas das frutas tropicais é verde ou amarela e raramente avermelhada. O tecido comestível usualmente é amarelo, algumas vêzes branco, com pintas vermelhas em algumas espécies. A cõr verde provém da clorofila, que geralmente desaparece na maturação, deixando outros pigmentos como as xantofilas e os carotenóides, que dão a cõr amarela. A clorofila quando aquecida em meio ácido escurece, devido à formação de feofitina. O tecido comestível de algumas frutas é muito rico, às vêzes, em pigmentos carotenóides. Estes são lipossolúveis e resistentes ao calor, porém, fãcilmente destruídos pelo oxigênio nos produtos manufaturados na presença da luz. Alguns carotenóides são precursores da vitamina A no corpo humano (22).

Em continuação, temos um quadro de alguns compostos presentes no abacate e uma comparação no conteúdo da vitamina A e C, com outras frutas (7, 12).

Vitaminas no abacate (100 g fruta fresca)

Composto	Quantidade
Caroteno	60,7 µg
Aneurina	100,0 µg
Lactoflavina	170,0 µg
Ácido ascórbico	8,5 µg
Calciferol	10,0 µg
2 metil-1,4 naftaquinona	8,0 µg
Tocoferol	3,0 µg
Biotina	10,0 µg
Nicotinamida	1,0 mg

Fls. N.º 42

Proc. N.º 2122/71

Rub. *[assinatura]*

Comparação com outras frutas

Frutas	Vitaminas	
	A mg/100 g	B mg/100 g
Abacate	15 - 60	17
Banana madura	30 - 65	15
Banana verde	290	219
Caju	120	-

Pode-se dizer, então, que a côr indica não somente a frescura e a qualidade da fruta "in natura", como também pode indicar a qualidade do produto industrializado.

O abacate apresenta, também, uma série de compostos, alguns não identificados. Pode-se citar dois enzimas, a poligalacturônase e a polifenoloxídase, que afetam a duração tanto da fruta fresca, como dos produtos elaborados com ela (13).

BATES (2), identificou feofitinas formadas no purê de abacate aquecido. Também separou algumas frações mediante extração com éter. Das frações separadas comprovou-se que a de número 2, estava relacionada com o sabor desagradável que se produz ao aquecer o abacate.

MASLIAK (16) identificou os componentes do óleo de abacate. Existem, também, trabalhos na identificação de outros compostos, por HAENDLER (12), SADIR (19), HULME (13) e outros, sobre identificação dos lípidos e extração do óleo de abacate.

HULME e outros (12) encontraram que o abacate possui uma poligalacturônase do tipo endoenzimo, muito semelhante ao do tomate, sendo que o seu pH ótimo é de 5,5 e é inibido com  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ , e  $\text{PO}_4^{\equiv}$ . Também ve-



rificou-se que este enzimo era induzido pela presença de alguns microrganismos (1).

DIZIK e outros (8), realizaram um estudo sobre a polifenoloxidase do abacate, conseguindo purificá-la.

O primeiro enzimo atua sobre a pectina do abacate. Os enzimos que catalisam a degradação das substâncias pecticas, podem ser classificados no grupo das poligalacturonases quando atacam a união glicosídica das moléculas do ácido galacturônico, e em pectinometilsterases, as que rompem a união éster entre os metilésteres do ácido galacturônico. Numa terminologia anterior, as primeiras eram chamadas pectinases e as últimas pectases.

As poligalacturonases podem dividir-se mais ainda em endoenzimos, que atuam dentro da molécula, sobre a ligação  $\alpha - 1,4$  e os exoenzimos que catalisam a divisão gradual da molécula do ácido galacturônico desde o extremo não redutor da cadeia. Outra divisão obtém-se do fato de que alguns enzimos atuam, principalmente, sobre substratos metilados (pectinas), sendo que outros atuam sobre substratos que têm grupos carboxílicos livres (ácidos pecticos). As primeiras são chamadas de polimetilgalacturonases e as outras de poligalacturonases (18).

Em continuação, temos uma tabela do teor de sólidos e atividade da poligalacturonase em algumas frutas (18).

Frutas	% Sólidos secos	Atividade (*) do enzimo
Abacate	22,3	0,24
Abacaxi	19,6	0,09
Pêra	15,8	0,06
Tomate	6,1	3,68

(\*) A atividade foi determinada como o aumento em poder redutor, expressado como gramas de ácido galacturônico por 100 g de fruta fresca/hora.

Os ênzimos são anfóteros, ou seja, que têm constantes de dissociação para ambos os grupos ácidos e básicos. Eles sofrem mudanças na solubilidade, pressão osmótica e viscosidade, a diferentes pH. É provável que as alterações na atividade enzimica, ao variar o pH, sejam devidas a trocas na ionização do ênzimo, do substrato ou do complexo ênzimo-substrato. Se a velocidade de uma reação enzimica para um dado ênzimo e concentração de substrato, é determinada a diferentes valores de pH, obtêm-se uma curva conforme se pode verificar na Figura 1, onde temos este tipo de curva para a hidrólise de pectina por uma endopoligalacturônase (18).

