

ESTUDO DA OBTENÇÃO, ACONDICIONAMENTO E ARMAZENAMENTO DE BANANA  
PASSA E BANANA CHIPS, UTILIZANDO-SE OS CULTIVARES PRATA E  
NANICÃO (*Musa sapientum* L. e *Musa cavendishii* Lamb.)

POR

FERNANDO A. LEITÃO DE CARVALHO

Tese apresentada ao Centro de  
Ciências Agrárias da Univer-  
sidade Federal do Ceará, como  
parte dos requisitos para a  
obtenção do Grau de "Mestre  
em Tecnologia de Alimentos".

FORTALEZA-CEARÁ  
ABRIL / 1981.

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Esta tese faz parte dos requisitos exigidos pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Permite-se a reprodução total ou parcial deste trabalho, desde que seja citado o autor e a fonte.

---

FERNANDO ANTONIO LEITÃO DE CARVALHO

Aprovada em 29 de abril de 1981.

---

Prof. GERALDO ARRAES MAIA, Ph.D.  
Orientador

---

Prof. HUMBERTO FERREIRA ORIÁ, M.S.

---

Prof. LUCIANO FLÁVIO FROTA DE HOLANDA

A minha esposa CARMEM,  
Aos meus filhos CAMILLE e FELIPE,  
Aos meus pais JOSÉ VALDIVINO e  
ADAMIR,  
Aos meus irmãos,

DEDICO ESTE TRABALHO.

## AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos às pessoas e instituições que contribuíram decisivamente na realização deste trabalho.

Ao Dr. GERALDO ARRAES MAIA, pela orientação criteriosa e pelo estímulo prestados no decorrer deste trabalho.

Aos Professores HUMBERTO FERREIRA ORIÁ e LUCIANO FLÁVIO FROTA DE HOLANDA, pelas valiosas críticas e sugestões ao desenvolvimento do trabalho.

À COMPANHIA BRASILEIRA DE ARMAZENAMENTO-CIBRAZEM, pela oportunidade e apoio concedidos para a realização do curso de mestrado.

À INDÚSTRIA MOAGEIRA DE CAFÉ PARAENSE LTDA., pelo fornecimento das embalagens e máquinas utilizadas.

Ao Prof. JOSÉ MATIAS FILHO, pelas facilidades oferecidas na obtenção do material destinado ao estudo.

À Estação de Meteorologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, na pessoa do Prof. HAROLDO CIPRIANO PEQUENO, pelo fornecimento de dados e empréstimo de equipamentos empregados.

Ao Prof. DOMINGOS PUZZI, pelo apoio prestado na determinação de resíduos de fumigantes.

Aos Laboratoristas ANTENOR SILVA JÚNIOR e VANDIRA ALVES DO NASCIMENTO, pelo auxílio prestado nos trabalhos de laboratório.

À Bibliotecária do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará HELENA MATTOS DE CARVALHO MENDES, pela valiosa colaboração na revisão das referências bibliográficas.

A todos os Professores e colegas do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, especialmente ao colega FRANCISCO DE ASSIS BESSA XAVIER, pelo estímulo e solidariedade sempre presentes.

## S U M Á R I O

	<u>Página</u>
LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xiii
RESUMO .....	xv
1.- INTRODUÇÃO .....	1
2.- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1.- Botânica .....	4
2.1.1.- Classificação das espécies do gênero MUSA .....	4
2.1.2.- Morfologia da planta .....	5
2.1.3.- Principais variedades de bananeiras cultivadas no Brasil .....	8
2.2.- Composição química e valor nutritivo .....	8
2.2.1.- Ácidos graxos dos lipídios da banana .....	12
2.3.- Colheita e pós-colheita .....	15
2.3.1.- Curvas de respiração da banana .....	17
2.3.2.- Maturação da banana .....	21
2.4.- Produtos industrializados da banana .....	22
2.4.1.- Purê de banana .....	23
2.4.2.- Banana em pó e farinha de banana ..	24
2.4.3.- Néctar de banana .....	25
2.4.4.- Suco de banana .....	26
2.4.5.- Vinagre de banana .....	26
2.4.6.- Compota de banana .....	26
2.4.7.- Geléia de banana .....	26
2.4.8.- Banana <i>passa</i> .....	27
2.4.8.1.- Matéria prima .....	28
2.4.8.2.- Sulfuração .....	28
2.4.8.3.- Secagem .....	32

2.4.9.- Banana <i>chíps</i> .....	34
2.4.9.1.- Matéria prima .....	36
2.4.9.2.- Desidratação prévia .....	37
2.5.- O uso de fumigantes em bananas desidratadas.	38
3.- MATERIAL E MÉTODOS .....	42
3.1.- Matéria-prima .....	42
3.2.- Procedimento tecnológico .....	43
3.2.1.- Fluxograma adotado para obtenção de banana <i>passa</i> .....	43
3.2.1.1.- Descrição das etapas ....	44
3.2.2.- Fluxograma adotado para obtenção de banana <i>chíps</i> .....	47
3.2.2.1.- Descrição das etapas ....	48
3.3.- Métodos analíticos .....	50
3.3.1.- Determinação das características <u>fís</u> sicas dos frutos .....	50
3.3.2.- Amido .....	50
3.3.3.- Acidez titulável .....	52
3.3.4.- Sólidos solúveis .....	53
3.3.5.- pH .....	53
3.3.6.- Taninos .....	53
3.3.7.- Açúcares redutores em glicose .....	54
3.3.8.- Açúcares não redutores .....	55
3.3.9.- Açúcares totais .....	55
3.3.10- Pigmentos solúveis em água .....	55
3.3.11- Umidade .....	56
3.3.12- Extrato etéreo .....	56
3.3.13- Índice de peróxido .....	56
3.3.14- Ácidos graxos livres .....	57
3.3.15- Extração dos lipídios .....	58
3.3.16- Metilação dos lipídios .....	58
3.3.17- Extração dos esteres metílicos de ácidos graxos .....	58

3.3.18-	Identificação dos ácidos graxos dos lipídios da banana por cromatografia em fase gasosa .....	59
3.3.19-	Determinação de resíduos de fosfina em banana <i>passa</i> .....	59
4.-	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	60
4.1.-	Maturação .....	60
4.2.-	Características físicas e químicas dos dois cultivares .....	63
4.2.1.-	Características físicas dos frutos..	63
4.2.2.-	Características físicas e químicas da polpa verde e madura .....	65
4.3.-	Identificação dos ácidos graxos da polpa de banana .....	68
4.4.-	Rendimento tecnológico .....	79
4.5.-	Estabilidade da banana <i>passa</i> .....	80
4.6.-	Estabilidade da banana <i>chips</i> .....	88
4.7.-	Determinação de resíduos de fosfina .....	94
5.-	CONCLUSÕES .....	96
6.-	SUMMARY .....	98
7.-	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	100

## LISTA DE TABELAS

Tabela		<u>Página</u>
1	Composição da polpa de banana (em percentagem de peso fresco) .....	10
2	Composição química de alguns frutos .....	11
3	Percentagem dos ácidos graxos identificados na casca e na polpa do fruto verde de banana ( <i>Musa cavendishii</i> , Lamb. var Poyo).	13
4	Composição dos ácidos graxos do extrato lipídico da polpa de banana verde e madura..	14
5	Características físicas dos frutos de alguns cultivares de banana .....	16
6	Índices respiratórios de frutos da Região Amazônica .....	18
7	Efeito da imersão em metabissulfito de potássio (KMS) e da sulfuração sobre o teor de SO <sub>2</sub> em bananas desidratadas, variedade "Pachabale" .....	29
8	Efeito do tempo de imersão e de sulfuração sobre a absorção de SO <sub>2</sub> em pedaços de 1/2" de espessura, de bananas da variedade "Pachabale" .....	30
9	Efeito do tempo de sulfuração sobre a absorção e retenção do SO <sub>2</sub> em bananas inteiras e em pedaços de 1/2" de espessura, da variedade "Pachabale" .....	30

## Tabela

Página

10	Absorção e retenção de SO <sub>2</sub> durante a sulfuração e a secagem de diferentes variedades de bananas .....	31
11	Efeito do tempo de fumigação com SO <sub>2</sub> sobre a qualidade da banana <i>passa</i> .....	32
12	Efeito da temperatura de secagem sobre a qualidade da banana <i>passa</i> .....	33
13	Efeito da secagem parcial de pedaços de batata sobre o rendimento, teor de óleo e tempo de fritura da batata <i>chips</i> .....	37
14	Análises químicas da banana <i>chips</i> , tratada e não tratada com solução de metabissulfito de sódio, durante o período de seis meses .....	38
15	Medidas de variação das características físicas dos frutos dos cultivares Prata e Nanicão .....	64
16	Determinações físicas e químicas da polpa dos cultivares Prata e Nanicão .....	66
17	Composição dos ácidos graxos do extrato lipídico da polpa do fruto verde de algumas variedades de banana .....	75
18	Composição dos ácidos graxos do extrato lipídico da polpa de banana Prata ( <i>Musa sapientum</i> L.) .....	76
19	Composição dos ácidos graxos do extrato lipídico da polpa de banana Nanicão ( <i>Musa cavendishii</i> Lamb.) .....	77

Tabela		<u>Página</u>
20	Variação percentual dos ácidos graxos do extrato lipídico da polpa de banana durante a maturação .....	78
21	Rendimentos obtidos no processamento de banana <i>passa</i> dos cultivares Nanicão e Prata.	81
22	Rendimentos obtidos no processamento de banana <i>chips</i> dos cultivares Nanicão e Prata.	81
23	Determinações físicas e químicas da banana <i>passa</i> obtida com o cultivar Nanicão e acondicionada em saco plástico, durante o armazenamento .....	82
24	Determinações físicas e químicas da banana <i>passa</i> obtida com o cultivar Nanicão e acondicionada em papel celofane, durante o armazenamento .....	83
25	Determinações físicas e químicas da banana <i>passa</i> obtida com o cultivar Prata e acondicionada em saco plástico durante o armazenamento .....	84
26	Determinações físicas e químicas da banana <i>passa</i> obtida com o cultivar Prata e acondicionada em papel celofane durante o armazenamento .....	85
27	Determinações físicas e químicas da polpa do fruto verde dos cultivares Prata e Nanicão .....	89
28	Determinações físicas e químicas da banana <i>chips</i> obtida com o cultivar Nanicão e acondicionada em saco plástico, durante o armazenamento .....	90

## Tabela

Página

29	Determinações físicas e químicas da banana <i>chips</i> obtida com o cultivar Nanicão e acondicionada à vácuo em saco plástico .....	90
30	Determinações físicas e químicas da banana <i>chips</i> obtida com o cultivar Prata e acondicionada em saco plástico, durante o armazenamento .....	91
31	Determinações físicas e químicas da banana <i>chips</i> obtida com o cultivar Prata e acondicionada à vácuo em saco plástico .....	91
32	Determinação de resíduos de fosfina ( $\text{PH}_3$ ) em banana <i>passa</i> .....	95

## LISTA DE FIGURAS

Figura		<u>Página</u>
1	Medição da respiração da banana cultivar Nanicão, nas temperaturas de 12 <sup>o</sup> C e 25 <sup>o</sup> C, à uma umidade relativa média de 90% .....	19
2	Medição da respiração da banana cultivar Prata, nas temperaturas de 12 <sup>o</sup> C e 25 <sup>o</sup> C, à uma umidade relativa média de 90% .....	20
3	Representação das possíveis formas de industrialização dos produtos da bananeira..	23
4	Fluxograma representativo do processamento de banana <i>passa</i> .....	27
5	Fluxograma representativo do processamento de banana <i>chíps</i> .....	35
6	Fluxograma adotado no processamento de banana <i>passa</i> .....	43
7	Fluxograma adotado no processamento de banana <i>chíps</i> .....	47
8	Pontos de medida do diâmetro maior e diâmetro menor em frutos de banana .....	51
9	Registro da temperatura e da umidade relativa no interior da câmara durante o período de maturação do cultivar Nanicão .....	61
10	Registro da temperatura e da umidade relativa no interior da câmara durante o período de maturação do cultivar Prata .....	62

Figura		<u>Página</u>
11	Cromatograma dos ésteres metílicos dos áci- dos graxos do óleo da polpa de banana ver- de ( <i>Musa cavendishii</i> , Lamb., var "Poyo")..	69
12	Cromatograma dos ésteres metílicos dos áci- dos graxos do óleo da polpa de banana ver- de ( <i>Musa cavendishii</i> , Lamb., var Nanicão).	70
13	Cromatograma dos ésteres metílicos dos áci- dos graxos do óleo da polpa de banana ver- de ( <i>Musa sapientum</i> L.) .....	71
14	Cromatograma dos ésteres metílicos dos áci- dos graxos do óleo da polpa de banana Pra- ta madura ( <i>Musa sapientum</i> L.) .....	72
15	Cromatograma dos ésteres metílicos dos áci- dos graxos do óleo da polpa de banana Nani- cão verde ( <i>Musa cavendishii</i> , Lamb.) .....	73
16	Cromatograma dos ésteres metílicos dos áci- dos graxos do óleo da polpa de banana Nani- cão madura ( <i>Musa cavendishii</i> , Lamb.) .....	74
17	Comportamento da umidade relativa e da tem- peratura durante o período de estocagem dos produtos <i>passa</i> e <i>chips</i> .....	87

## RESUMO

Empregaram-se, neste trabalho, frutos dos cultivares Prata e Nanicão (*Musa sapientum* L. e *Musa cavendishii*, Lamb.).

