

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

CONSERVAÇÃO DE PURÊ DE ABACATE
ENLATADO À TEMPERATURA AMBIENTE

Felix Del Barco Silva 80/10/61 B
Engenheiro Bioquímico

Orientador:

Prof. Dr. Ricardo Sadir 80/10/61 B

Tese apresentada à Faculdade de Tecnologia de Alimentos da
Universidade Estadual de Campinas
para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos

1971

C O N T E Ú D O

página

RESUMO	1
SUMMARY	2
1. INTRODUÇÃO	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Conceitos gerais sobre o abacate	4
2.1.1. Descrição botânica	4
2.1.2. Produção	5
2.1.3. Composição	7
2.1.3.1. Lípides	9
2.1.3.2. Enzimos	
2.1.4. Investigações sobre a preservação de abacate	12
3. MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1. Matéria-prima	15
3.2. Métodos de trabalho	15
3.2.1. Seleção da matéria-prima	16
3.2.2. Lavagem e descascagem	16
3.2.3. Desintegração da polpa	16
3.2.4. Agentes conservadores	18
3.2.5. Ajustamento do pH	18
3.2.6. Enlatamento do produto	19
3.2.7. Experiências realizadas	20
3.2.8. Determinação microbiológica do produto	
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5. CONCLUSÕES	25
6. QUADROS	26
7. BIBLIOGRAFIA	30
8. AGRADECIMENTOS	32

DATILOGRAFADO E IMPRESSO
na Seção de Divulgação
do

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

RESUMO

Estudou-se a viabilidade de elaborar um produto de abacate na forma de purê, enlatado a vácuo, à temperatura ambiente e com adição de agentes conservadores.

Obteve-se um produto com qualidades organolépticas parcialmente aceitáveis. A cor do purê foi mantida dentro de um nível aceitável, quando se adicionou ácido ascórbico. Não houve mudança significativa da consistência durante o armazenamento. Notou-se o aparecimento de sabores e odores estranhos.

O produto obtido era apto para consumo, do ponto-de-vista microbiológico, quando se trabalhou com pH inferior a 4,5.

O produto elaborado diferia do produto ao natural, em relação ao sabor e aroma.

A utilização de variedades distintas de abacate não resultou em produtos significativamente diferentes.

SUMMARY

The possibility of preparing a puree from the avocado fruit in vacuum closed tins at room temperature with the addition of preserving agents has been studied.

A product with partially acceptable organoleptic properties has been obtained: The colour of the puree was within acceptable limits upon the addition of ascorbic acid, there was no significant change in consistency during the storage. The appearance of off-flavours and odours was observed.

The product was suitable for consumption from microbiological point of view at a pH lower than 4,5, but differed from the natural product with regard to flavour and odour.

The employment of different varieties of avocado fruit have not resulted in products significantly different.

1. INTRODUÇÃO

Usualmente, a produção de abacate destina-se ao comércio como fruta fresca, sendo consumida na forma de fatias ou de purê, adicionadas de açúcar, sal ou outros ingredientes, segundo os hábitos alimentares dos consumidores dos diferentes países produtores.

Há vários anos, vem-se trabalhando na preservação do abacate mediante processos de congelamento e liofilização, tendo-se conseguido produtos aceitáveis, porém, até agora, não se obteve um purê de abacate ao natural, processado à temperatura ambiente e que fôsse aceitável por parte do consumidor.

Isso se deve a mudanças deteriorativas que o abacate é sujeito, nessas condições de processamento, causadas por rancificação oxidativa e atividade enzimática.

O abacate é uma fruta que, em contraste com as outras frutas processáveis, não pode ser sujeita a processo térmico, devido ao aparecimento de sabores estranhos ("off-flavors").

Considerando que o Brasil é um grande produtor de abacate e, que nos últimos anos, verificou-se um grande aumento do mercado consumidor externo, o objetivo do presente trabalho foi de estudar a viabilidade de elaboração de um produto estável dessa fruta, na forma de purê, enlatado à temperatura ambiente e utilizando-se de aditivos químicos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Conositos gemis sobre o abacate

2.1.1. Descrição botânica

O gênero Persea, ao qual pertence o abacateiro, é um membro da família Lauraceae.

As espécies Persea americana Miller (=Persea gratissima Gaertn.) e P. drymifolia Cham. et Schlecht (=Persea americana var. drymifolia Mez), são, economicamente as mais importantes. É fácil a distinção dessas duas espécies pelo cheiro das folhas quando trituradas: as folhas de P. drymifolia possuem um cheiro aromático que lembra o de anis, enquanto que aquelas de P. americana não apresentam esse cheiro.

As variedades dessas duas espécies são classificadas na horticultura como pertencentes às três raças seguintes: antilhana, guatemalense e mexicana. As duas primeiras, são raças da espécie P. americana, enquanto que a mexicana pode ser considerada como variedade da espécie P. drymifolia.

Devem-se considerar, também, os numerosos híbridos, que são misturas das três raças, tendo estes um grande valor comercial.

O abacateiro é natural do México e da América Central, mas, atualmente, está amplamente disseminado nas regiões tropicais e subtropicais do globo (19).

2.1.2. Produção

A produção de abacate no Brasil começa a ocupar um lugar de destaque, devido ao aumento da procura desta fruta nos mercados interno e externo.

Nos últimos anos, tem sido grande o interesse pelo seu cultivo, sendo os Estados de Minas Gerais e São Paulo os maiores produtores. Seguem-se, em importância, os Estados do Paraná, Ceará, Goiás e Bahia.