Em geral, os ênzimos são ativos numa faixa limitada de pH, que pode ser estreita ou ampla. A curva não caracteriza com propriedade o ênzimo, pois o pH ótimo pode diferir entre um e outro substrato.

A temperatura de reação utilizada para obterem-se os dados da curva de pH-atividade, às vezes é tão alta, que produz inativação parcial do ênzimo. Como a velocidade de inativação do ênzimo difere, dependendo do valor do pH, uma variação na temperatura pode ocasionar, consequentemente, uma variação no pH ótimo.

As curvas de atividade-temperatura tomam a forma mostrada na Figura 2(A). A atividade enzimica aumenta constantemente até 50°C e cai abruptamente acima de 55°C. O efeito da inativação térmica também pode ser isolado, como na Figura 2(B), onde se mostra o efeito de temperatura na atividade enzimica (18).

Relativamente, poucos trabalhos têm sido feitos sobre a atividade de ênzimos a baixas temperaturas, porém, sabe-se que os ênzimos continuam ativos nos sistemas congelados (18).

O outro ênzimo importante é a polifenoloxídase. Este também é conhecido como tirosinase, catecólase, fenólase e batata oxídase. O nome sistemático para um ênzimo bastante definido deste grupo, é o difenol: O<sub>2</sub> oxidoredutase (E.C. 1.10.3.1.). O nome sistemático indica que o ênzi-

mo catalisa reações, nas quais oxigênio molecular é o acceptor de hidrogênio e os fenóis atuam como doadores de hidrogênio. O enzimo catalisa a oxidação de mono e difenóis, e é específico para a posição orto dos difenóis (18).

Este enzimo, está bastante distribuído nas plantas e foi primeiramente descrito em cogumelos. É a causa primária do rápido escurecimento de vegetais e frutas, após serem cortadas e expostas ao ar. Este conhecido fenômeno do escurecimento enzimico é devido à polimerização de quinonas formadas a partir de mono e difenóis simples (21).

### 1.3. Aditivos químicos

Dos aditivos químicos empregados em alimentos para evitar o escurecimento enzimico, o dióxido de enxofre é o mais usado e, provavelmente, o mais efetivo (21). Porém, existem algumas desvantagens no seu uso, tais como odores desagradáveis durante o processamento e sabor indesejável em algumas frutas quando em excesso. Para frutas em fatias, a velocidade de penetração é importante, já que as quantidades de  $SO_2$  que chegam ao centro, deverão ser adequadas para lograr a destruição do enzimo, porém, não suficiente para ser detectável pelo sabor (20).

Em algumas aplicações de sulfitagem, a ação antimicrobiana ocorre juntamente com os outros efeitos preservativos. O ácido sulfuroso inibe leveduras, fungos e bactérias, porém é seletivo, pois as leveduras são mais resistentes que as bactérias lácticas e acéticas, propriedade esta que é aproveitada na fabricação de vinhos (10).

Depois do dióxido de enxofre, os inibidores químicos mais usados são os ácidos orgânicos ou inorgânicos, assim como os que possuem um poder redutor como o ácido ascórbico.

Outro grupo de aditivos químicos empregados na preservação de alimentos é os aditivos antimicrobianos. O ácido sórbico e seus sais têm uma aplicação contra leveduras e fungos, porém são menos efetivos contra bactérias. A sua faixa de atividade ótima vai até pH 6,5, embora para menores valores de pH possuam maior efetividade.

#### 1.4. Conservação de abacate

No campo de conservação de abacate, foram publicados vários trabalhos sobre aquela do purê, um sobre a conservação de fatias a baixa temperatura e alguns estudos sobre salada de abacate e "guacamole" liofilizados.

BATES (3) estudou o escurecimento enzimico em variedades de abacate, mediante reflexão da luz. Purê de Booth 8 escurece mais que o de Lula. O escurecimento a 24°C foi retardado sem mudanças no sabor com 30 mg % de bissulfito de sódio ou com 200 mg % de ácido ascórbico. O ajuste do pH de 6,5 para 5,1, com suco de limão ou ácido cítrico e clorídrico, acelera o escurecimento do Booth 8. A combinação de bissulfito de sódio e ácido ascórbico foi efetiva para evitar o escurecimento.

BENSON (4) removeu a casca e a semente do abacate, submergiu a polpa numa solução antioxidante e depois em nitrogênio líquido, até o congelamento. Após o congelamento, submergiu o abacate novamente na solução antioxidante até formar uma camada de gelo na superfície. O abacate foi embalado em sacos de plástico sob atmosfera de nitrogênio.

EISEMBERG e outros (9), preservaram purê de abacate acidulado com ácido cítrico até pH 4,2, usando sorbato de potássio como conservador, e utilizando raios-gama como tratamento estabilizador.