Acompanhou-se o amadurecimento dos dois cultivares em câmara de maturação através de determinações físicas e químicas, tendo sido identificados também os ácidos graxos do extrato lipídico da polpa dos frutos verdes e maduros.

Verificaram-se diferenças marcantes na natureza dos ácidos graxos majoritários, presentes nos dois cultivares. Na polpa de banana Prata verde, o ácido oleico é predominante, com 43,04%, seguindo-se o palmítico e o linoleico, ambos com percentual em torno de 24%. No caso da polpa do cultivar Nanicão verde, os ácidos palmítico e linoleico, apresentaram-se como majoritários, com percentual em torno de 31%.

Com a maturação, verificou-se, em ambos os cultivares, uma diminuição no percentual de ácidos graxos insaturados, ocorrendo o inverso no que diz respeito aos saturados.

Determinou-se o rendimento tecnológico desses dois cultivares, na obtenção dos produtos banana *passa* e banana *chips*, tendo o cultivar Nanicão apresentado rendimento ligeiramente superior ao cultivar Prata, na obtenção de ambos os produtos citados.

A banana *passa*, foi acondicionada em papel celofane e em saco plástico, tendo sua estabilidade acompanhada durante o período de armazenamento de 6 meses, através de diversas determinações físicas e químicas.

O produto obtido a partir do cultivar Nanicão, apresentou escurecimento bem mais acentuado.

Observou-se que o produto acondicionado em papel celofane apresentou escurecimento mais acentuado que aquele acondicionado em saco plástico, independentemente do cultivar empregado.

Para a banana *chips*, empregou-se somente o saco plástico como embalagem, variando-se o tipo de fechamento: a vácuo e sob condições normais, isto é, através de simples soldagem por aquecimento. A estabilidade do produto foi acompanhada por um período de 6 meses, através de diversas determinações físicas e químicas, observando-se comportamento semelhante para ambos os cultivares, independentemente do tipo de fechamento realizado.

O índice de peróxido apresentou alterações marcantes durante todo o período de armazenamento, aumentando entre os 90 e 120 dias, diminuindo a seguir até o final do período.

Realizaram-se fumigações da banana *passa*, já embalada, com fumigante à base de fosfina ( $\text{PH}_3$ ), procedendo-se de terminações de prováveis resíduos em intervalos de tempo de 3 meses e 6 meses. Constatou-se que apenas o produto analisado logo após a fumigação (tempo zero), apresentou resíduo superior ao permitido para frutas desidratadas.

## 1. - INTRODUÇÃO

A banana é uma fruta de aceitação universal, sendo, em muitas regiões, alimento diário da população.

A origem da bananeira não é perfeitamente definida, perdendo-se nas mitologias grega e indiana. Há registro de sua presença na Índia, Malásia e Filipinas há mais de quatro mil anos (50).

O Brasil é o maior produtor de banana, sendo também o maior consumidor mundial. A produção ocorre em quase todos os municípios brasileiros. O comércio interno é bastante intenso, face às características que a musácea apresenta, propícias à comercialização, como a produção durante todo o ano, a colheita do fruto verde e a possibilidade de se programar-lhe a maturação.

O Estado do Ceará destaca-se como grande produtor desse fruto, tendo ocupado a posição de maior produtor nacional durante o quadriênio 1974/1977 (10).

A banana Prata é a mais difundida no Estado, com maior predominância nas Microrregiões de Uruburetama, Baturité e Fortaleza (42).

A maior parte da produção cearense é consumida "in natura", com o seu processamento limitando-se à indústria de doces, apesar da possibilidade de industrialização do produto sob diversas formas como: banana *passa*, néctar, purê, farinha, pó, flocos, sucos, etc (42).

Segundo WILSON (76), o mercado internacional dos produtos da banana para uso alimentício tem recebido especial atenção por parte dos países produtores, visto que se constituem uma alternativa de utilização dos frutos frescos que não apresentam tipo para exportação devido a pequenos defeitos de qualidade, ou ainda, numa possível utilização dos excedentes.

Entre os dois produtos estudados, a banana *passa* apresenta comercialização de quantidades mais significativas, sendo o Equador o líder das exportações (76).

A banana *passa* é normalmente obtida a partir de frutos sadios que foram submetidos à secagem natural ou artificial após amadurecimento.

No processamento da banana *chips*, emprega-se o fruto ainda verde, que após cortado em fatias é frito em óleo, obtendo-se um produto semelhante à batata frita.

O armazenamento destes produtos, principalmente no caso da banana *passa*, tem-se apresentado bastante problemático, seja pelo escurecimento demasiado da *passa*, ou ainda pelo ataque de insetos durante o período de estocagem, fazendo com que significativa quantidade do produto não tenha comercialização assegurada.

O presente trabalho teve como objetivos principais, <sup>XX</sup>acompanhar a <sup>XX</sup>maturação dos cultivares Nanicão e Prata; identificar os ácidos graxos do extrato lipídico da polpa <sup>XX</sup>verde e madura dos dois cultivares; determinar o rendimento <sup>XX</sup>destes cultivares na obtenção dos produtos banana *passa* e banana *chips*; <sup>XX</sup>comparar tipos de acondicionamento (embalagem) para os

produtos obtidos; acompanhar as modificações químicas e físicas ocorridas durante o armazenamento e finalmente determinar prováveis resíduos de fosfina em banana *passa* fumigada com este inseticida.

## 2. - REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. - Botânica

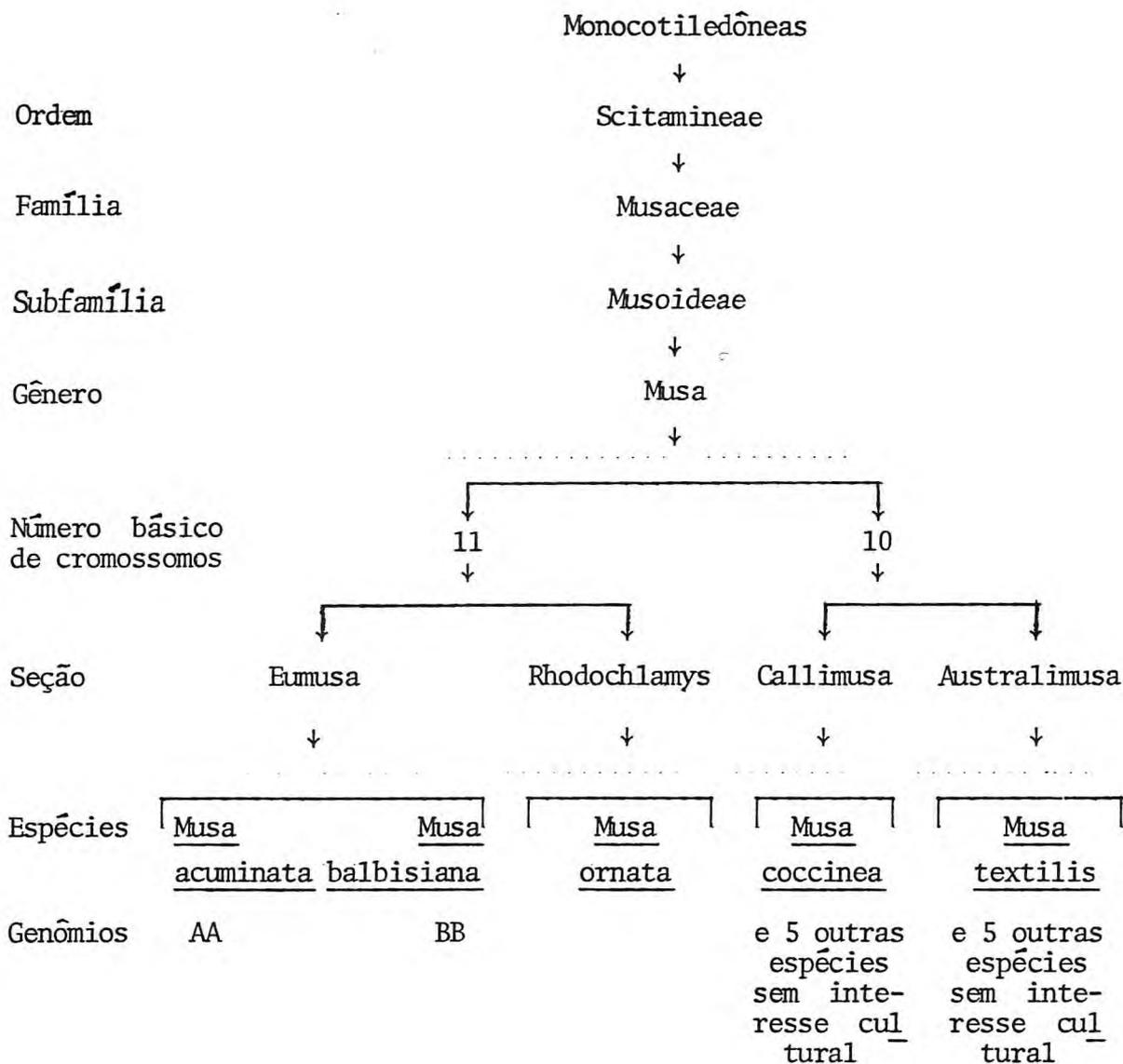
#### 2.1.1. - Classificação das espécies do gênero MUSA

A literatura referente à sistemática do gênero Musa é ainda controvertida (63).

O gênero Musa está dividido em quatro seções, uma das quais, a Eumusa, contém a grande maioria das bananas comestíveis, derivadas de *Musa acuminata* e *Musa balbisiana* (66).

A classificação das espécies do gênero Musa, esquematizada por MOREIRA (50), é a seguinte:

## CLASSIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE MUSA



## 2.1.2. - Morfologia da planta

A bananeira é um vegetal completo, apresentando raiz, tronco, folhas, flores, frutos e sementes.

Multiplica-se vegetativamente através da emissão de novos "filhos" ou rebentos, que se originam do estumescimento de gemas vegetativas externas da planta primitiva ("planta-mãe"), localizadas na região denominada rizoma. Ao conjunto de duas ou mais plantas ("mães" e "filhos"), denomina-se normalmente, touceira (50).

As raízes têm origem na parte central do rizoma, distribuindo-se em toda a calota subterrânea do seu órgão formador. São fasciculadas e estão dispostas em maior percentagem nas camadas horizontais mais superficiais do solo, sendo que pequena quantidade se desenvolve no sentido vertical. As raízes superficiais têm comprimento variável, podendo ultrapassar 4 m. As verticais, dependendo da natureza do solo, podem atingir comprimento igual ao das horizontais, ou nem chegar aos 50 cm. Em média, o seu diâmetro é de 3 a 5 mm, podendo, contudo alguns cultivares apresentarem até 20 mm.