A produção de abacate no Brasil, nos últimos anos, pode ser apreciada pelos dados seguintes (1):

Anos	Produção (1.000 frutos)	Valor da produção (R\$)
1966	469.836	10.413.522
1967	512.064	14.927.985
1968	560.996	20.117.969
1969	575.408	26.640.547

2.1.3. Composição

Na maioria das frutas, os açúcares são os principais materiais de acumulação, ao passo que no abacate são de natureza graxa. Nesta fruta apenas é encontrado 0,4 % de açúcar, em peso sobre a matéria seca, quando da colheita normal. A média do conteúdo de açúcares totais em outras frutas situa-se entre 5 e 10 %.

Uma diferença entre o abacate e as demais frutas, é que o primeiro contém açúcares de grandes cadeias, motivo pelo qual tem sido intensamente estudado como fonte de obtenção desses açúcares (13).

Análises realizadas no Instituto de Tecnologia de Alimentos de Campinas, dão a seguinte composição para o abacate da variedade WAGNER:

<u>AMOSTRA</u>	<u>POLPA</u>	<u>CASCA</u>	<u>SEMENTE</u>
Umidade (%)	71,33	55,62	47,70
Fibra (%)	-	13,23	4,90
Pentosanas (%)	1,51	4,35	1,51
Açúcares redutores (%)	0,74	1,86	1,76
Açúcares totais (%)	0,85	2,32	1,82
Cinza (%)	1,02	2,16	1,61
Cálcio (mg/100 g)	1,80	11,60	8,00
Magnésio (mg/100 g)	25,40	43,20	66,00
Fosfato- $\text{PO}_4^{\equiv}$ (mg/100 g)	144,00	165,30	269,50

O seu valor protéico encontra-se entre os mais altos como mostram os dados comparativos do quadro seguinte (13):

Conteúdos de água e de proteína de várias frutas

<u>FRUTAS</u>	<u>ÁGUA (%)</u>	<u>PROTEÍNA (+)</u>
Abacate	74,0	2,1
Abacaxi	85,3	0,4
Banana	75,7	1,1
Goiaba	83,0	0,8
Laranja	86,0	1,0
Limão	87,4	1,2
Manga	81,7	0,7

(+) O conteúdo de proteína está expresso como nitrogênio total x 6,25.

O abacate contém as vitaminas lipossolúveis, que geralmente faltam em outras frutas. É rico em vitaminas A e E, medianamente rico nas vitaminas D e E e pobre em vitamina C (11).

Conteúdo vitamínico em 100 g de fruta fresca de abacate

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

2.1.3.1. Lípidos

Ao contrário da maioria das outras frutas (banana, maçã), cujos conteúdos em óleo são bastante baixos, o abacate é bastante rico em matérias graxas. O conteúdo em óleo na polpa do abacate varia de 50 a 75 % em relação ao extrato seco ou de 4 a 20 %, em peso de matéria fresca, segundo as variedades.

Estudos realizados por SCHWOB, em 1951 (citados por HULME, (13)), demonstraram que nas diferentes variedades de abacates, o conteúdo de lípidos na polpa é inversamente proporcional ao seu conteúdo em água. Isso é mostrado pelos dados do quadro abaixo (13):

Correlação entre o conteúdo de água e lípidos no pericarpo de diversas variedades de abacate

<u>Variedade</u>	<u>Conteúdo de água</u>	<u>Conteúdo de lípidos</u>	
	(% mat.fresca)	(% mat.fresca)	(% mat. seca)
Wagner	72,47	18,77	67,46
Lula	73,47	13,60	53,30
Taylor	76,89	12,81	53,38
Linda	78,74	12,32	58,66
Collinson	79,44	11,55	53,80
Waldin	82,37	6,34	35,37
Pollock	85,05	4,77	31,39

O conteúdo de ácidos graxos nos abacates de variedades americanas, turcas, asiáticas e israelitas foi analisado por MAZLIAK (17), que empregando a cromatografia em fase gasosa, encontrou que em todas essas variedades somente quatro ácidos representam mais de 95 % do peso total dos ácidos graxos. Esses ácidos são: palmítico, palmitoléico, oléico (o maior constituinte) e linoléico.

Principais ácidos graxos no abacate (+)

<u>Ácido graxo</u>	<u>Mesocarpo</u>	<u>Caroço</u>
C 16:0 (Palmítico)	13,0-16,7	22,0
C 16:1 (Palmitoléico)	3,0- 5,1	3,2
C 18:1 (Oléico)	67,0-72,0	25,0
C 18:2 (Linoléico)	10,4-11,3	41,5

(+) Expressos como % do peso dos ácidos graxos totais (17).