GÓMEZ E BATES (11) estudaram a deterioração do purê de abacate e de "guacamole" liofilizados e embalados sob atmosfera de ar e nitrogênio armazenados a diferentes temperaturas. Encontraram que o produto era mais estável em nitrogênio, tendo durado 15 semanas a 21°C, e somente 7 semanas a 78°C.

LIME (14) estudou a variação do conteúdo de lípidos e carotenos durante armazenagem do "guacamole" liofilizado a 38 e 20°C, sob vácuo e ar. No vácuo não houve um decréscimo notável do conteúdo, em períodos até 48 semanas. Porém, sob o ar, o decréscimo foi rápido.

LIME (15) preparou e estudou o comportamento durante a armazenagem do "guacamole" liofilizado. A temperaturas de até 4°C, embalados em sacos plásticos sob vácuo ou nitrogênio, manteve-se até 48 semanas. A 38°C manteve-se durante 3 semanas. Embalado sob ar a 38°C, durou 2 semanas, a 20°C, 8 semanas, e a 4°C 16 semanas.

Na "Agricultural Research" de Washington (23) experimentou-se um processo industrial contínuo na preparação de purê de abacate, que pode ser usado para consumo ou para extração de óleo.

O objetivo neste trabalho foi a avaliação de vários métodos empregados na conservação de fatias de abacate, tendo em conta o efeito na variação de alguns fatores como pH, temperatura e concentração de aditivos químicos. Ao mesmo tempo, estudou-se o emprêgo de várias técnicas industriais, tais como congelamento e liofilização.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Matéria-prima

Foram utilizados, neste trabalho, lotes de frutos das variedades Collinson, Fortuna, Tatuí e Waldin, procedentes da Estação Experimental "Theodoreto de Camargo", Fazenda Santa Elisa, Campinas, Estado de São Paulo. Algumas características destas variedades são (19):

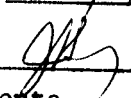
VARIEDADE	RAÇA	CASCA			
		CÔR	TIPO	TAMANHO DO FRUTO	ÓLEO %
Collinson	Ant. x Guat.	Verde-brilhante	Quebradiça	Grande	17,50
Fortuna	Guat. x Ant.	Verde-escuro	Coriácea	Grande	10,21
Tatuí	Ant. x Guat.	Verde-brilhante	Quabradiça	Grande	20,50
Waldin	Antilhana	Amarelo-verde	Coriácea	Médio	6,95

O tamanho dos frutos é considerado grande quando o peso médio varia entre 450 e 750 g, e médio, quando o peso médio varia entre 370 e 600 g. Estas variedades são de produção constante.

Como o produto final deve ter uma certa consistência e cor atraente, não se deixou que os frutos alcançassem o ponto de maturação máxima. Por isso, foram utilizados quando a polpa ainda não cedia a leve pressão dos dedos e a cor da casca era menos brilhante.

2.2. Agentes conservadores

Ácido cítrico (anidro p<sub>o</sub>), Baker Analyzed Reagente.  
 Ácido ascórbico (L<sup>+</sup>) puríssimo, E. Merck.

Fls. N.º 49  
Proc. N.º 2622/71  
Rub. 

Cloreto de cálcio da B. Herzog.

Embanox 2 Grade A Antioxidant Óleo vegetal como dissolvente  
BHA 18%  
BHT 20% May & Baker

Embanox 3 Grade A Antioxidant Óleo vegetal como dissolvente  
BHA 20%  
Propyl Gallate 6% May & Baker  
Citric Acid 4%

Embanox 4 Grade A Antioxidant Óleo vegetal como dissolvente  
BHA 20% May & Baker  
Citric acid 20%

Metabissulfito de sódio, título 96%, Carlo Erba.

Sorbato de potássio, da B. Herzog.

Os agentes antes mencionados foram utilizados em soluções aquosas, segundo os Quadros 1 a 6.

### 2.3. Seleção da matéria-prima

O abacate utilizado foi recebido em caixas de 24 kg. Após inspeção visual, os frutos foram colocados em câmaras de maturação à temperatura ambiente (25°C), durante 4 ou 5 dias, até alcançarem o grau de maturação desejado. A seguir, foram escolhidos os frutos que ainda mantinham o pedúnculo, já que, assim, se evita uma porta aberta no seu ápice, ao ataque de fungos e bactérias que causam sérios prejuízos na sua conservação.

Fls. N.º	50
Proc. N.º	2622/7
Rub.	JH

#### 2.4. Lavagem

Após a seleção, a matéria-prima foi colocada num banho de água clorada (7-10 p.p.m.), os frutos sendo submersos e esfregados, para eliminar a terra aderente à casca. Depois foram lavados em água corrente.

#### 2.5. Descascagem e pós-seleção

Com a utilização de facas de aço inoxidável, previamente lavadas em água clorada (15-20 p.p.m.), foram cortadas as frutas pela metade, descartando-se as sementes e as cascas. A polpa que não apresentava defeitos na superfície foi selecionada.