A bananeira forma raízes continuamente, até a diferenciação floral; com o desenvolvimento do cacho ocorre sua morte progressiva (50).

É no rizoma que todos os órgãos da bananeira se apoiam direta ou indiretamente. Na sua porção inferior, as raízes iniciam seu contato com o exterior, e o desenvolvimento do ambiente que irão explorar. Na sua parte superior, está implantado o pseudo-caule, cujo aspecto dá a impressão de ser o tronco da bananeira. É formado pelas bainhas das folhas que, sobrepondo-se concêntricamente, dão um aspecto cilíndrico a esse órgão (50).

O desenvolvimento da folha jovem e as suas alterações posteriores na forma foliar, resultam do crescimento e turgor de células motoras específicas que exercem pressões sobre as estruturas rígidas (66).

O desenvolvimento aéreo da bananeira se processa basicamente a partir de um conjunto de células denominado "Gema apical de crescimento".

A gema apical de crescimento é responsável pela formação das folhas da bananeira e das gemas laterais de brotação. Como a formação da folha e da gema lateral de brotação é simultânea, pode-se dizer que a planta tem tantas dessas gemas quantas forem as folhas geradas (50).

A gema apical, durante o processo de multiplicação para formação de folhas, pode gerar de 30 a 70 folhas, encontrando-se este número correlacionado com o índice de fertilidade e disponibilidade de água no solo (50).

As bainhas das folhas da bananeira são de elevada importância são elas que, embricando-se, formam o falso tronco da bananeira ou seja, o pseudo-caule que irá sustentar a o cacho da planta.

O pseudo-caule da bananeira é um estipe e seu crescimento, que representa a altura da planta, é igual à distância do solo até a roseta foliar, é através do pseudo-caule que a inflorescência ganha o exterior da planta. No interior do pseudo-caule da planta que já lançou a inflorescência encontra-se o "palmito da bananeira". Ele é constituído pelo alongamento vertical sofrido pelo rizoma durante a ascensão da inflorescência caminhando para o exterior da bananeira. O "palmito" é fibroso e seu alongamento constitui o cabo ("engajo") do cacho (50).

Os frutos da bananeira são o resultado do desenvolvimento partenocárpico ou polinizado dos ovários das flores femininas da inflorescência. Apresentam forma de bagas alongadas. O pericarpo corresponde a casca, e o mesocarpo, à polpa. O cacho é constituído pelo engajo, pencas, ráquis e coração (50).

O engajo é o alongamento do cilindro central do rizoma, compreendido entre o ponto de fixação da última folha e a inserção da primeira penca. Botanicamente é conhecido por pedúnculo da inflorescência (50).

A ráquis, continuação do engajo, é definida botanicamente como "eixo onde se inserem as flores de uma inflorescência". Inicia-se a partir do ponto de inserção da primeira penca, em sua extremidade encontra-se o "coração" ou "mangará", conjunto de pencas de flores masculinas ainda em desenvolvimento com suas respectivas brácteas (50).

### 2.1.3. - Principais variedades de bananeiras cultivadas no Brasil

Baseados no sistema proposto por SIMMONDS (66) e SHERPHERD (64), SGARBIERI et alii (63) sugerem uma chave de classificação para as principais variedades de bananeiras cultivadas no Brasil.

Na classificação desses autores, cada letra A representa um número básico de cromossomas (n) ou uma carga genética correspondente, proveniente da espécie *Musa acuminata*, o mesmo significando a letra B, em relação à espécie *Musa balbisiana*.

<u>Nome comum</u>	<u>Grupo genético</u>
Banana Ouro	A A (diplóide)
Nanica	
Nanicão	
Congo	
Gros Michel	A A A (triplóide)
Caru-Roxa	
Caru-verde	
Banana-Leite	
Banana Maça	A A B (triplóide)
Banana Figo	
Banana Prata	A B B (triplóide)
Banana Branca	

A classificação das três últimas variedades, dentro do grupo (ABB), ainda não foi confirmada (63).

### 2.2. - Composição química e valor nutritivo

De uma maneira geral, a banana é composta de água, carboidratos e pequena quantidade de proteína e gordura (66).

As cinzas são comparativamente ricas em potássio, magnésio, sódio e fósforo (66), tendo sido também identificados cobre, iodo, zinco e cobalto (37).

SIMMONDS (66), através de exaustiva revisão de literatura, apresentou a composição química média da banana em percentagem de peso fresco, como mostra a Tabela 1.

A banana é um alimento altamente energético, cujos carboidratos são facilmente assimiláveis, entretanto, dado ao seu baixo teor em proteínas e lipídios, não pode constituir a base de uma alimentação completa (12).

Estudos comparativos realizados por KERVEGANT (33), denotam o valor energético dessa fruta, como se verifica através da Tabela 2.

É interessante mencionar trabalhos, como por exemplo o de KETIKU (34), voltados especificamente à identificação dos carboidratos e aminoácidos encontrados na casca e na polpa de banana verde e madura. Segundo o citado autor, a quantidade de açúcares totais aumentou consideravelmente durante o amadurecimento de 3% para 31,6% na casca e de 1,3% para 17,3% na polpa, enquanto a concentração de amido decresceu de 50 para 35% e de 83 para 66% na casca e na polpa respectivamente. A casca apresentou-se bem mais rica em celulose (10%) e hemicelulose (13%) do que a polpa, a qual apresentou 1,4% de celulose e 1,3% de hemicelulose. A proteína da polpa é abundantemente rica em arginina, ácido aspártico e ácido glutâmico. O aminoácido metionina encontra-se presente em baixíssima quantidade, verificando-se a ausência de triptofano e cistina, entre os 16 aminoácidos identificados.

Os açúcares da polpa correspondem à sacarose, glicose e frutose, tendo sido observado traços de maltose na casca madura, provavelmente resultante da hidrólise do amido (34). Tais resultados encontram-se em concordância com os dados obtidos por LULLA & JOHAR (39).

TABELA 1 - Composição da polpa da banana (em percentagem de peso fresco).

ESPECIFICAÇÃO	Diversos Clones		"Bananas doces"				"Plantains"			
	1*	2 <sup>Δ</sup>	3 <sup>+</sup>	4	5	6	7	8	9	10
onde	62-70	70	71-76	74	75	67-83	60	68	64	65-74
.Açúcares redutores	0,4-22	-	4-11	-	-	6-25	-	-	19	5-23
.Açúcares não redutores	1-4	-	6-16	-	-	1-16	-	-	0	1-17
.Amido	0,4-7	-	3-7	-	-	1-6	-	-	12	2-7
.Carboidratos totais	18-25	21	20-25	24	23	-	31	29	31	-
.Fibra bruta	-	-	-	0,5	0,6	0,3-2,1	0,4	0,4	-	0,3-0,8
.Pectina	-	-	0,7-1,1	-	-	-	-	-	0,8	-
.Proteína	0,2-2,3	1,3	0,5-1,5	1,3	1,2	0,7-1,6	1,1	1,2	1,2	0,8-1,8
.Gordura	0,1-2,2	0,2	0,2-0,5	0,4	0,2	0,4-0,7	0,4	0,5	0,3	0,3-0,8
.Cinzas	0,8-0,9	1,0	0,7-0,8	0,8	0,8	0,8-1,1	0,9	0,9	0,9	0,8-1,2
.Acidez (N.NaOH)	-	-	4,1-4,5	-	-	-	-	-	9,0	-

Fonte: SIMMONDS (66).

Colunas:

- (1) Investigações preliminares de diversos clones, amiláceos e doces, resumidos por KERÉVÉGANT (33).  
 (2) Dados generalizados para diversos clones procedentes de Bukoba e Tanganica, obtidos por RAYMOND e JOJO (56).  
 (3) Dados de quatro "bananas doces", retirados de von LOESECKE (37).  
 (4), (8) Padrões nutricionais, obtidos de CHATFIELD (13).  
 (5), (7) Padrões nutricionais, obtidos de WATT e MERRILL (72).  
 (6) Clones filipinos, onde a maioria é constituída de "bananas doces", obtidos de ADRIANO (02).  
 (9) "Plantain" (clone não especificado), obtido de von LOESECKE (37).  
 (10) Clones filipinos, onde a maioria é do tipo amiláceo, obtido de ADRIANO (02).

TABELA 2 - Composição química de alguns frutos.

ESPECIFICACÃO	Umida- de (%)	Proteí- na (%)	Gordu- ra (%)	Carboi- dratos (%)	Cin- zas (%)	Cál- cio (100g)
Maçã	84,6	0,4	0,5	14,2	0,3	64
Banana	75,3	1,3	0,6	22,0	0,8	102
Cereja	80,0	1,0	0,8	16,7	0,6	81
Uva	77,4	1,3	1,6	19,2	0,5	144
Laranja	86,9	0,8	0,2	11,6	0,5	53
Pêssego	78,4	1,0		20,1	0,5	88
Ameixa	89,4	0,7	0,1	9,4	0,4	42
Morango	90,4	1,0	0,6	7,4	0,6	40

Fonte: CHAMPION (12).

Diversos autores estudam a fração lipídica da banana, cabendo destacar o trabalho de GROBOIS & MAZILIAK (26) com *Musa cavendishii*, Lamb. e o de GOLDSTEIN & WICK (23), com a variedade "valery". No Brasil, SGARBIERI & FIGUEIREDO (62) estudando a polpa da banana Nanica, constataram que a fração lipídica representa de 0,1 a 0,25%.

A importância nutricional da banana, é mais destacada nos países tropicais, onde a fruta constitui-se numa fonte de energia relativamente barata. Na Nigéria, a polpa verde é cortada, seca ao sol, moída e reconstituída com água quente, formando uma pasta que é consumida em mistura com verduras cozidas. Também a polpa pode ser cortada madura ou verde, e frita em óleo de palma, formando o "dodo" e "igbere" respectivamente (34).

Cerca de 24 bananas (cada uma pesando em torno de 100g), pode prover o requerimento energético de um homem de vida sedentária. Tal dieta, entretanto, é considerada insatisfatória, por causa de sua deficiência em gordura e proteína, o que poderá ser contrabalançado com a adição de lei

te. Em Uganda, 3,6 Kg de frutas descascadas, ou o equivalente a 3600 Cal, é considerado uma dieta adequada para um trabalhador (66).

A banana tem sido estudada também no que diz respeito ao seu conteúdo vitamínico, em particular quanto à sua riqueza em caroteno. Segundo MOTTA (51) as bananas podem constituir boa fonte de pró-vitamina A, pois apresentam teores que variam de 0,05 a 1,00 mg% de beta-caroteno, sabendo-se que o requerimento diário pela pessoa humana é de 5000 unidades internacionais, ou seja, o equivalente a três miligramas de beta-caroteno.

A banana ouro mostrou-se a mais rica no grupo das que se comem "in natura" (Prata, Maçã, Ouro e d'Água) com 0,48 a 0,70 mg%, e a banana da Terra cozida mostrou-se a mais rica de todas, com 1,10 mg% (51).

#### 2.2.1. - Ácidos graxos dos lipídios da Banana

As bananas não apresentam alterações significativas no teor lipídico durante o amadurecimento. O extrato etéreo varia entre 0,2 a 0,5%, dependendo da variedade, sem entretanto apresentar mudanças características durante o amadurecimento (37).

Von LOBSECKE (37), estudando a composição química da polpa madura de diferentes variedades de bananas, encontrou os seguintes resultados:

<u>Variedade</u>	<u>Teor de Gordura expresso em % de polpa fresca</u>
Gros Michel	0,47
Lady Finger	0,30
Lacatan	0,40
Plantain	0,30
Red Banana	0,24

Segundo GROSBOIS & MAZLIAK (26), os ácidos graxos que entram na composição dos lipídios extraídos da banana são variadíssimos. Todas cadeias moleculares em número par de átomos de carbono, compreendidos entre  $C_6$  e  $C_{22}$ , estão presentes em todas as misturas de ácidos graxos provenientes da polpa ou da casca do fruto, qualquer que seja o estado de maturação do mesmo. Os ácidos insaturados apresentam-se com 16 e 18 átomos de carbono, como é de regra nos vegetais. A composição quantitativa em ácidos graxos caracterizou-se pela abundância do ácido palmítico em contraste com a reduzida quantidade de ácidos graxos insaturados.