Corte longitudinal de um abacate mostrando suas
diferentes regiões anatômicas

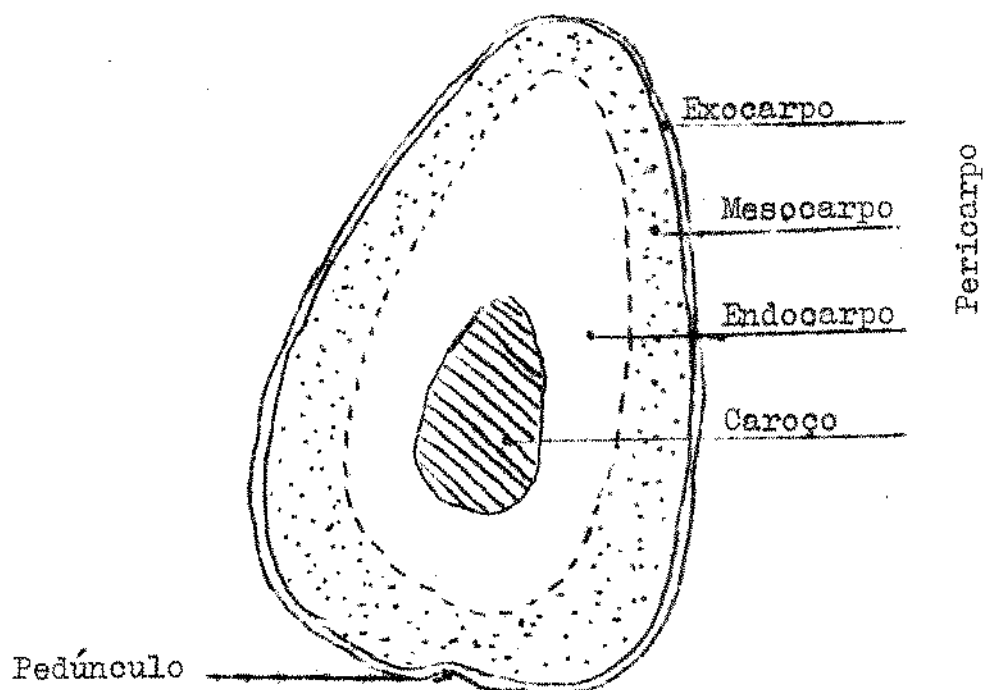


Figura 1

O pericarpo tem a mesma composição de ácidos graxos tanto nas camadas celulares internas (endocarpo), como nas camadas superficiais (mesocarpo e exocarpo). Porém, o exocarpo contém ácidos graxos de cadeias muito longas, características de cêras epidérmicas (17).

A formação das diferentes classes de ácidos graxos, no abacate foi seguido por técnicas espectrofométricas. Ácidos graxos saturados e poli-insaturados são sintetizados rapidamente durante as primeiras semanas do período de crescimento. Ácidos graxos mono-insaturados (principalmente ácido oléico) são ativamente sintetizados durante todo o período de desenvolvimento do fruto (13).

DOLENDO e outros (8) constataram que não havia nenhuma correlação entre o conteúdo em óleo dos abacates e a sua maturação. Também a composição qualitativa dos óleos não modifica durante a maturação ou armazenamento dos frutos após a colheita. Esse fato sugere que as reservas de material graxo não têm papel importante nas modificações metabólicas que ocorrem durante a maturação.

Não obstante, MAZLIAK (18) demonstrou que a composição dos lípidos do abacate armazenado após a colheita, modifica-se ligeiramente de acordo com a composição da atmosfera em que se encontram as frutas. Isso sugere que há uma lenta modificação dos lípidos de reserva durante a estocagem das frutas após a colheita.

2.1.3.2. Enzimas

As mudanças físicas e químicas totais a que estão sujeitas as frutas durante sua maturação ocorrem como resultado de processos catabólicos e anabólicos. O incremento tão marcante do metabolismo com a fase climatérica respiratória e o amadurecimento de muitas frutas, é acompanhado de um incremento na taxa de

síntese de proteínas. Vários investigadores têm especulado que o incremento da taxa de síntese de proteínas e o incremento da atividade enzimática, eram resultantes de uma síntese de enzimas, que tomavam parte nas diferentes reações de maturação das frutas (13).

RICHMOND e BIALE (citação de HULME, 13), em seus trabalhos, encontraram uma evidência da incorporação de aminoácidos em proteínas no abacate durante o início da fase climatérica. Assim, propuseram que havia o aparecimento de certos enzimas que catalisavam a fase climatérica e a desnaturação das células.

Recentes investigações têm demonstrado que a síntese de proteínas aumenta no início da maturação, e que se essa síntese for inibida, a maturação da fruta não ocorrerá (13).

RICHMOND e BIALE (in 13) utilizaram a incorporação de um aminoácido marcado, como evidência da síntese de proteínas no abacate durante seu amadurecimento. Porém, apenas recentemente foi obtida uma evidência direta da síntese de um enzima específico (enzima málico). Isso confirmou a hipótese de que nas proteínas sintetizadas no processo de maturação das frutas estão incluídos os enzimas (13). Às vezes, a presença desses enzimas naturais é vantajosa, porém, em outros casos, estes podem produzir reações indesejáveis, tais como a rancificação produzida por lipases, as reações de empardecimento devido ao enzima polifenoloxídase ou uma degradação de substâncias pecticas por causa do enzima poligalacturonase (9).

Esses dois últimos enzimas são os que mais afetam o abacate e os produtos elaborados dessa fruta.

O enzima polifenoloxídase também é conhecido por outros nomes comuns, tais como: tirosinase, catecol-oxídase e fenólase. Porém, o termo polifenoloxídase é o mais generalizado, quando se faz referência ao empardecimento enzimático em frutas e vegetais. Esse enzima catalisa reações em que o oxigênio molecular é o receptor de hidrogênio e os fenóis atuam como doadores de hidrogê-

nio. A polifenoloxídase catalisa a oxidação dos fenóis monoídricos e diídricos, sendo específica para a posição orto dos fenóis (21).

O escurecimento rápido de muitos vegetais e frutas, depois de cortados e expostos ao ar, deve-se à presença desse enzimo, embora outros enzimos, como a peroxidase e outras oxidases possam ser parcialmente envolvidas. O pH ótimo da polifenoloxídase não está bem definido, posto que varia no intervalo de 5,0 a 7,0. Com valores altos de pH, a auto-oxidação do substrato torna impossível a medição da atividade enzimica com precisão. Com valores baixos de pH, particularmente abaixo de 3,0, o enzimo é inativado, sendo que uma subsequente elevação do pH não restaura sua atividade (21).

BEDROSIAN et al. (4), demonstraram que o escurecimento pode ser prevenido ou minimizado com a formação de complexos por quinonas, mediante o emprego de meta e tetraboratos.

O ácido ascórbico previne a reação de escurecimento, pela redução das o-quinonas antes que se polimerizem, mas são necessárias grandes quantidades desse ácido. HOPE (12) demonstrou que o escurecimento de uma libra de maçãs em metades pode ser prevenido por 300 mg de ácido ascórbico.