#### 2.6. Corte em pedaços

A polpa da fruta em bom estado foi cortada em pequenos pedaços de 2 x 3 ou 2 x 5 cm, dependendo da espessura, e colocada num recipiente em quantidade adequada ao tamanho deste. Em recipientes de 1 kg colocaram-se de 350 a 400 g e, em recipientes de 1/2 kg, colocaram-se de 150 a 200 g, a fim de se evitar o esmagamento das fatias.

#### 2.7. Solução conservadora

Foi utilizada uma solução aquosa contendo ácido cítrico, em quantidade suficiente para correção do pH abaixo de 4,5, ácido ascórbico, em pequena quantidade, para ajudar a preservação da cor, já que este evita o escurecimento enzimico; metabissulfito de sódio a 0,1% como agente conservador contra o escurecimento e, em parte, como bactericida; sorbato de potás-



Fls. N.º	57
Proc. N.º	2622/71
Rub.	

sio a 0,1% como bactericida e fungicida; e cloreto de cálcio a 0,1% como enrijecedor da textura.

## 2.8. Enchimento dos recipientes

Como recipientes foram usados frascos e latas. Os recipientes após lavagem com detergente e água clorada (15-20 p.p.m.) foram secados. Colocaram-se, depois, as fatias nas quantidades já mencionadas, e depois, adicionou-se a solução conservadora em quantidade suficiente para cobrir o material, porém, deixando-se um certo espaço livre no caso das latas, que foram recravadas a vácuo.

## 2.9. Armazenagem

Os frascos e as latas foram conservados à temperatura ambiente (25°C). Também foram armazenadas em estufa a 37°C, para estudar o crescimento microbiológico.

## 2.10. Contagem microbiológica

Realizaram-se contagens totais segundo as especificações do "American Public Health Association, Inc." (24).

A primeira contagem foi feita na matéria-prima acidulada, após esmagamento. Depois de 15 dias, realizou-se outra no líquido da solução conservadora. A última contagem foi feita após 30 dias, também sobre o líquido conservador. Os resultados aparecem no Quadro 7.

Fls. N.º	52
Proc. N.º	2622/71
Rub.	<i>[assinatura]</i>

### 2.11. Ajuste do pH desejado

Tomou-se uma amostra de 100 g de polpa de abacate e titulou-se com solução a 1% de ácido cítrico, recentemente preparada, no potenciômetro Beckman. Geralmente, o pH inicial variou entre 5,8 e 6,2, sendo levado para 4,4 para se ter um certo limite de segurança contra o *Clostridium botulinum*, já que êste não se desenvolve abaixo de 4,5.

### 2.12. Produto congelado

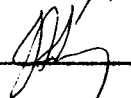
As fatias de abacate foram preparadas na forma descrita anteriormente e, a seguir, submersas numa solução de 0,1% metabissulfito de sódio, 0,1% sorbato de potássio e 0,1% de cloreto de cálcio. Após 15 minutos, as fatias foram distribuídas em bandejas metálicas, as quais foram colocadas num congelador de placas a  $-20^{\circ}\text{C}$ , durante 2 horas.

O produto assim preparado foi colocado em frascos ou latas e armazenado a  $-10^{\circ}\text{C}$ .

### 2.13. Produto liofilizado

As fatias de abacate prêviamente congeladas nas bandejas foram colocadas no liofilizador. A primeira experiência foi feita no liofilizador Stokes modelo 904-024-2 (24 Fol.), durante 5 horas, porém o tempo não foi suficiente.

Realizaram-se mais experiências no liofilizador New Brunswick modelo XB-60-50.

FIS. N.	33
Proc. N.º	2622/7
Rub.	

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Conservação em frascos de vidro

Realizaram-se vários ensaios em frascos de vidro, sendo que êstes apresentaram o maior número de problemas.

O primeiro ensaio realizado aparece no Quadro 1. Foram experimentados vários agentes conservadores. O melhor resultado obtido foi com metabissulfito de sódio, sorbato de potássio e ácido cítrico, porém houve o problema de um desenvolvimento excessivo de microrganismos na parte do abacate que flutuava na solução, ficando em contacto com o ar do espaço-livre. Tentou-se eliminar êste problema, mediante o enchimento total dos frascos, permanecendo sempre, contudo, uma pequena bôlha de ar que permitiu o desenvolvimento dos microrganismos. Empregaram-se quantidades maciças de sorbato de potássio, como mostra o Quadro 4, sendo o resultado negativo. Também variou-se o pH entre 4,5 e 4,0, como mostra o Quadro 2, não sendo possível a utilização de menor valor, pois, o sabor tornava-se muito ácido. O resultado foi negativo, já que a maior duração foi de 5 dias. Tentou-se, também, a utilização de sal ou açúcar na conservação, como mostra o Quadro 3, mas o resultado igualmente foi negativo.