Os citados pesquisadores identificaram estes ácidos através de cromatografia em fase gasosa. A Tabela 3 apresenta a percentagem dos ácidos graxos identificados na casca e na polpa do fruto verde.

TABELA 3 - Percentagem dos ácidos graxos identificados na casca e na polpa do fruto verde de banana (*Musa cavendishii*, Lamb. var. Poyo).

Ácidos Graxos	Nº de átomos de carbono	Nº de duplas ligações	Banana verde	
			casca (%)	polpa (%)
A. caprônico	6		-	-
A. caprílico	8		-	-
A. cáprico	10		traços	traços
A. láurico	12		0,22	traços
A. mirístico	14		1,37	0,61
A. palmítico	16		42,00	57,80
A. palmitoleico	16	1	1,80	8,30
A. esteárico	18		4,10	2,50
A. oleico	18	1	11,70	15,0
A. linoleico	18	2	21,00	10,60
A. linolênico	18	3	7,70	3,60
A. araquídico	20		2,10	1,10
A. behênico	22		3,40	traços
A. tetracosênico	24		2,50	-

Fonte: GROSBOIS & MAZLIAK (26).

GOLDSTEIN & WICK (23), realizaram estudos sobre os lipídios da banana (variedade "Valery") durante o amadurecimento. Determinaram um teor lipídico de 0,92% na polpa da banana, quando verde, e 1,10%, quando madura. Em ambos os casos, empregaram a base seca. Sobre a mesma base, verificaram que a casca da banana quando verde e quando madura, contém respectivamente 6,12% e 6,98%.

Através da transesterificação do extrato lipídico e da análise cromatográfica dos estêres metílicos resultantes, os citados pesquisadores indicaram os compostos que estavam presentes e a composição percentual do extrato lipídico, como mostra a Tabela 4.

TABELA 4 - Composição dos ácidos graxos do extrato lipídico da polpa de banana verde e madura.

Ester metílico	Polpa verde (%)	Polpa madura (%)
14:0	Traços	Traços
15:0	Traços	Traços
16:0	28,80	41,90
16:1	5,75	2,10
17:0	Traços	Traços
16:2	2,91	Traços
18:0	1,59	3,83
18:1	11,35	14,40
18:2	33,88	16,10
20:0	Traços	Traços
18:3	15,80	21,70

Fonte: GOLDSTEIN & WICK (23).

GOLDSTEIN & WICK (23) observaram que em geral, os ácidos graxos insaturados diminuem durante o amadurecimento, sendo verificada uma acentuada troca na composição dos ácidos

graxos dos lipídios durante este processo. Concluído, não acreditam os autores que estas mudanças possam ser relacionadas apenas com a produção de constituintes voláteis e com o desenvolvimento do "flavor", sugerindo ainda a continuidade de pesquisas sobre o assunto.

No Brasil, SGARBIERI & FIGUEIREDO (62) estudando as transformações bioquímicas da banana Nanica durante o amadurecimento, verificaram através de cromatografia em fase gasosa, que o ácido palmítico corresponde a 50% dos ácidos graxos, colocando em seguida, em ordem de concentração, os ácidos araquídico, linoleico e oleico.

### 2.3. - Colheita e pós-colheita

O estágio de maturação no qual a banana deve ser colhida, está na dependência de uma série de fatores que em conjunto definirão o ponto ideal de colheita.

SIMMONDS (66), cita como exemplo que a variedade "Gros Michel" produzida na América Central e destinada ao comércio americano, era normalmente colhida no estágio 3/4 gorda, porque o intervalo necessário entre o dia de colheita e o amadurecimento era relativamente pequeno, situando-se entre 6 a 7 dias. Entretanto, a "Gros Michel" Jamaicana, destinada ao mercado Europeu, exigia no mínimo duas semanas entre a colheita e o amadurecimento, pelo que deveria ser colhida no estágio 3/4 natural.

Em plantações comerciais, a determinação do ponto de colheita é realizada através da avaliação do estágio de desenvolvimento da fruta, que consiste na determinação do diâmetro médio com o auxílio de um calibre, realizando-se as medidas nas frutas situadas no meio do cacho. No caso do cultivar Nanicão esta medida deve se situar em torno de 34 mm e no caso da Prata, 32 mm (07).

Quando destinadas à produção de banana *passa* ou desidratadas, as bananas devem ser colhidas no estágio de desenvolvimento comumente denominado 3/4 magra ou natural, ou seja, 30 a 32 mm de diâmetro, respectivamente para os cultivares Nânica e Nanicão (50).

A determinação das características físicas dos frutos é de grande importância para o processamento tecnológico, bem como para a especificação de embalagens e cálculo do volume a ser ocupado no armazenamento do produto "in natura".

Estudando os cultivares Nanicão, Prata e Maçã, BLEINHOTH et alii (07) determinaram as características, apresentadas na Tabela 5.

TABELA 5 - Características físicas dos frutos de alguns cultivares de banana. (Valores médios determinados em 200 frutas de cada variedade, com intervalo de confiança de 95% de probabilidade).

Características	Nanicão	Prata	Maçã
Comprimento (cm)	21,714	15,480	14,180
Diâmetro maior (cm)	3,806	3,710	3,430
Diâmetro menor (cm)	3,642	3,320	3,060
Peso (g)	152,483	83,210	66,600
Peso específico real (g/cm <sup>3</sup> )	0,981	0,960	0,950
Peso específico aparente (g/cm <sup>3</sup> )	0,423	0,436	0,420

Fonte: BLEINHOTH et alii (07).

Os detalhes do processo de colheita variam de local para local e com o clone em questão. Cultivares de pequeno porte, como por exemplo a banana Anã, permitem que a colheita seja feita por um só operário, o que já não é recomendável para clones de porte médio e alto (66).

De uma maneira geral, uma vez determinado o diâmetro da fruta, e estando este dentro das medidas desejadas,

É realizada a colheita do cacho com o auxílio de uma faca, sendo retiradas as folhas mais próximas da região do engajo que será cortado. A seguir, o primeiro corte é dado. O operário que irá transportar o cacho posiciona o mesmo sobre o ombro. Em seguida, é feito o segundo corte, que separa definitivamente o cacho da planta (07). Todos estes cuidados são necessários para evitar ferimentos na casca do fruto, o que propicia o desenvolvimento de podridões e o desprendimento dos frutos (09).

Durante o transporte, os cachos devem ser protegidos com uma capa. Normalmente empregam-se para este fim as próprias folhas da bananeira dispostas de tal modo a envolver todo o cacho. Quando usados sacos de polietileno sem fundo ou sacos de aniagem, os cachos devem receber proteção adicional no veículo de transporte, o que poderá ser feito com folhas de bananeira dispostas entre os mesmos (09).

HALL (27), demonstrou que 25% dos danos causados à banana ocorrem durante a colheita e o manuseio na plantação, e 20% durante o transporte dos cachos para o local de embalagem.

### 2.3.1. - Curva de respiração da banana

Independentemente do destino a ser dado à banana após a colheita, ou seja, se para consumo imediato ou se para armazenamento mais prolongado, é imprescindível conhecer-se o comportamento respiratório da fruta.

As curvas de respiração da banana demonstram que esta fruta apresenta grande atividade do seu metabolismo, com liberação de grande quantidade de gás carbônico, caracterizando-se como fruta tipicamente climatérica. Durante o seu metabolismo há uma descrição perfeita através das curvas, das diferentes fases que ela atravessa, desde a colheita até a sua senescência (07).

As Figuras 1 e 2 mostram as curvas de respiração da banana, dos cultivares Nanicão e Prata em duas diferentes temperaturas (12°C e 25°C) e umidade relativa média de 90%.

BIALE & BARCUS (06), verificaram que o cultivar São Tomé, obtido na região Amazônica, apresentava também acentuadas trocas metabólicas durante a elevação climatérica, e que o seu comportamento era semelhante aos cultivares "Cavendish" ou "Gros Michel" de outros países tropicais.

Os mencionados autores realizaram estudos referentes à identificação dos índices de respiração de alguns frutos na região Amazônica, cujos resultados são apresentados na Tabela 6.

TABELA 6 - Índices respiratórios de frutos da Região Amazônica.

Tipo	Nome vulgar	Nome científico */	ml O <sub>2</sub> /Kg.h	ml CO <sub>2</sub> /Kg.h
Climatérico	Banana	<i>Musa sapientum</i> , L.	12-82	11-66
	Biribã	<i>Rollinia orthopetala</i> , D.C.	24-60	22-57
	Fruta Pão	<i>Artocarpus incisa</i> , L.	38-178	34-
	Manga	<i>Mangifera indica</i> , L.	26-59	38-60
	Mamão	<i>Carica papaya</i> , L.	6-36	6-32
	Graviola	<i>Annona muricata</i> , L.	30-125	25-
Não-Climatérico	Cacau	<i>Theobroma cacao</i> , L.	35-44	31-37
	Cajú	<i>Anacardium occidentale</i> , L.	74-76	62-72
	Goiaba	<i>Psidium guajava</i> , L.	34-46	31-46
Indeterminado	Jaca	<i>Artocarpus integrifolia</i> , L.	21-29	21-32
	Jambo	<i>Eugenia malaccensis</i> , L.	43-100	42-117
	Maracujá	<i>Passiflora edulis</i> , Sims.	30-43	22-35
	Sapotí	<i>Achras sapota</i> , L.	9-19	12-23

Fonte: BIALE & BARCUS (06).

\*/ Informação acrescentada pelo autor da tese.

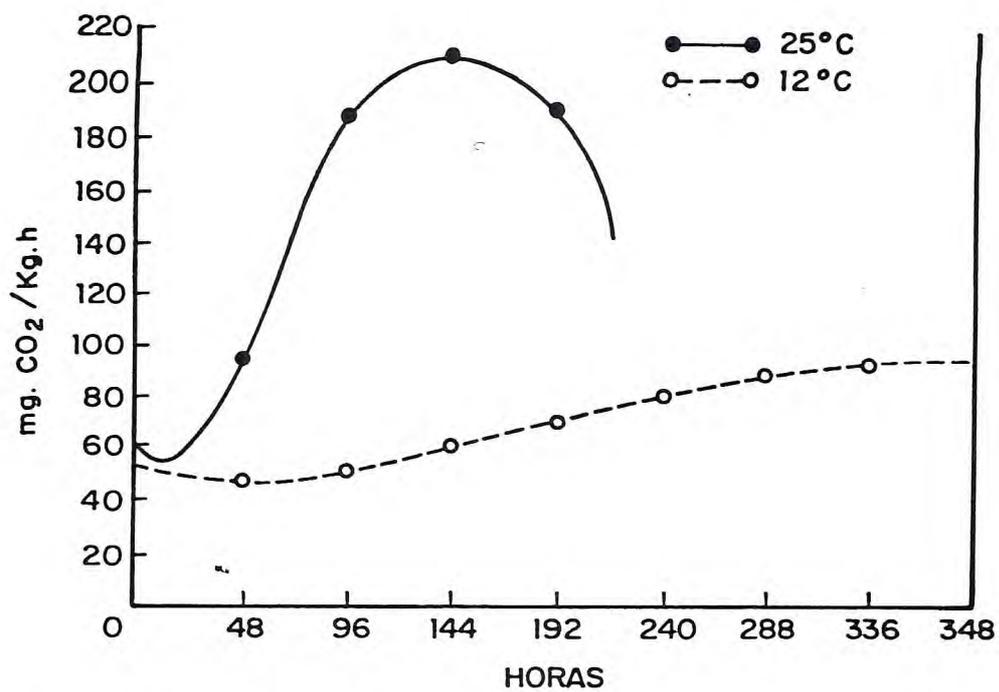


Figura 1 - Medição da respiração da banana cultivar Nanicão, nas temperaturas de 12°C e 25°C, a uma umidade relativa média de 90%.

Fonte: BLEINHOTH et alii (07).