O inibidor mais comumente empregado para a inativação desse enzimo é o sulfito, seja na forma de SO_2 ou de NaHSO_3 . Concentrações tão pequenas como 1 p.p.m. de SO_2 livre são suficientes para inibir o enzimo, mas, na prática, são usadas quantidades maiores (21).

A inativação do enzimo pelo calor é possível, porém afeta a consistência de muitas frutas. Um simples ajuste do pH da fruta, levando-o ao nível alcalino, parece ter um considerável efeito em prevenir a reação de escurecimento (21).

Os enzimos pécticos são aqueles que tomam parte na degradação das substâncias pécticas. Essas substâncias pécticas são

encontradas amplamente nos tecidos das plantas, particularmente nos frutos. A pectina são polímeros formados por cadeias de unidades de ácido galacturônico, ligadas por uniões glicosídicas α - (1-4). Entre êsses ênzimos encontra-se a poligalacturônase, a qual rompe a ligação glicosídica entre as moléculas do ácido galacturônico (9).

No abacate, encontra-se êsse ênzimo causando mudanças indesejáveis.

REYMOND e PHAFF encontraram êsse ênzimo no abacate e, uma vez purificado, resultou ser um endoênzimo com atividade óti-ma a pH 5,5 (22).

Mc CREADY et al. compararam o ênzimo poligalacturônase do abacate com a poligalacturônase do tomate, verificando serem êles quase idênticos (citado em 13).

DOLENTO et al. observaram uma diminuição de protopectina (25mg %) no abacate estocado, devido, possivelmente, à ação enzimica; ademais, notou-se uma firmeza do substrato, enquanto que uma fração de água apareceu. (8).

2.1.4. Investigações sôbre a preservação de abacate

A presença de sabores estranhos ("off-flavors") foi determinada por CRUESS, em 1951. Essas mudanças são as vêzes induzidas pelo calor, mas, em geral, devem-se a reações oxidativas durante seu armazenamento (13).

BATES (3) definiu êstes sabores e odores estranhos como caracterizados por um intenso aroma rançoso, um sabor desagradável pungente e adstringente e um padronizado sabor desagradável remanescente na língua, e que, em muitas variedades de abacate, é acompanhado de um sabor amargo.

BATES encontrou que a variedade Fuerte não desenvolveu sabor amargo, quando aquecido a 100°C durante 20 minutos, embora

tivessem surgido sabores estranhos. Mediante extração com éter, seguida de cromatografia, apenas foi constatada a presença de feofitinas a e b, que se formaram ao se aplicar calor à amostra de abacate. As substâncias responsáveis pelos sabores estranhos não puderam ser detectadas por técnicas cromatográficas (3).

Na conservação do abacate, os processos que mais tem sido usados são o congelamento e a liofilização.

Em 1963, nos Estados Unidos da América do Norte (Califórnia), começou-se a processar abacate por congelação rápida em quantidades comerciais. O produto foi colocado no comércio nas formas de purê, em metades e em fatias (24).

BENSON (5) desenvolveu um método de conservação de abacate na forma de metades e de fatias, empregando um banho de antioxidantes, seguido de uma inersão em nitrogênio líquido, congelando-se a seguir. Repetia-se a inersão em solução antioxidante, quando a superfície do material apresentava uma capa delgada congelada ("glazing"). Em seguida o abacate era embalado em recipientes com atmosfera de nitrogênio.

GOMEZ e BATES (10) estudaram os efeitos da temperatura, do tempo e da atmosfera no purê de abacate liofilizado. Verificaram que as amostras armazenadas em ambiente de ar a 21°C eram aceitáveis após 12 semanas, enquanto que as armazenadas em atmosfera de nitrogênio eram aceitáveis após 15 semanas. A temperaturas mais altas, o purê de abacate liofilizado conservou-se por menos tempo.

LIME (16) demonstrou que a ausência de oxigênio é essencial para a estabilidade de um produto de abacate liofilizado. Verificou que o produto embalado em atmosfera de nitrogênio ou a vácuo, retém seu sabor característico durante 48 semanas, à temperatura de armazenamento não excedendo de 4,4°C.

BATES (2) encontrou que uma combinação de bissulfito de sódio e ácido ascórbico é particularmente efetiva para prevenir

o escurecimento no purê de abacate refrigerado, congelado e liofilizado. O escurecimento no produto foi efetivamente retardado, sem nenhuma mudança de sabor, com 30mg % em peso de bissulfito de sódio ou 200mg % em peso de ácido ascórbico.

LIME(16) demonstrou que amostras de salada de abacate ("guacamole"), armazenadas a temperaturas de 37,7°C e 20°C, em embalagens com vácuo, não sofreram mudanças significantes no conteúdo de ácidos graxos e de caroteno, durante 48 semanas. Porém, o conteúdo de caroteno e ácido linoléico decresceu, quando se armazenou em embalagens com ar, devido a autooxidações (15).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Matéria-prima

Neste trabalho foram utilizadas três variedades de abacate: Collinson, Fortuna e Tatuí. A procedência das frutas foi a Fazenda Armindo Benatti, situada na região de Sítio União, Estado de São Paulo.

As frutas foram apanhadas com o seu pedúnculo, para evitar, assim, o ataque de fungos e bactérias, assim como obter um amadurecimento uniforme dos abacates.

A matéria-prima foi recebida em caixas tipo querozene (24 kg), e após exame visual, os frutos foram envolvidos em papel e colocados em câmara de maturação à temperatura ambiente.

O conteúdo médio de óleo dessas variedades foi determinado pelo ITAL, como sendo o seguinte:

<u>Variedades</u>	<u>% de óleo</u>
Collinson	17,50
Fortuna	10,21
Tatuí	20,50

3.2. Métodos de trabalho

3.2.1. Seleção da matéria-prima

Considerou-se o abacate completamente maduro quando o pedúnculo, conservado prêso ao fruto durante seu amadurecimento, desprendia-se com facilidade, e quando a polpa cedia a uma leve pressão dos dedos. Foram eliminados os abacates que mostravam ferimentos ou batidas na sua superfície, utilizando-se, assim, apenas aqueles completamente perfeitos.