#### 3.2. Conservação em latas a vácuo

Para evitar o problema do desenvolvimento microbiano, experimentou-se a conservação em latas fechadas a vácuo. No Quadro 5, mostra-se uma experiência realizada para constatar a eliminação do crescimento bacteriano com a aplicação de vácuo. As latas fechadas sem vácuo, no dia seguinte apareceram estufadas, porém as outras se conservaram em boas condições. Realizaram-se contagens de microrganismos totais nas latas, como

RIS. N.	.....
Proc. N.º	2622/71
Rub.	MS

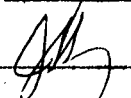
mostra o Quadro 7, sendo os resultados satisfatórios na preservação.

Apresentou-se aqui outro problema, que foi o amolecimento excessivo das fatias de abacate por ação da poligalacturônase, enzimo que atua sobre a pectina contida na polpa. Tentou-se inibir a ação do enzimo, variando-se o pH como mostra o Quadro 6, sendo o resultado negativo, já que o menor valor que se pôde empregar foi de 4,0, pois o sabor das fatias tornava-se muito ácido e o pH não afetava o enzimo. Experimentou-se a utilização do tratamento térmico por vapor direto, chegando-se a uma temperatura de 69°C no centro das latas. Estas foram recravadas sem vácuo, abrindo-se uma delas para exame após 15 dias. O produto apresentava boa consistência, porém havia modificação na cor, no aroma e no sabor, de modo que este tratamento foi descartado.

### 3.3. Conservação por congelamento

Experimentou-se a conservação de fatias de abacate por congelamento, obtendo-se um produto bom. Utilizou-se um congelador de placas a -20°C. A fruta, em fatias, foi colocada em bandejas de metal, após um banho de imersão durante 15 minutos numa solução de metabissulfito de sódio, sorbato de potássio e cloreto de cálcio. Após 2 horas no congelador, o produto foi colocado em latas ou frascos e armazenado a -10°C, o que prolongou a vida útil do produto.

O uso do congelador de placas produz um rápido congelamento das fatias, porém, às vezes, estas apresentam um sabor amargo que pode ser evitado por congelamento de imersão em nitrogênio ou Freon, como demonstrou o trabalho de BENSON (4).

Fls. N.º	55
Proc. N.º	2622/71
Rub.	

#### 3.4. Conservação por liofilização

Uma parte das fatias congeladas foi liofilizada. Na primeira experiência, utilizou-se o liofilizador Stoker, mod. 904-024-2 (24 Fol) durante 5 horas, porém o produto final tinha um alto conteúdo de umidade, deteriorando-se após 48 horas à temperatura ambiente.

Nas outras experiências, foi utilizado o liofilizador New Brunswick, modelo XB-60-50.

Não obstante as fatias de abacate fôsem cortadas bem finas, foi necessário um longo tempo de secagem, motivo pelo qual foi preciso recongelar o produto entre uma e outra liofilização. Em consequência, formaram-se duas capas internas de diferentes cores, porém o aspecto externo foi bom. A cor externa permaneceu inalterada, mas nas fatias ao serem armazenadas à temperatura ambiente, houve uma troca notável na cor após 22 dias, e, aos 30 dias, tornaram-se cinzentas. Armazenadas a temperaturas - abaixo de 0°C, prolongou-se a vida útil do produto. Esse problema foi estudado por GÓMEZ e BATES (11) e também por LIME (13 e 14).

Fis. N.º	08
Proc. N.º	2622/71
Rub.	JM

#### 4. CONCLUSÕES

4.1. Foi estudada a conservação de fatias de abacate em frascos de vidro mediante o emprêgo de soluções aquosas de agentes conservadores e antioxidantes. O resultado foi negativo.

4.2. Empregaram-se latas fechadas a vácuo para eliminar o desenvolvimento microbiano, porém, apresentou-se o problema do amolecimento excessivo devido à poligalacturônase. Também aqui o resultado foi negativo.

4.3. Para eliminar a atividade do ênzimo mudou-se o pH. Contudo, o resultado foi negativo. Aplicou-se tratamento térmico, conseguindo-se desativar o ênzimo, porém, as propriedades organolépticas foram afetadas.

4.4. Obtiveram-se bons resultados nos produtos congelados e liofilizados. Ambos mantiveram a côr inalterada e as qualidades organolépticas foram aceitáveis para o consumo. Constatou-se que o produto liofilizado necessitava de um longo período de secagem, o que encarece o seu custo.

5. QUADROS E GRÁFICOS

Quadro 1. Conservação de fatias de abacate da var. Waldin em frascos, com vários agentes conservadores.

pH		Agentes (*)
Inicial	Final	
6,1	4,5	A - B
6,1	4,5	A - C
6,1	4,5	A - E
6,1	4,5	A - B - C
6,1	4,5	A - F
6,1	4,5	A - G

(\*) Os agentes químicos empregados foram os seguintes: A - Ácido cítrico; B - Sorbato de potássio; C - Metabissulfito de sódio; D - Ácido ascórbico; E - Embanox 4; F - Embanox 3; G - Embanox 2; H - Cloreto de cálcio; I - NaCl; J - Açúcar.