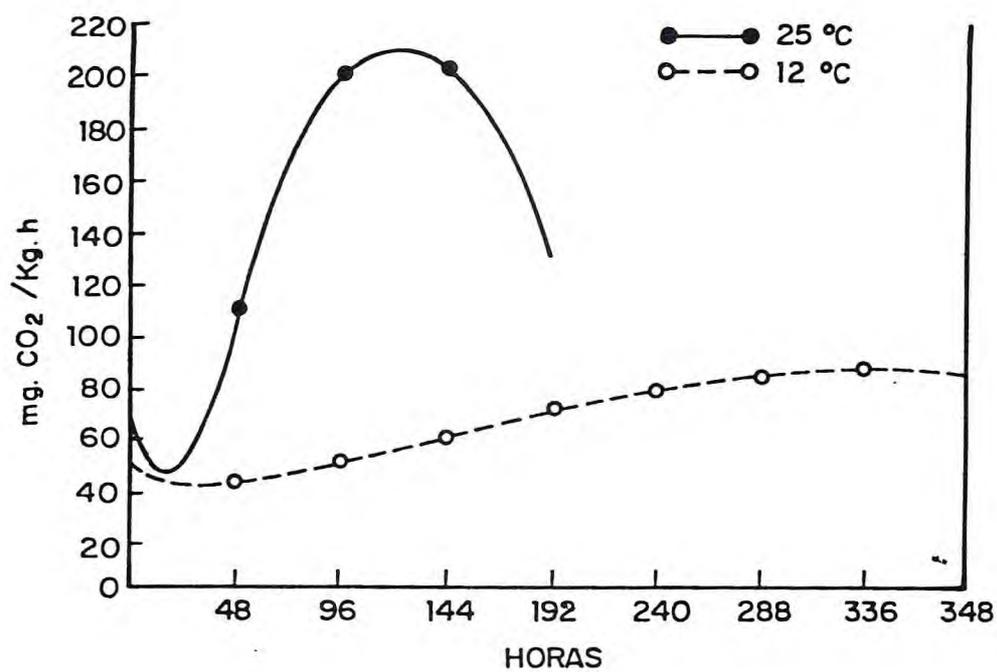


Figura 2 - Medição da respiração da banana cultivar Prata, nas temperaturas de 12°C e 25°C, a uma umidade relativa média de 90%.

Fonte: BLEINHOTH et alii (07).

### 2.3.2. - Maturação da banana

Para se obter uma maturação satisfatória, o controle da temperatura, da umidade relativa e da composição atmosférica na câmara de maturação, é da máxima importância (17), (44), (66).

As câmaras de maturação consistem basicamente de um local que apresenta condição de relativa hermeticidade, sendo dotado de sistemas de refrigeração e umidificação, apresentando ainda um dispositivo de injeção do gás ativador da maturação (09).

Processos de maturação mais rudimentares, que compreendem o abafamento dos frutos através de lona plástica, com adição de gases oriundos da queima de serragem ou mesmo do carvão de cálcio, ainda hoje são bastante empregados.

O carvão de cálcio é geralmente empregado na dosagem de  $2,66 \text{ g/m}^3$  de estufa, queimados com 65 ml de água (50).

A faixa de temperatura entre  $18$  e  $20^\circ\text{C}$  pode ser considerada ótima para a maturação. Se for aumentada de  $20^\circ\text{C}$  para  $22^\circ\text{C}$ , abrevia-se o tempo de permanência das frutas na câmara, porém estas perdem a sua estabilidade, devendo ser consumidas três dias após a retirada (17).

A umidade relativa deve ser mantida entre 85 e 95%. Quando demasiadamente baixa provoca acentuada perda de peso e, quando elevada demais propicia um maior desenvolvimento de fungos e afeta negativamente os efeitos do gás ativador da maturação (09), (17).

Entre os principais gases utilizados como ativadores da maturação, destacam-se o etileno, acetileno, azetil e etil 5. O azetil consiste numa mistura de 5,5% de etileno e 94,5% de nitrogênio. Tanto o azetil como o etil 5, são nor-

malmente empregados numa proporção de 2% em relação ao volume da câmara (17).

A influência do etileno sobre a maturação da banana tem sido estudada por diversos pesquisadores (36), (37), (66).

Segundo LIU (36), a sensibilidade do cultivar "Dwarf Cavendish" (*Musa cavendishii*, Lamb.) ao etileno foi afetada pela idade fisiológica do fruto e pela composição dos gases do ambiente. O etileno à concentração de 0,1 ppm no ar, sempre reduzia o período preclimatérico da fruta, quando a temperatura era de 21°C. Baixas concentrações de O<sub>2</sub> e altas taxas de CO<sub>2</sub>, reduzem a sensibilidade do fruto ao etileno. O mencionado autor sugere ainda que a concentração efetiva de etileno em uma mistura de gás contendo 4% de O<sub>2</sub> e 7% de CO<sub>2</sub>, deve situar-se entre 0,1 e 0,5 ppm para bananas com estado de maturação mais avançado e entre 0,5 a 1 ppm para bananas menos maduras. As concentrações maiores que 1 ppm não prejudicam, porém não aceleram a maturação (66).

A maturação está acompanhada da hidrólise do amido em açúcares e uma perda de hemiceluloses. A acidez diminui à medida que o fruto amadurece, assim como as substâncias tânicas. Os componentes nitrogenados e os lipídios não apresentam alterações significativas durante o processo. As substâncias voláteis são liberadas, originando o aroma característico da fruta madura. Entre os pigmentos existentes na casca, a clorofila desaparece, permanecendo os carotenos e xantofilas (66).

#### 2.4. - Produtos industrializados da banana

Os principais produtos alimentícios feitos com a banana são: purê em conserva ou congelado rapidamente, banana passa, banana em pó, farinha, flocos, banana chips, bebidas, doces e geléias.

CARVALHO et alii (11), citando trabalho do GEIDA-FCTPTA do Ministério do Interior, relacionam como produtos de maior possibilidade no mercado internacional: banana liofilizada, purê asséptico, purê congelado, banana *passa*, *flocos*, *põ*, *chíps*, "Baby-food", alimentos dietéticos, geleias e geleiadas, sucos e bebidas. Para o mercado nacional, sugere: purê asséptico, néctar, compota, banana *passa*, *flocos*, farinha, suco, sorvete, geleiadas e misturas enriquecidas.

O fluxograma apresentado na Figura 3, enumera os diversos produtos da bananeira.

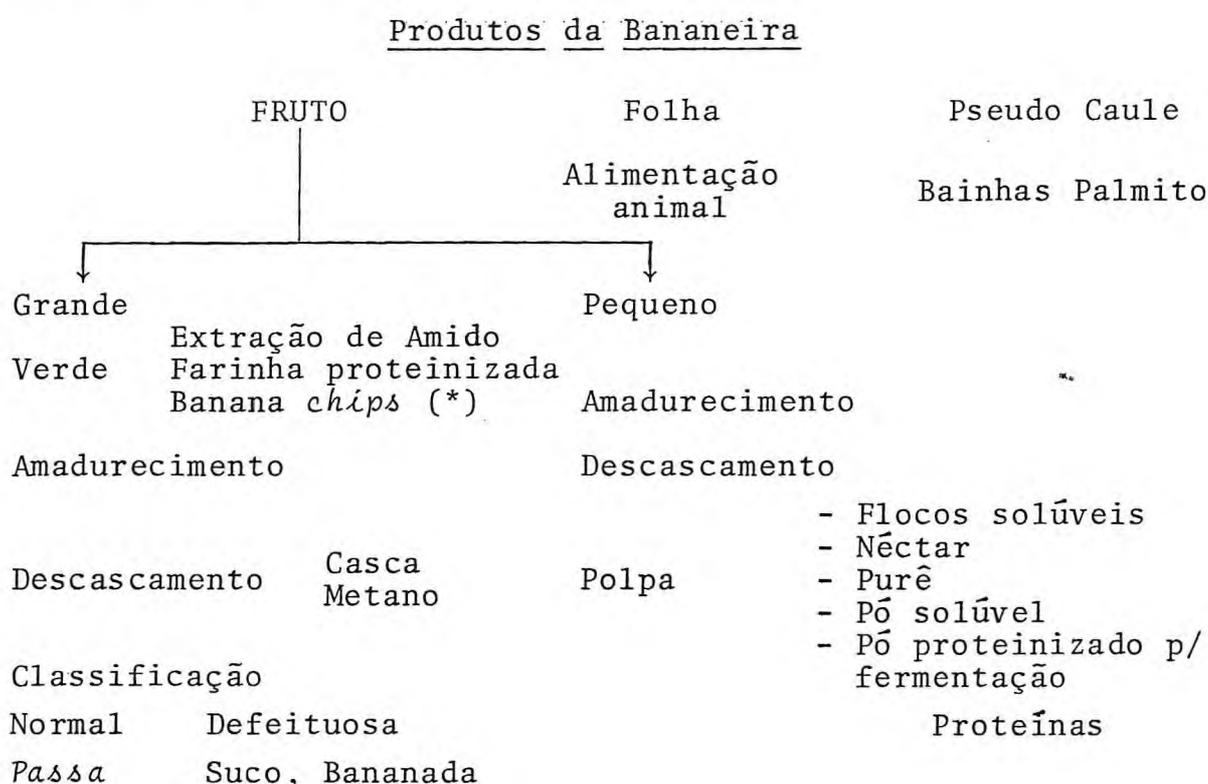


Figura 3 - Representação das possíveis formas de industrialização dos produtos da bananeira.

Fonte: MAIA et alii (42).

(\*) Informação acrescentada pelo autor da tese.

#### 2.4.1. - Purê de banana

O purê de banana é produzido pela extração da polpa de frutos descascados, sendo a massa obtida preservada por um dos seguintes métodos:

- (1) Enlatamento asséptico
- (2) Acidificação seguida de enlatamento normal
- (3) Congelamento rápido

No México e Honduras, os produtos mais aceitáveis, são os obtidos por congelamento rápido, mas a venda desse tipo de purê está restrita ao mercado americano devido ao alto custo de transporte do produto (14).

O purê acidificado produzido no Brasil encontra resistência quanto a sua aceitação no mercado externo, principalmente devido à competição que lhe é feita pelo purê asséptico, produzido em Honduras pela United Fruit Company (17).

#### 2.4.2. - Banana em pó e farinha de banana

A banana em pó é preparada a partir do fruto totalmente maduro e é usada na indústria de alimentos como flavorizante, principalmente na fabricação de bolos e biscoitos. É extremamente higroscópica e susceptível ao desenvolvimento de sabores estranhos, sendo necessário o seu acondicionamento em embalagens à prova de umidade (76).

A farinha de banana, ao contrário do pó, é preparada a partir do fruto ainda verde, devendo o mesmo apresentar um alto teor de amido.

A farinha é geralmente obtida por simples secagem de pedaços de fruta verde ao sol ou em secadores rudimentares, moendo-se posteriormente os pedaços até obter-se uma farinha fina. O produto preparado dessa maneira, apresenta-se geralmente infestado por insetos, contendo areia e sujidades que limitam o seu valor comercial (14).

Segundo CROWTHER (14), a banana deve ser colhida 3/4 gorda, quando apresenta as concentrações de amido e açúcares ideais. Se o fruto é colhido muito verde, a farinha obtida apresenta sabor amargo e adstringente, devido ao elevado teor de tanino. Quando muito maduro, é observado uma maior dificuldade na desidratação.

Partindo-se do fruto descascado, e com o produto final apresentando um teor de umidade de 8%, o rendimento médio para obtenção da farinha de banana está em torno de 27% (14).

Segundo VEIGA (70), a farinha de banana apresenta em média a seguinte composição:

Umidade	8% a 12%
Amido	65% a 70%
Proteína	3,5%
Gordura	1,5%
Açúcares redutores	2,0%
Açúcares não redutores	0,5%
Cinzas	3,5%
Tanino, matéria fibrosa	7,0%

A farinha de banana pode ser servida com leite, prestando-se também ao preparo de sorvetes, mingaus, bolos, biscoitos, em mistura com cacau e até como "Café de Banana" (65).

#### 2.4.3. - Néctar de banana

Com referência aos métodos de preparo de néctar de banana, vale mencionar o trabalho de HERNANDEZ (29) em Porto Rico e o de CARVALHO et alii (11) e de DE MARTIN et alii (17) no Brasil.