3.2.2. Lavagem e descascagem

Após a seleção, os frutos foram lavados com água clorada (7-10 p.p.m.) e, a seguir, com água corrente.

Empregando-se facas de aço inoxidável, dividiram-se os frutos em metades, retiraram-se as cascas e as sementes e eliminaram-se as polpas que apresentavam defeitos. As polpas em perfeito estado foram colocadas em um recipiente contendo água corrente para evitar oxidações.

3.2.3. Desintegração da polpa

A polpa de abacate foi desintegrada em um desintegrador de martelo (Rietz, Mod. RP-6-K-115). Em uma experiência, a polpa depois de desintegrada foi passada por um moinho coloidal (Gifford Micro-Mill, Mod. MV-6-3) com uma abertura 60 (cada divisão de abertura equivale a 0,001 de polegada). A finalidade disso foi de homogeneizar o purê de abacate com os agentes conservadores.

3.2.4. Agentes conservadores

Escolheu-se o ácido cítrico como acidulante, porque é um sinergista aos antioxidantes empregados na inibição da rancificação de alimentos que contêm matérias graxas; ademais, previne a perda de sabor e cor em frutas enlatadas. Sua maior vantagem como acidulante é a sua grande solubilidade em água (9).

Usou-se ácido ascórbico como conservador da cor e como antioxidante. O Embanox 2 e Embanox 3 foram utilizados como antioxidantes.

A composição dos antioxidantes comerciais empregados na experiência 1 é a seguinte:

Embanox 2 - Antioxidante grau A-
(May & Baker)

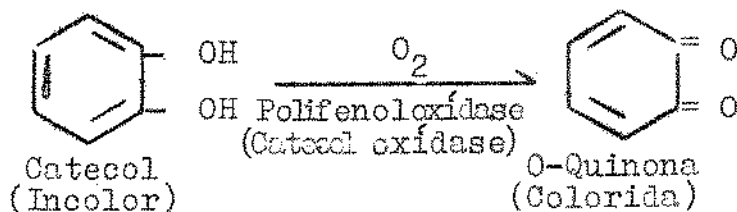
BHA 18%
BHT 20%

Embanox 3 - Antioxidante grau A-
(May & Baker)

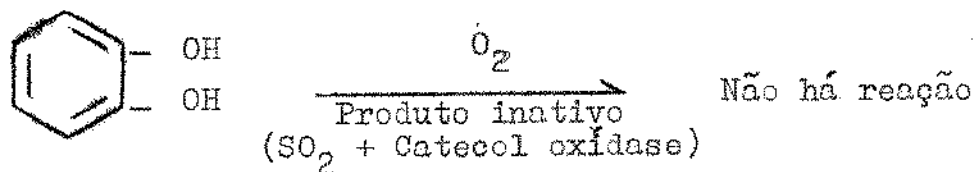
BHA 20%
Propil Galacto 6%
Ácido Cítrico 4%

O bissulfito e o metabissulfito de sódio foram utilizados como antioxidantes e bactericidas.

O enzimo polifenoloxídase facilita a conversão de compostos fenólicos incolores para quinonas fortemente coloridas.



O mecanismo de ação do dióxido de enxofre em prevenir o escurecimento enzimático consiste na inativação das fenólases (23).



Microbiologicamente, o pH influi fortemente no poder de inibir o crescimento de microrganismos em ácido sulfuroso. Verificou-se que em pH 3,5, foram necessárias de duas a quatro vezes mais dióxido de enxofre do que quando se trabalhou com pH 2,5, para impedir o crescimento de leveduras e fungos. Em pH 7,0, foi necessário adicionar 1.000 p.p.m. para inibirem bactérias. O ácido sulfuroso pode bloquear enzimas de microrganismos, reduzindo as ligações dissulfídricas (-S-S-). Conclui-se que são inibidas várias etapas no mecanismo respiratório as quais en-

volvem a nicotinanida-dinucleótide. Isso acontece como resultado da formação de certos hidrossulfenados formados por combinação de SO_2 com grupos cetônicos (9).

O ácido sórbico e seus sais têm uma ampla faixa de atividade contra as leveduras e fungos. Observou-se que utilizando um meio de infusão de fígado, glicose e extrato de levedura há uma inibição seletiva para as bactérias catálase positiva, quando se emprega ácido sórbico em concentrações que vão desde 0,07 a 0,12% (9).

3.2.5. Ajustamento do pH

O pH original da polpa de abacate maduro variou entre 6,2 e 6,5. Essa variação depende do grau de maturação da fruta e da variedade de abacate.

Para o ajustamento do pH, tomou-se uma amostra de 100g de purê e titulou-se como uma solução de ácido cítrico na concentração de 1%. Mediante o uso de um potenciômetro Beckman, determinou-se a quantidade de ácido cítrico necessária para baixar o pH original até 4,4. O objetivo foi de diminuir o crescimento de microrganismos e evitar o aparecimento de Clostridium botulinum. Esse microrganismo cresce em alimentos com pH acima de 4,6 (14).

3.2.6. Enlatamento do produto

Para o enlatamento do purê de abacate foram utilizadas latas de 99,5 x 118 mm (1 kg), de fôlha tipo 1,00 e com revestimento epoxi. As latas depois de lavadas com água, clorada (15 p.p.m.) e água corrente, foram secadas. No enchimento das latas deixou-se um espaço livre de 1,5 cm e para o fechamento destas empregou-se uma recravadeira a vácuo (John Heine, Mod. 71-D). O

vácuo na câmara de recravação foi de 597 mm de Hg (23,5 polegadas).