Quadro 2. Efeito da variação do pH na conservação de fatias de abacate da var. Waldin em frascos.

pH final	Concentração de agentes		
	A	B	C
	%	%	%
4,5	a	0,1	0,1
4,4	b	0,1	0,1
4,3	c	0,1	0,1
4,2	d	0,1	0,1
4,1	e	0,1	0,1
4,0	f	0,1	0,1

As letras minúsculas representam as quantidades de ácido cítrico para correção do pH indicado.

Quadro 3. Efeito da utilização de sal e açúcar na preservação da var. Waldin em frascos.

pH final	Agentes (%)					
	A	B	C	D	I	J
4,3	a	0,1	0,1	0,01	0,00	0,00
4,3	a	0,1	0,1	0,01	1,00	0,00
4,3	a	0,1	0,1	0,01	2,00	0,00
4,3	a	0,1	0,1	0,02	0,00	1,00
4,3	a	0,1	0,1	0,02	0,00	2,00

Quadro 4. Efeito da conservação de duas variedades de abacate em frascos com o máximo de solução possível.

Variedades	pH final	Agentes (%)			
		A	B	C	D
Waldin	4,3	a	0,1	0,1	0,01
Tatuí	4,3	b	0,1	0,1	0,01
Tatuí	4,3	b	0,2	0,1	0,01
Tatuí	4,3	b	0,4	0,1	0,01
Tatuí	4,3	b	0,6	0,1	0,01

Quadro 5. Conservação de fatias de abacate da var. Tatuí em latas fechadas a vácuo e à pressão atmosférica.

Variedade	pH final	Reagentes (%)			
		A	B	C	D
Tatuí (com vácuo)	4,3	a	0,1	0,1	0,01
Tatuí (sem vácuo)	4,3	a	0,1	0,1	0,01



Quadro 6. Efeito da variação do pH na conservação de fatias de variedades de abacate.

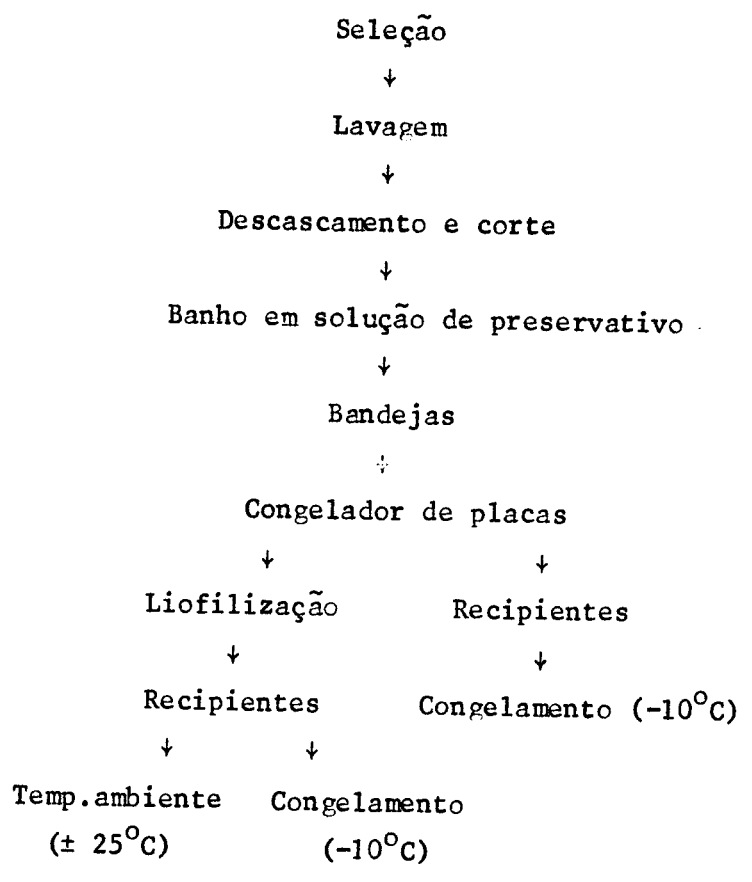
Variedades	pH final	Agentes conservadores		
		A %	B %	C %
Fortuna	4,5	a	0,1	0,1
Fortuna	4,4	b	0,1	0,1
Fortuna	4,3	c	0,1	0,1
Fortuna	4,2	d	0,1	0,1
Fortuna	4,1	e	0,1	0,1
Fortuna	4,0	f	0,1	0,1
Collinson	4,5	g	0,1	0,1
Collinson	4,4	h	0,1	0,1
Collinson	4,3	i	0,1	0,1
Collinson	4,2	j	0,1	0,1
Collinson	4,1	l	0,1	0,1
Collinson	4,0	m	0,1	0,1