A composição química média do néctar de banana é a seguinte (11):

Sólidos solúveis	20,40%
Acidez total (ácido málico)	0,52%
Ácido ascórbico	2,66 mg/100g
Açúcares redutores	12,43%
Sólidos totais	21,94%

#### 2.4.4. - Suco de banana

A prensagem da polpa de banana, sem que tenha sido feito um tratamento preliminar, não produz um suco (14).

DUPAIGNE & DALNIC (19), determinaram que após o tratamento da polpa com pectinase, um suco de coloração escura era obtido, e que o mesmo apresentava baixa viscosidade. Os mesmos pesquisadores, usando uma mistura das enzimas poligalacturonase e pectinesterase, evidenciaram a obtenção de suco de excelente qualidade.

#### 2.4.5. - Vinagre de banana

O vinagre de banana é obtido a partir da polpa de banana madura. A pasta é inicialmente pasteurizada, sendo posteriormente inoculada com uma cultura de *Saccharomyces ellipsoideus*. A fermentação ocorre a temperatura de 20 a 23°C, durante o período de 14 a 20 dias (37).

#### 2.4.6. - Compota de banana

A compota de banana é feita, aquecendo-se quantidades iguais de fruta e açúcar com adição de suco de limão e água até que o "ponto" seja alcançado. O ácido cítrico é geralmente usado no lugar do suco de limão, reduzindo o pH da mistura para 5,4 a 3,5 (14).

A compota de banana pode ser feita também com fruta inteira ou em pedaços. Este produto é também conhecido como banana ao xarope ou banana em calda (11).

#### 2.4.7. - Geléia de banana

CROWTHER (14), sugere a utilização de bananas bem maduras no fabrico de geléia. A fruta é cortada em pedaços e posta a ferver por 1 hora em xarope de 60° Brix na proporção

de aproximadamente 1/2 Kg de banana para 1/2 ℓ de xarope. O pH deve estar em torno de 3,5. A adição de pectina auxilia na obtenção de um bom "ponto" de geléia.

#### 2.4.8. - Banana *passa*

A banana *passa* é o produto para consumo direto que apresenta comercialização de quantidades mais significativas, sendo o Equador o líder das exportações. Como principais países importadores destacam-se a França, Estados Unidos, Alemanha, Japão e Suíça (76). É obtida normalmente a partir de frutos sadios que foram submetidos à secagem natural ou artificial, obedecendo ao fluxograma apresentado na Figura 4.

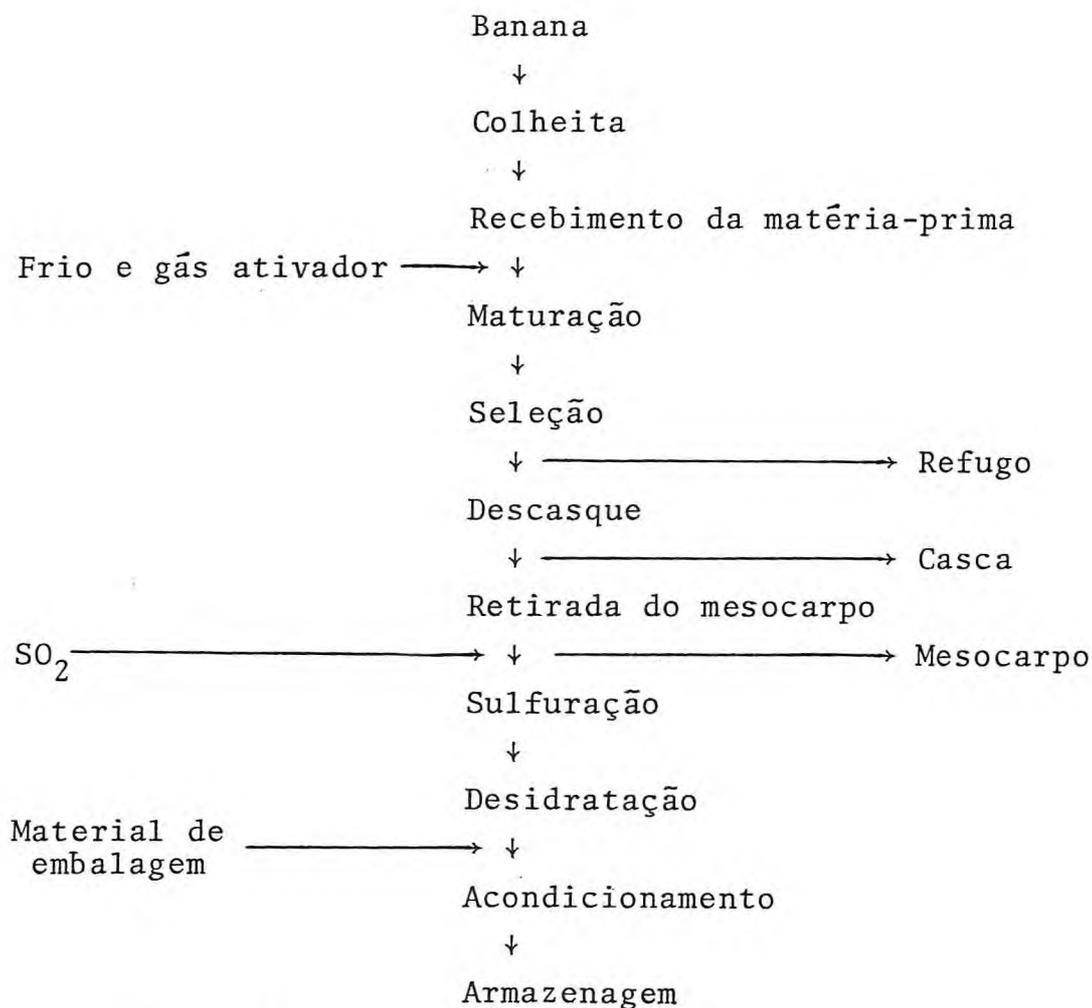


Figura 4 - Fluxograma representativo do processamento de banana *passa*.

Fonte: MAIA et alii (42).

#### 2.4.8.1. - Matéria prima

Para que a produção de banana passa seja realizada com sucesso, é imprescindível que o material utilizado esteja totalmente maduro, sem entretanto apresentar sinais de deterioração.

O teor de amido deve situar-se na faixa de 1,0 a 2,5% e o de açúcares entre 17,5 a 19,0% (11).

O amadurecimento artificial apresenta muitas vantagens sendo a principal a uniformidade do produto. O amadurecimento natural é muito demorado e desigual, provocando também transformações muito violentas no início do processo, além de acarretar maior manuseio (42).

#### 2.4.8.2. - Sulfuração

O  $\text{SO}_2$  é o mais versátil dos preservativos para alimentos, sendo empregado como gás, ou na forma de sulfito, di ou meta-bissulfitos (22).

Quando consumido em pequenas quantidades não é tóxico, pois no organismo é facilmente oxidado a sulfitos, que são excretados. Em concentrações elevadas, é tóxico ao homem e confere sabor desagradável aos alimentos (22).

O  $\text{SO}_2$  absorvido pela fruta tem por finalidade manter uma cor atrativa, prevenir o desenvolvimento de microrganismos e preservar certos atributos nutritivos (58).

A sulfuração protege o caroteno e o ácido ascórbico durante a desidratação e o armazenamento, mas causa grandes perdas de tiamina. Contudo, a maioria das frutas que sofre sulfuração não constitui grandes fontes de tiamina (69).

Os vapores de  $\text{SO}_2$  são corrosivos e devem ser tomadas precauções durante o seu manuseio. Por esse motivo, as câmaras de sulfuração devem ser construídas com deter

minados materiais como por exemplo o policloreto de vinila (P.V.C), madeira ou cimento (58).

As frutas verdes apresentam maior absorção e menor retenção quando comparadas com frutas maduras (58). Tal fato encontra-se em concordância com os dados obtidos por QUINN, JEWELL e MRAK, citados por BHATIA et alii (05), quando estudavam a influência do grau de maturação sobre a absorção e o índice de retenção do  $SO_2$  em abricós.

A absorção e retenção do dióxido de enxofre é influenciada ainda pela temperatura, duração da sulfuração, concentração do dióxido, tamanho do fruto e natureza do cultivar que está sendo sulfurado.

BHATIA et alii (05) estudaram a influência desses fatores diversos, como pode ser observado através das Tabelas 7, 8, 9 e 10.

TABELA 7 - Efeito da imersão em metabissulfito de potássio (KMS) e da sulfuração sobre o teor de  $SO_2$  em bananas desidratadas, variedade "Pachabale".

Tempo de imersão em solução de KMS a 1%. (%)	Teor de $SO_2$ (ppm)*		Tempo de sulfuração (15 lb de enxofre/1000 pés cúbicos/7 t de frutas). (h)	Teor de $SO_2$ (ppm)*	
	Antes Secagem	Depois Secagem		Antes Secagem	Depois Secagem
0,5	263	108	0,5	112	...
1,0	202	67	1,0	2613	382
2,0	119	67	2,0	5520	1240
3,0	154	130	3,0	8716	2689

Fonte: BHATIA et alii (05).

\*/ Dados expressos em base seca.

TABELA 8 - Efeito do tempo de imersão e de sulfuração sobre a absorção de  $\text{SO}_2$  em pedaços de 1/2" de espessura de bananas da variedade "Pachabale".

Tempo (em horas)	Absorção de $\text{SO}_2$ em ppm		
	Imersão em KMS (*)		Sulfuração 15 lb de enxofre / 1000 pés cúbicos/7 toneladas de fruta
	1%	5%	
0,25	77	...	...
0,5	186	244	601
1,0	317	1182	872
1,5	1969	1328	946
2,0	2113	3031	1120
2,5	2644	3548	2100
3,0	4250	...	2120

Fonte: BHATIA et alii (05).

(\*) Metabissulfito de potássio.

TABELA 9 - Efeito do tempo de sulfuração sobre a absorção e retenção do  $\text{SO}_2$  em bananas inteiras e em pedaços de 1/2" de espessura da variedade "Pachabale".

	Tempo de sulfuração (em horas)	Absorção (ppm)		Retenção (ppm)		Índice de Retenção
		Base seca	Base úmida	Base seca	Base úmida	
Fruta inteira	1,0	2613	674	382	332	0,49
	1,5	4205	1076	648	570	0,53
	2,0	5520	1402	1240	1026	0,73
	2,5	7092	1766	1519	1313	0,74
	3,0	8716	1848	2689	2178	1,18
Fruta em pedaços de 1/2"	2,0	6949	1918	3370	2692	1,40
	3,0	8592	2249	4951	3643	1,60

Fonte: BHATIA et alii (05).

TABELA 10 - Absorção e retenção de  $SO_2$  durante a sulfuração e a secagem de diferentes variedades de bananas. (Os valores entre parênteses são dados em base seca)

Variedade	Desidratação			Secagem ao sol		
	Absorção (ppm)	Retenção (ppm)	Índice de retenção	Absorção (ppm)	Retenção (ppm)	Índice de retenção
Salem	638 (2179)	593 (764)	0,93 (0,95)	638 (2179)	301 (445)	0,47 (0,20)
Kadabale	999 (3135)	1267 (1642)	1,27 (0,52)	999 (3135)	4370 (1910)	1,30 (0,6 )
Chandrabale	1177 (4019)	1199 (1523)	1,02 (0,38)	1177 (4019)	1348 (2009)	1,14 (0,5 )
Pachabale	966 (3711)	1325 (1778)	1,37 (0,48)	966 (3711)	422 (579)	0,44 (0,1 )
Nanjangud Rasabale	481 (1541)	545 (661)	1,13 (0,43)	...	...	...

Fonte: BHATIA et alii (05).

BHATIA et alii (05) verificaram também que os frutos que eram submetidos a um branqueamento sob vapor, antes da operação de sulfuração, apresentavam índice de retenção de  $SO_2$  semelhante ao daquelas que não haviam sofrido esse tipo de tratamento.