3.2.7. Experiências realizadas

Os estudos foram realizados com três variedades de abacate, variando-se as quantidades de bissulfito e metabissulfito de sódio, de sorbato de potássio e o índice de pH. Em todos os casos usou-se ácido cítrico para ajustamento do pH.

A finalidade das experiências foi a de encontrar as quantidades ideais a empregar de agentes conservadores no produto.

As experiências realizadas foram as seguintes:

<u>Variedades</u> .. <u>pH</u>			<u>Agentes conservadores</u> (% em peso)(+)			
Exp. 1	Fortuna	4,4	A - 0,03		D - 0,05	
	"	4,4	E2 - 0,10		0,05	
	"	4,4	E3 - 0,10		0,05	
Exp. 2	Fortuna	4,4	A - 0,075	C - 0,02	D - 0,10	
	"	4,4	A - 0,050	0,02	0,10	
	"	4,4	A - 0,025	0,02	0,10	
Exp. 3 (++)	Fortuna	4,4	B - 0,20		D - 0,10	
	"	4,4	B - 0,10		0,10	
	"	4,4	B - 0,05		0,10	
Exp. 4	Fortuna	4,9	A - 0,075		D - 0,10	
	"	4,9	A - 0,050		0,10	
	"	4,9	A - 0,025		0,10	
	"	4,9	B - 0,075		0,10	
	"	4,9	B - 0,050		0,10	
	"	4,9	B - 0,025		0,10	
Exp. 5	Tatuí	4,4	A - 0,050	C - 0,02	D - 0,10	
	"	4,4	A - 0,040	0,02	0,10	
	"	4,4	A - 0,030	0,02	0,10	
	"	4,4	A - 0,020	0,02	0,10	
	"	4,4	B - 0,030	0,02	0,10	
Exp. 6	Collinson	4,4	A - 0,050	C - 0,02	D - 0,10	
	"	4,4	A - 0,030	0,02	0,10	
	"	4,4	B - 0,050	0,02	0,10	
	"	4,4	B - 0,030	0,02	0,10	

(+) Abreviaturas

A-metabissulfito de sódio

C-ácido ascórbico

E2-Enbanex 2

B-bissulfito de sódio

D-sorbato de potássio

E3-Enbanex 3

(++) A polpa desintegrada foi passada por um moinho coloidal.

Também foi executada uma experiência para determinar a penetração de calor nas latas de purê de abacate da variedade Fortuna, utilizando um cozedor rotativo ("spin cooker"), desenhado e construído no ITAL.

Nessa experiência, manteve-se fixa a rotação das latas e a aplicação de vapor foi uniforme. Variou-se apenas o tempo de permanência das latas no cozedor.

Com essa experiência tentou-se aplicar uma pasteurização rápida ao purê de abacate enlatado.

3.2.8. Determinação microbiológica do produto

Segundo as normas sanitárias sobre alimentos enlatados, existe um limite máximo permitido de carga microbiológica no produto.

Para averiguar se o purê de abacate enlatado encontrava-se dentro dessas normas foram realizadas análises microbiológicas para verificação da carga total de microrganismos presentes no produto.

Como meio de cultura foi utilizado o meio de GTL (glicose-triptona-extrato de levedura). As amostras foram inoculadas com diluições de 10^{-1} e 10^{-2} e incubadas a 30°C durante um tempo de 48 horas, depois do que foram realizadas as contagens (20).

Para ter-se uma idéia do tipo de microrganismos presentes no produto, realizou-se um isolamento das colônias presentes em placas de Petri inoculadas com uma amostra de purê enlatado.

Essa amostra foi tomada de uma lata recravada 15 dias antes, com um pH inicial de 4,4. Para a elaboração dessa amostra usou-se ácido cítrico como acidulante, ácido ascórbico (0,02% em peso) como preservativo de cor, sorbato de potássio (0,10% em

pêso) como agente bactericida e metabissulfito de sódio (0,05% em peso) como agente antioxidante.

Das placas de Petri, as culturas foram transferidas para tubos contendo meio de GTL. Depois de 24 horas, foram feitas lâminas com coloração Gram e, após 96 horas, lâminas com coloração de esporos para observação microscópica. Concomitantemente, foram realizadas algumas provas bioquímicas.

Para a verificação do comportamento do produto em temperatura ambiente mais elevada que a normal, armazenaram-se várias amostras em estufa a 37°C durante 120 dias. Posteriormente, foi realizada uma contagem total de microrganismos. Todas essas amostras foram acidificadas com ácido cítrico até pH 4,5 e adicionadas de 0,1% de sorbato de potássio.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O purê de abacate enlatado sofreu modificações indesejáveis em suas qualidades organolépticas, o que, apesar do emprego de conservadores, não foi possível evitar.

Houve aparecimento de uma fração de água na superfície do purê enlatado, quando este foi passado pelo moinho coloidal. Isso deve-se, provavelmente, à ação enzimica (Experiência 3).

Quando se aplicou ácido ascórbico, obteve-se apenas uma conservação aceitável da cor (Experiências 2, 5 e 6).

Os antioxidantes comerciais Embanox 2 e Embanox 3 não foram eficazes na conservação do produto. Nos primeiros 10 dias, houve produção de gás nas latas, pelo que elas foram eliminadas (Experiência 1).

Quanto ao aspecto microbiológico, obtiveram-se crescimentos de colônias de microrganismos em diluições de 10^{-1} e 10^{-2} . Esses resultados são mostrados nos Quadros 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

Quando se determinaram as cargas microbiológicas das latas, observou-se que o pH original destas (4,4) baixou para 4,3, devido, provavelmente, aos microrganismos residuais presentes no produto.