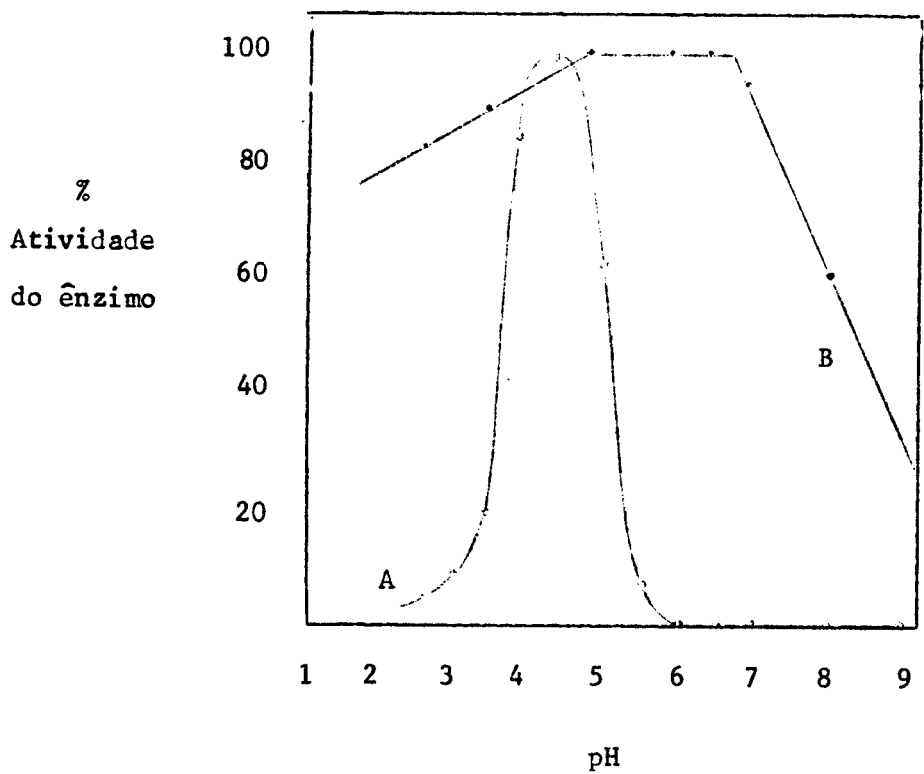
Quadro 7. Efeito dos conservadores sobre o crescimento microbiológico.

Tempo (dias)	Contagem (microrganismos/g)
0	$1,8 \times 10^5$
15	375
30	50

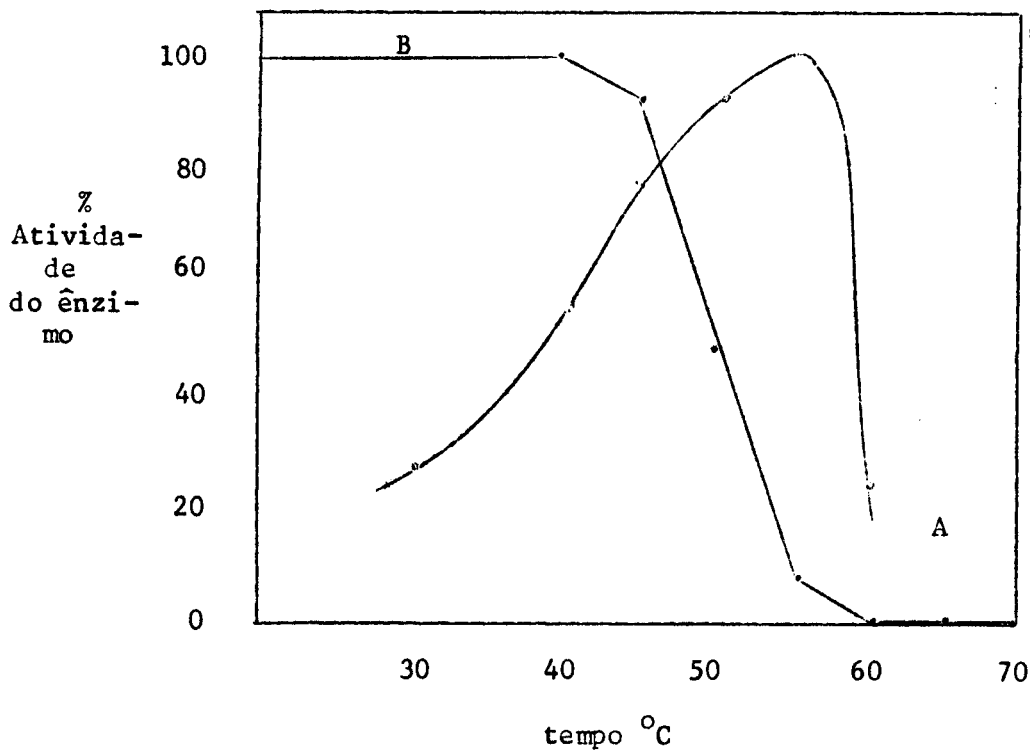
FIS. N. 62  
 Proc. N.º 2122/71  
 Rub. [assinatura]  
 abacate em

Quadro 8. Esquema de congelamento e liofilização de fatias de bandejas.