FONSECA et alii (21) realizaram estudos com o objetivo de verificar a influência do pH da solução de metabissulfito de sódio a diferentes temperaturas e períodos de imersão e sua possível interação com a remoção da película externa, no controle do escurecimento enzimático da banana *passa*. Concluíram que o melhor tratamento foi o de imersão por 10 minutos na solução de metabissulfito a 2%, aquecida a 40°C, independente do controle do pH. A interação do pH da solução com a remoção da película externa da banana não teve influência no controle do escurecimento.

Segundo DAS et alii (16), o efeito do tempo de fumigação com  $\text{SO}_2$  sobre a qualidade da banana *passa* é marcante, como se verifica através dos dados da Tabela 11.

TABELA 11 - Efeito do tempo de fumigação com  $\text{SO}_2$  sobre a qualidade da banana *passa*. (Concentração de enxofre : 8 lbs./ton./1000 c.ft).

Período Tempo	Umidade do produto final (%)	Teor de $\text{SO}_2$ no produto final (ppm)	Qualidade da banana <i>passa</i>
60	15,8	580	Cor amarelo brilhante, boa textura e sabor.
120	14,9	1065	Cor amarelo brilhante, boa textura e apreciável sabor de $\text{SO}_2$ .
180	18,0	1550	Idem.

Fonte: DAS et alii (16).

#### 2.4.8.3. - Secagem

Nos frutos e materiais similares, a maior parte de seu conteúdo de água existe em solução de açúcares, sais, proteínas e compostos orgânicos mantida em compartimentos celulares (03).

Normalmente as frutas são preparadas para a desidratação através de operações como a lavagem, descasque, fatiamento, ou tratamento com  $\text{SO}_2$  ou ainda com a imersão em uma solução de bissulfito (69).

A secagem artificial ou desidratação, permite a obtenção de uma banana *passa* de melhor qualidade que a secagem ao sol (05), (15), (42).

Segundo ANDRADE et alii (03), diferentes métodos de desidratação de bananas têm sido motivo de análise por diversos estudiosos. Na Guatemala, pesquisadores compararam a desidratação osmótica de bananas com a secagem a vácuo e atmosférica. No Brasil, OKADA & QUAST (52), investigaram a velocidade de liofilização da banana em função da granulometria e espessura do material congelado.

FONSECA et alii (21), trabalhando com estufa elétrica com circulação de ar forçada e com controle de temperatura, empregaram temperatura de 82°C durante as duas primeiras horas de desidratação e 52°C nas 15 h finais do processo.

DAS et alii (16), realizaram pesquisa com o objetivo de verificar o efeito da temperatura de secagem sobre a qualidade da banana *passa*, como pode ser observado através dos dados fornecidos na Tabela 12.

TABELA 12 - Efeito da temperatura de secagem sobre a qualidade da banana *passa*.

Temperatura (°C)	Tempo de secagem (h)	Qualidade da banana <i>passa</i>
50 - 55°C	25	Aparência clara e brilhante.
55 - 60°C (Mantida no limite mais alto durante as seis primeiras horas)	20	Idem
60 - 65°C	18	Aparência castanho escuro forte.
65 - 70°C para as quatro horas iniciais e 50 - 55°C para as horas seguintes.	18	Idem

Fonte: DAS et alii (16).

#### 2.4.9. - Banana *chips*

Em diversos países, as bananas tipo *chips* são preparadas a partir de pedaços de bananas verdes que são fritos em óleo comestível até adquirirem um aspecto semelhante ao de batatas fritas. O produto obtido é extremamente sujeito ao amolecimento e à rancificação quando não preparado e empacotado adequadamente (76).

As Filipinas são os maiores exportadores e desse produto para os E.U.A., que também adquirem pequenas quantidades de alguns países asiáticos e do Canadá (76). A produção de banana *chips* vem crescendo de importância nas regiões produtoras da musácea situada ao sul da Índia (01), (32).

Para SARNA (59), a elaboração de banana *chips* deve seguir basicamente o fluxograma apresentado na Figura 5.

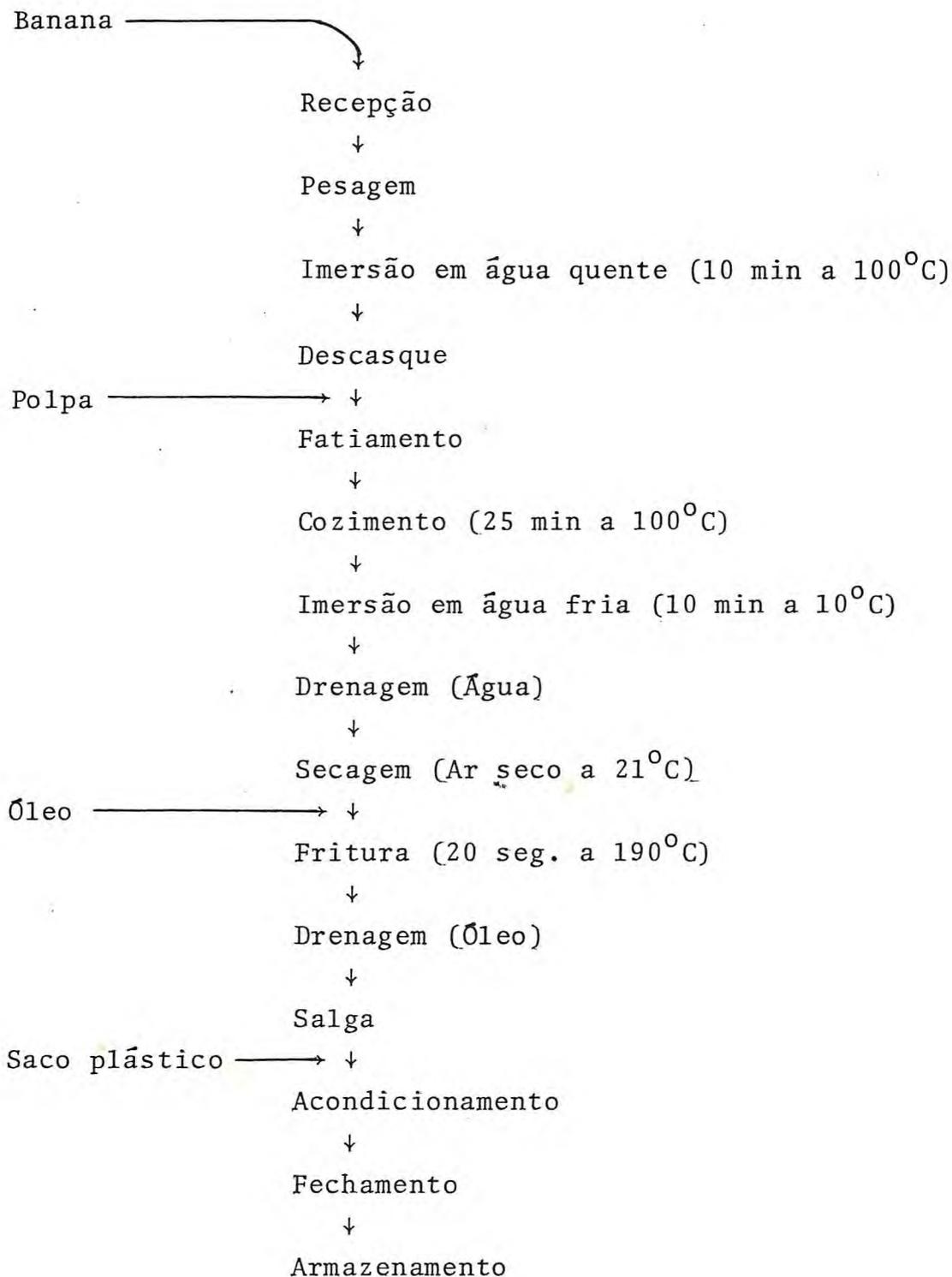


Figura 5 - Fluxograma representativo do processamento de banana chips (\*).

Fonte: SARNA (59).

(\*) Processo esquematizado pelo autor da tese.

## 2.4.9.1. - Matéria prima

O efeito do grau de maturação sobre o preparo e as qualidades organolépticas de *chíps* preparadas a partir de frutos de banana (*Musa sapientum*, L.), foi investigado por MARIANO (45). O pesquisador utilizou bananas em três estágios de maturação, sendo realizadas as seguintes determinações: pH, teor de umidade, textura e teor de sólidos solúveis, como parâmetros.

Testes organolépticos indicaram que o produto preparado a partir de bananas que se encontravam no primeiro estágio de maturação ou seja, mais verdes, era o de maior aceitação.

KUTTY et alii (35), trabalhando com *Musa paradisiaca*, L., variedade "Nendran"; verificaram que a qualidade e o rendimento da banana *chíps* dependem principalmente do estágio de maturação no qual os frutos foram colhidos. Observaram que as bananas colhidas entre 85 e 95 dias após a emergência da inflorescência eram as mais adequadas para a fritura. A relação polpa/casca serviu como um bom indicativo da maturação, havendo sido determinado 1,71 como o valor ideal para o preparo de *chíps*.

Segundo os mencionados pesquisadores, as bananas devem apresentar ainda, um conteúdo de beta-caroteno de 2000 µg/100g, pH de 5, e teor de açúcares redutores menor do que 1,5%.

Segundo SARNA (59), o conteúdo total de açúcares deve ser menor do que 1% e preferencialmente menor do que 0,7% do peso. Assim a banana deve apresentar um substancial teor de amido e uma pequena quantidade de açúcares.

Quando o teor de açúcar é elevado, ocorre o escurecimento mais acentuado, e o produto não se apresenta também com a textura recomendável, não se observando o "crack" característico (35), (59).

## 2.4.9.2. - Desidratação prévia

A desidratação prévia dos pedaços de banana que serão submetidos à fritura, também afeta significativamente as qualidades organolépticas da banana *chips* (45).

TALBURT & SMITH (68), estudaram o efeito da secagem prévia de pedaços de batata sobre o rendimento, teor de óleo retido e tempo de fritura para obtenção de batata *chips* (Tabela 13). Observaram que quanto menor o teor de umidade das fatias do tubérculo, menor o teor de óleo e o tempo de fritura.

TABELA 13 - Efeito da secagem parcial de pedaços de batata sobre o rendimento, teor de óleo e tempo de fritura de batata *chips*.

Tempo de secagem à 63°C (minutos)	Perda de peso (%)	Rendimento (%) **	Teor de óleo (%) *	Tempo de fritura (minutos)
0	0	29,2	37,6	2,50
5	11,8	28,9	37,5	2,12
10	24,0	27,8	36,2	1,94
15	36,4	26,9	32,0	1,50

Fonte: TARBURT & SMITH (68).

\* - Material frito em manteiga;

\*\* - Rendimento a partir de batata descascada.

ADEVA et alii (01), estudaram o comportamento da banana *chips* durante 6 meses, realizando as determinações especificadas na Tabela 14. Utilizaram como matéria prima banana "Saba" (*Musa sapientum* L. var. "compressa"), verificando que o teor de umidade das bananas *chips* que haviam sofrido ou não tratamento, com metabisulfito de sódio não diferiu muito, entretanto, foi afetado durante o período de armazenamento, o que os autores atribuíram ao uso de embalagens per-

meáveis à umidade. Os valores referentes aos ácidos graxos livres apresentaram-se maiores para as bananas que não haviam sido tratadas com o agente antioxidante.

TABELA 14 - Análises químicas da banana *chips*, tratada e não tratada, com solução de metabissulfito de sódio, durante o período de seis meses.

Meses	Teor de umidade (%)			Teor de Gordura (%)		Ácidos Graxos livres (%)		SO <sub>2</sub> (ppm)	
	A	B	C	A	C	A	C	A	B
1	2,90	3,26	2,78	17,05	19,78	0,60	0,67	46,04	46,69
2	3,49	3,45	4,30	14,77	17,09	0,65	0,74	46,15	46,52
3	3,70	4,75	4,00	13,82	15,56	0,46	0,77	41,34	47,75
4	4,58	4,63	5,69	17,24	15,08	0,85	1,16	45,22	45,14
5	5,90	5,94	6,28	15,50	16,56	1,36	1,62	42,61	47,85
6	4,72	4,59	4,20	13,58	14,70	1,29	1,85	45,20	50,94
7	7,54	6,74	7,74	20,18	17,44	1,43	2,05	42,31	49,88

Fonte: ADEVA et alii (01).