Aparentemente, o metabissulfito e bissulfito de sódio aplicados em quantidades entre 0,03 e 0,05%, em peso, foram os que melhor conservaram o produto microbiologicamente.

Quanto ao uso do sorbato de potássio como agente bactericida, verificou-se que não houve muita diferença na carga microbiológica total, quando este foi aplicado em quantidades de 0,05 e 0,1 %, em peso.

Quando se enlatou o purê a pH 4,9 e com 0,1 %, em pêsso, de sorbato de potássio, observou-se uma alta carga microbiológica. As amostras que continham a menor quantidade de agentes antioxidantes apresentaram produção de gás dentro dos primeiros 20 dias (Quadro 4).

Os resultados do isolamento e identificação dos microrganismos presentes no produto estão indicados nos Quadros 7 e 8. Pelos resultados encontrados e pelas condições em que se desenvolveram, supõe-se que os microrganismos pertencem ao gênero Bacillus (6).

Comprovou-se que amostras armazenadas à temperatura de 37°C e durante 120 dias, não sofreram alterações significativas, comparando-as àquelas armazenadas à temperatura ambiente (25°C). Resultados no Quadro 9.

Não houve possibilidade de se aplicar uma pasteurização rápida ao produto, usando-se um cozedor rotativo, devido ao fato de o calor provocar o imediato aparecimento de sabores estranhos no produto. Além disso, o purê de abacate apresenta uma consistência pastosa, que dificulta a rápida penetração do calor nas latas. Os resultados dessa experiência estão expostos no Quadro 10.

As variedades de abacate utilizadas neste trabalho não apresentaram diferenças significativas para a elaboração do produto.

Tentou-se a aplicação de um método estatístico sensorial de ordenação ("ranking"), para avaliação do sabor e odor, porém a palatinabilidade do produto não permitiu um estudo sensorial completo. O sabor desagradável remanescente, presente em todas as amostras, dificultou grandemente as análises.

Em virtude da natureza da matéria-prima utilizada, foram considerados os resultados referentes aos comentários

registrados pelos provedores nas fichas, pois que tôdas as amostras apresentaram sabores e odores estranhos. O sabor foi caracterizado como ácido, amargo e metálico; quanto ao aroma, houve predominância de SO_2 .

As amostras utilizadas nessas provas provinham das experiências 2 e 3, após 120 dias de processamento.

5. CONCLUSÕES

O purê de abacate enlatado a vácuo, com adição de conservadores químicos e aplicação de calor, resultou em produto com qualidades organolépticas desagradáveis, devido ao aparecimento de sabores e odores estranhos.

O purê de abacate enlatado a vácuo, com adição de conservadores químicos e sem tratamento térmico, resultou em produto de qualidades organolépticas parcialmente aceitáveis. A cor natural do produto foi mantida dentro de um nível aceitável, toda vez que se adicionou ácido ascórbico. Sua consistência também foi semelhante ao do produto natural. Houve, porém, o aparecimento de sabores e odores estranhos, o sabor tendo sido definido como ácido, amargo e metálico, e o odor, como característico de SO_2 .

Em todas as experiências de conservação em pH abaixo de 4,5, o produto obtido foi considerado apto para consumo, do ponto-de-vista microbiológico, segundo o Decreto nº 52.504, Normas Técnicas Especiais nº 19 (7), que permite a presença máxima de 300 mil microrganismos por ml.

Não se encontrou diferença significativa no produto final elaborado com as três variedades estudadas nas experiências, apesar do elevado teor em óleo da variedade Tatuí em relação às variedades Fortune e Collinson.

6. QUADROS

Resultados das análises microbiológicas

Contagem total (+)

Quadro 1. (Experiência 1) - Tratamento do purê de abacate var. Fortuna, com Embanox 2, Embanox 3, metabissulfito de sódio e 0,05% de sorbato de potássio. pH= 4,4

Tempo (dias)	E2 0,1%	E3 0,1%	A 0,03%
0	675	675	675
10	(a)	(a)	165
30	-	-	210
60	-	-	525
80	-	-	255
90	-	-	85

(a) Apresentaram produção de gás; foram eliminadas.

Quadro 2. (Experiência 2) - Tratamento do purê de abacate var. Fortuna com metabissulfito de sódio, 0,1% de sorbato de potássio e 0,02% de ácido ascórbico. pH = 4,4

Tempo (dias)	A 0,075%	A 0,050%	A 0,025%
0	650	650	650
20	250	750	130
30	690	130	825
40	65	85	160
50	100	90	130
60	60	55	110

(+) Os resultados em tôdas as experiências são expressos em numero de microrganismos por ml.

Quadro 3. (Experiência 3) - Tratamento do purê de abacate var. Fortuna com bissulfito de sódio e 0,1% de sorbato de potássio. pH = 4,4 (+)

Tempo (dias)	B 0,2%	B 0,1%	B 0,05%
0	700	700	700
30	20	90	10
40	895	795	700
60	35	10	25
70	40	40	5

(+) Nesta experiência a polpa desintegrada foi passada por um moinho coloidal.

Quadro 4. (Experiência 4) - Tratamento de purê de abacate var. Fortuna com metabissulfito e bissulfito de sódio e 0,1% de sorbato de potássio. pH = 4,9

Tempo (dias)	A 0,075%	A 0,050%	A 0,025%	B 0,075%	B 0,050%	B 0,025%
0	189000	189000	189000	189000	189000	189000
10	450	745	135	805	390	165
20	430	540	(a)	45	1830	(a)
30	330	315	-	240	125	-
50	195	150	-	70	160	-

(a) Apresentaram produção de gás; foram eliminadas.