**Figura 1.** Curvas de atividade e estabilidade da endopoligalacturônase III ao variar o pH. A curva A mostra a atividade ao variar o pH com tempo de reação de 10 minutos a 30°C para os valores de pH mostrados. A curva B mostra a estabilidade ao variar o pH com exposição do enzimo por 100 minutos a 40°C para os valores de pH mostrados, seguidos da determinação da atividade residual a pH 4,5 (18).



**Figura 2.** Curvas de atividade e estabilidade térmica da endopoligalacturânase III ao variar a temperatura e a  $\text{pH} = 4,4$ .

- A: curva de atividade-temperatura, com tempo de reação de 10 minutos - às temperaturas mostradas.
- B: curva de estabilidade térmica, com exposição do enzima por 10 minutos às temperaturas mostradas, seguido da determinação da atividade residual a  $40^{\circ}\text{C}$  (18).

Fls. N.º	63
Proc. N.º	2622/71
Rub.	<i>[Handwritten Signature]</i>

## 6. BIBLIOGRAFIA


1. BARASH, I. & KHAZZAM, S. Induction of Poligalacturonase in Avocados Infected with Colletotrichum Gloeosporioides, Phytochemistry 9:(6) 1.189-97, 1970.
2. BATES, R.P. Heat-induced Off-flavor in Avocado Flesh, Journal of Food Science 35 (4) 478-82, 1970.
3. BATES, R.P. The retardation of enzymatic browning in Avocado puree, and Guacamole. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 81: 230-35, 1968.
4. BENSON, E. Liquid N<sub>2</sub> in Avocado Processing, U.S. Patent 3.398.001, 1968.
5. BOLÍVAR, I.O. Obtenção de óleo de abacate. Tese de Mestrado - UEC, Campinas, 1970.
6. CHICHESTER, C.O. e outros. Advances in food research, vol. 13. Academic Press, New York and London, 320-21, 1964.
7. CHICHESTER, C.O. e outros. Advances in food research, vol. 17. Academic Press, New York and London, 153-207, 1969.
8. DIZIK, N.S. & KRAPP, F.W. Avocado Polyphenoloxidase, Journal of Food Science, 35 (2) 282-85, 1970.
9. EISEMBERG, E. e outros. Preservation of Avocado Pears by Irradiation with  $\gamma$ -rays, Israel Journal of Technology 7 (5) 415-17, 1969.
10. FURIA, T.E. Handbook of Food Additives, The Chemical Rubber Co., Cleveland, 1968.
11. GÓMEZ, R.F. & BATES, R.P. Deterioration of freeze dried avocado puree and guacamole during storage. Journal of Food Science, 35 (4) 472-75, 1970.

Fls. N.º 64

Proc. N.º 2622/71

Rub. 

12. HAENDLER, L. L'huile D'avocat et les Produits Dérivés du Fruit, Fruits 20 (11) 625-33, 1965.
13. HULME, A.A. The biochemistry of fruits and their products, vol. 1, Academic Press, London and New York, 1970.
14. LIME, B.J. Autoxidation of fatty acid lipids and carotene of freeze dried avocado salad. Food Technology (Champaign) 23 (4) 569-72, 1969.
15. LIME, B.J. Preparation and storage studies of freeze dried avocado salad. Food Technology (Champaign) 23 (3) 317-20, 1969.
16. MAZLIAK, P. Les lipides de L'avocat, Fruits 20 (2-3), 1965.
17. PONTING, J.D. The control of enzymatic browning in fruits, 1960.
18. REED, G. Enzymes in food processing. Academic Press, New York and London, 1966.
19. SADIR, R. Nôvo processo para a extração de óleo de abacate (informação pessoal).
20. SCHROETER, L.C. Sulfur Dioxide, Pergamon Press Inc., New York, 1966.
21. SCHULTZ, H.W. Food Enzymes. The AVI Publishings Co., New York, 1960.
22. TRESSLER, D.K. e outros. The Freezing Preservation of Foods, vol. 2, 1968.
23. Manufacture of Avocado Guacamole. Agricultural Research (Washington), 18 (10) 15, 1970.
24. Recommended Methods for the Microbiological Examination of Food, Publication Office of the American Public Health Association Inc., New York, 92-97, 1958.

Fls. N.º	65
Proc. N.º	2622/71
Rub.	

## 7. AGRADECIMENTOS

*Agradecemos ao Professor Dr. Ricardo Sadir, de forma especial, pela orientação neste trabalho e ao Dr. André Tosello, Coordenador-Geral do Programa da OEA e Diretor da Faculdade de Tecnologia de Alimentos.*

*Também agradecemos ao ITAL, e aos seus técnicos, pela ajuda prestada na utilização de laboratórios e equipamentos.*

*Nossa gratidão a todos aqueles que, de uma forma ou outra, contribuíram na execução deste trabalho.*