Quadro 5. (Experiência 5) - Tratamento do purê de abacate var. Tatui com metabissulfito e bissulfito de sódio, 0,1% de sorbato de potássio e 0,02% de ácido ascórbico. pH = 4,4

Tempo (dias)	A 0,050%	A 0,040%	A 0,030%	A 0,020%	B 0,030%
0	605	605	605	605	605
10	305	140	60	55	350
20	130	60	65	75	45
40	35	35	35	40	20

Quadro 6. (Experiência 6) - Tratamento do purê de abacate var. Collinson com metabissulfito e bissulfito de sódio, 0,1% de sorbato de potássio e 0,02% de ácido ascórbico. pH = 4,4

Tempo (dias)	A 0,050%	A 0,030%	B 0,050%	B 0,030%
0	645	645	645	645
10	100	55	35	5
20	115	485	315	270
30	135	150	175	100

Isolamento e identificação dos microrganismos

Na observação microscópica obtiveram-se os seguintes resultados:

Quadro 7.

<u>Colônias</u>	<u>Gram</u>	<u>espórios</u>
1	+	+ (centrais e terminais)
2	+	+ " "
3	+	+ " "

Os resultados das provas bioquímicas realizadas foram as seguintes:

Quadro 8

<u>Provas</u>	<u>C o l ô n i a s</u>		
	(1)	(2)	(3)
*Citrato de Simmons	-	-	-
Citrato de Koser	-	-	-
Gelatina	+	+	+
Vermelho de metila	+	-	+
Vogxes-Proskauk	-	+	-
Uréia	d	+	d
Indol	-	-	-
Catálase	+	+	+
Redução do nitrato	-	-	-

Quadro 9. Número de microrganismos por ml encontrado nas amostras armazenadas a 37°C, após 120 dias.

A 0,05%	A 0,03%	B 0,2%	B 0,1%	B 0,05%
75	10	140	55	335

Quadro 10. Penetração de calor nas latas de purê de abacate me diante o uso de cozedor rotativo.

Tempo (min)	Revoluções por minuto	Pressão de vapor (Kg/cm ²)	Temperatura do ponto frio (°C)
0	-	-	22
5	300	5	24
10	300	5	28
15	300	5	32
20	300	5	42

7. BIBLIOGRAFIA

1. Anuário estatístico do Brasil - 1970.
Vol. 31, 116-17, Rio de Janeiro.
2. BATES, R.P. The Redardation of Enzymatic Browning in Avocado Puree, and Guacamole. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 81:230-35, 1968.
3. BATES, R.P. Heat-induced Off-flavor in Avocado Flesh. Journal of Food Science 35 (4):478-82, 1970.
4. BEDROSIAN, K.; NELSON, A.I.; STEINBERG, M.P. Effect of Borates and other Inhibitors on Enzymatic Browning in Apple Tissue. Food Technology. 13(12):722-26, 1959.
5. BENSON, E. Liquid N₂ in Avocado Processing. U.S. Patent 3.398.001, 1968.
6. BREED, R.S. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. 7th edition. The Williams & Wilkins Company, Baltimore, 1957.
7. Diário Executivo - Governo do Estado. Decreto Nº 52.504 de 28 de Julho 1970 - Norma Técnica Especial Nº 19.
8. DOLEND, A.L.; LUH, B.S. & PRATT, H.K. Relation of Pectic and Fatty Acid Changes to Respiration Rate During Ripening of Avocado Fruit. Journal of Food Science 31: 332-36, 1966.
9. FURIA, R.F. Handbook of Food Additives. The Chemical Rubber Co. Cleveland, 1968.
10. GOMEZ, R.F. & BATES, R.P. Storage Deterioration of Freeze-dried Avocado Puree and Guacamole. Journal of Food Science 35 (4):472-75, 1970.
11. HAENDLER, L. L'huile D'avocate et les Produits Derives du Fruit. Fruits 20 (11):625-33, 1965.
12. HOPE, G.W. The Use of Antioxidants in Canning Apple Halves. Food Technology 15:548-550, 1961.
13. HULME, A.A. The Biochemistry of Fruits and Their Products. Academic Press. London e New York. 1970.
14. LABORATORY MANUAL FOR FOOD CANNERS And PROCESSORS. Vol. 1. National Cannery Association Research Laboratories. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, 1968.
15. LIME, B.J. Autoxidation of Fatty Acid Lipids and Carotene of Freeze-dried Avocado Salad. Food Technology (Champaign) 23 (4):569-72, 1969.

16. LIME, B.J. Preparation and Storage Studies of Freeze-Dried Avocado Salad. Food Technology 23 (3):317-20, 1969.
17. MAZLIAK, P. Les Lipides de L'avocat.(I). Fruits 20 (2): 49-57, 1965.
18. MAZLIAK, P. Les Lipides de L'avocat. (II e III) Fruits. 20 (3):117-22, 1965.
19. POPENOE, W. Manual of Tropical and Subtropical Fruits. The MacMillan Company. New York. 1924.
20. RECOMMENDED METHODS FOR THE MICROBIOLOGICAL EXAMINATION OF FOOD. Publication Office of the American Public Health Association Inc. New York. 1958.
21. REED, G. Enzymes in Food Processing. Academic Press. New York e London. 1966.
22. REYMOND, D. & PHAFF, H.J. Purification and Certain Properties of Avocado Polygalacturonase. Journal of Food Science 30 (2):266-73, 1965.
23. SCHROETER, L.C. Sulfur Dioxide. Pergamon Press Inc. New York 1966.
24. URBANEK, J. Delicate Avocado Yields to Liquid Nitrogen Freezing Process. Canner Packer 135(5):31-34, 1966.

8. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Professor Dr. Ricardo Sadir, de forma especial, pela orientação neste trabalho.

Agradecimentos à Organização dos Estados Americanos, à Faculdade de Tecnologia de Alimentos — Universidade Estadual de Campinas, e ao Instituto de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade oferecida para que êste trabalho fôsse realizado.

Nossa gratidão a todos aquêles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução dêste trabalho.