A - Tratada com imersão em solução de 500 ppm de metabissulfito de sódio.

B - Tratada com imersão em solução de 1000 ppm de metabissulfito de sódio.

C - Não tratada.

Os autores já citados concluíram também que o pré-tratamento das fatias de bananas através de sulfuração, branqueamento, secagem em corrente de ar seco e adição de antioxidantes ao óleo de fritura, permitiu a obtenção de um produto de boas qualidades de estocagem.

#### 2.5. - O uso de fumigantes em bananas desidratadas

O controle dos insetos que atacam as frutas desidratadas é normalmente realizado através da fumigação com produtos químicos como o brometo de metila, óxido de etileno e óxido de propileno (54).

No Brasil, esta prática é realizada com frequência em grãos armazenados, sendo empregados geralmente produtos à base de brometo de metila e fosfina (55).

A fosfina tem demonstrado ser mais eficiente que o brometo de metila e o dibrometo de etileno no combate aos insetos que infestam pipocas armazenadas (46).

VILARDEBO (71), realizou um estudo de identificação dos insetos que atacavam bananas secas provenientes da costa africana, enumerando:

*Carpophilus hemipterus* L.;  
*Carthartus quadricollis* Guer.;  
*Oryzaephilus surinamensis* L.;  
*Laemophloeus ferrugineus* Steph. e  
*Sithophilus oryzae* L.

CRUESS (15) recomenda que todos os invólucros e caixas de passas embaladas sejam depositados em uma câmara de fumigação e então fumigados com brometo de metila para garantir a ausência de ovos ou de insetos ainda vivos no produto embalado.

O brometo de metila ( $\text{CH}_3\text{Br}$ ) é encontrado no comércio sob a forma líquida, acondicionado sob pressão em cilindros de ferro. A dosagem da mistura é de 98% de brometo de metila e 2% de cloropicrina, produto que tem a propriedade de causar intensa irritação nos olhos, agindo, portanto, como gás de aviso, evitando eventuais intoxicações.

A fumigação de alguns produtos alimentícios com brometo de metila pode causar a formação de manchas e odores indesejáveis. Em alguns casos, estas alterações podem ser devidas a reações com o enxofre ou compostos de enxofre já existentes nos alimentos, ou adicionados durante a elaboração dos mesmos (48).

A fixação do brometo de metila se deve sobretudo à reação com a fração protéica do alimento tratado, principalmente por metilação dos grupos de moléculas que contêm nitrogênio e enxofre com formação de histidinas metiladas, derivados do dimetilsulfônio e, em menor quantidade, derivados metoxílicos e tiometoxílicos (20).

Não se dispõe de dados sobre a tolerância do brometo de metila inalterado. Quanto ao brometo inorgânico derivado da fumigação, na Alemanha, Brasil, Canadá, E.U.A., Índia e Países Baixos, se admite uma concentração de 50 ppm em diversos cereais. Na Nova Zelândia, o limite é de 20 ppm para todos os alimentos (20).

A fosfina pode ser caracterizada como segue (48):

Sinônimos: fosforeto de hidrogênio e hidrogênio fosforado.

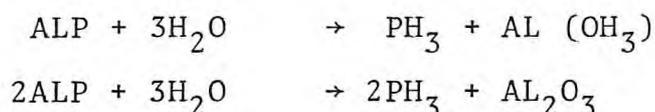
Fórmula química	$\text{PH}_3$
Ponto de ebulição	- 87,4°C
Ponto de congelamento	- 133,5°C
Calor latente de vaporização	102,6 cal/g
Peso molecular	34,04
Peso específico	
gasoso (ar = 1)	1,529
líquido (água a 4°C = 1)	0,746 a 90°C
Ponto de explosão mínimo	1,79% em volume
Solubilidade na água	26 cc/100 ml a 17°C
Cheiro	a carbeto

O gás é muito tóxico para todas as classes de animais e, às concentrações e tempo de exposição recomendáveis, não se tem encontrado pragas que sobrevivam. É relativamente inerte à maioria das substâncias que requerem fumigação, pelo que encontra aplicação na fumigação de alimentos, vestimentas, edifícios etc. Apenas os objetos de cobre ou metais pesados se alteram com a fosfina (61).

A fosfina é usada normalmente para desinfetar grãos e cereais armazenados, assim como para proteger os legumes e vários outros alimentos secos. No caso de produtos elaborados e destinados ao consumo direto, ou seja, sem preparação, deve ser evitado o contato do alimento com o fosforeto de alumínio integral (20).

A apresentação comercial do fumigante é normalmente feita na forma de tabletes de 3g e comprimidos de 0,6g.

A liberação da fosfina obedece a reação entre o fosforeto de alumínio e a umidade do ambiente, podendo ser expressa da seguinte maneira (61):



Cada tablete libera uma grama de gás e são necessárias aproximadamente 0,8 g de água para que se obtenha a hidrólise completa de um tablete. O transporte e o armazenamento dos tabletes e comprimidos são feitos em embalagens herméticas e à prova de umidade (61).

Nos Estados Unidos e Canadá tem sido recomendado um limite de tolerância de 0,1 ppm para os resíduos de fosfina presentes em diversos gêneros alimentícios, como por exemplo farinhas, cereais, frutas desidratadas e leite em pó (20). No Brasil, o limite de 0,01 ppm tem sido adotado pelo Instituto Adolfo Lutz.

Os resíduos de fosfina podem ser separados dos cereais e de outros produtos similares por arraste com nitrogênio ou outro gás inerte, segundo os métodos descritos por WHITE & BUSHEY (73) e DIEMAIR (18). O método de BRUCE, ROBBINS & TUFT (08), baseado na oxidação da fosfina em fosfato na presença de bromo e na colorimetria com molibdato de amônia, vem sendo atualmente bastante utilizado, sua sensibilidade é da ordem de 0,01 ppm de fosfina (20).

### 3. - MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. - Matéria-prima

O material foi obtido em duas etapas, com o objetivo de facilitar o procedimento tecnológico. Assim, foram utilizados 64 (sessenta e quatro) centos de bananas dos cultivares Prata (*Musa sapientum* L.) e Nanicao (*Musa cavendishii* Lamb.), sendo inicialmente adquiridos 32 centos destinados ao processamento de banana *passa* e, posteriormente, 32 para o processamento de banana *chíps*.

No caso do cultivar Nanicao, a matéria-prima utilizada foi proveniente de plantio tecnicamente orientado localizado na Fazenda da Universidade Federal do Ceará no município de Pentecoste-Ce. Foi colhida no estágio de desenvolvimento 3/4 gorda, apresentando 36 mm de diâmetro.

Para o caso do cultivar Prata, a matéria-prima foi adquirida no Mercado São Sebastião em Fortaleza-CE, sendo proveniente do município cearense de Itapajé. Procurou-se obter frutos no estágio de maturação também correspondente a 3/4 gorda, que apresentavam 34 mm de diâmetro.

O material foi transportado adequadamente para o Laboratório de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal

do Ceará, evitando-se ao máximo o traumatismo dos frutos. Os frutos que se destinavam ao processamento da banana *passa* foram colocados em câmaras de amadurecimento, enquanto que os destinados à obtenção de *chips* foram processados imediatamente.

### 3.2. - Procedimento tecnológico

#### 3.2.1. - Fluxograma adotado para obtenção de banana *passa*

Representado pela Figura 6.

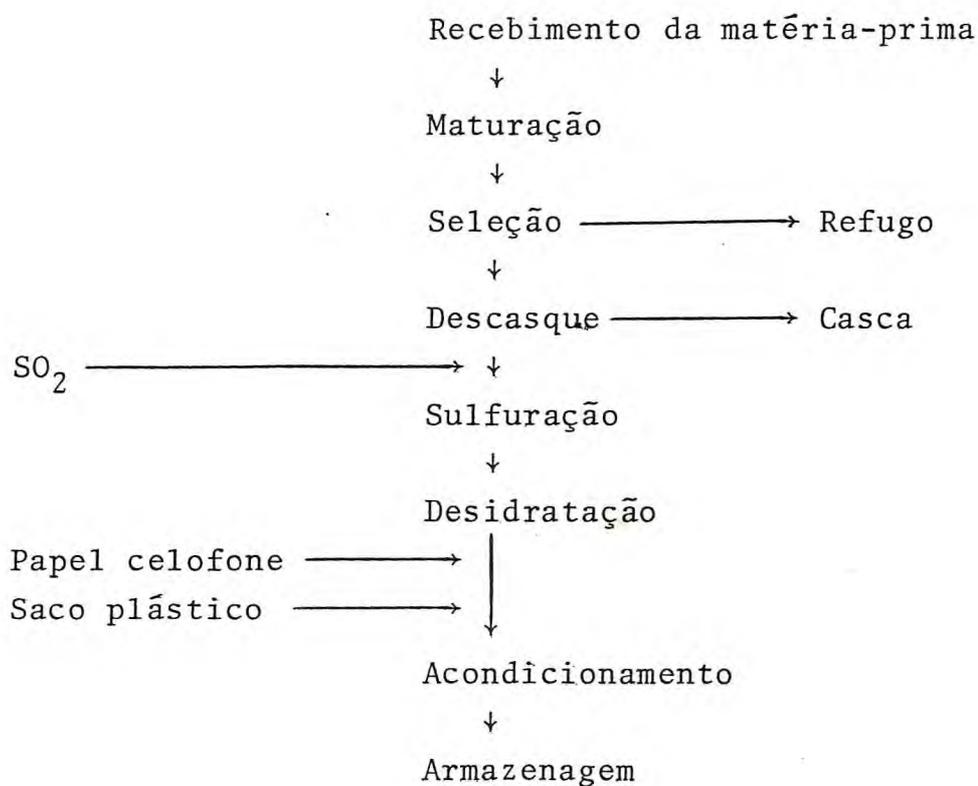


Figura 6 - Fluxograma adotado no processamento de banana *passa*.

## 3.2.1.1. - Descrição das etapas

## (a) Recebimento da matéria-prima

As bananas verdes foram recebidas, pesadas, e, em seguida, colocadas na câmara de maturação.

## (b) Maturação

O material foi amadurecido em câmara de maturação com 14 m<sup>3</sup> de volume, sendo empregado o gás ativador da maturação AZETIL, numa proporção de 2% do volume da câmara. Após decorridas as primeiras 24 horas, procedeu-se a abertura da câmara para exaustão dos gases, fechando-a a seguir até o final do período de amadurecimento. A temperatura e a umidade relativa verificadas no interior da câmara, foram registradas por termohigrôgrafo marca Bendix.

## (c) Seleção

A seleção visou principalmente manter uma uniformidade de maturação e tamanho. O material empregado foi devidamente pesado para efeito de cálculo de rendimento.

## (d) Descasque

Procedeu-se o descasque manual das frutas, sendo posteriormente realizada a pesagem das cascas para a realização do cálculo de rendimento.

## (e) Sulfuração

Após o descasque, as bananas foram imediatamente dispostas em bandejas de madeira e levadas à câmara de sulfuração. Utilizou-se a dosagem de 30g de enxôfre/m<sup>3</sup>, durante 30min. Como se pode observar, a sulfuração foi realizada logo após o descasque, não havendo sido, portanto, adotada a prática da retirada do mesocarpo.

## (f) Desidratação

Após a sulfuração, as bandejas com o material sulfurado foram colocadas em estufa "FABBE", modelo 171, de 4.500 W, com circulação de ar, mantendo-se à temperatura de 70°C por um período de 18 h.

## (g) Acondicionamento

Empregou-se dois tipos de embalagem; o papel celofane e o saco plástico de polietileno, com as seguintes especificações (57):

## Papel celofane

## 1. Permeabilidade:

A vapor d'água (g/m <sup>2</sup> .24h)	=	22
A gás (g/m <sup>2</sup> .dia.atm) :	O <sub>2</sub>	= 7,8
	CO <sub>2</sub>	= 6,2
	N <sub>2</sub>	= 7,8

## 2. Espessura: 0,025 mm

## Saco plástico de polietileno

## 1. Permeabilidade:

A vapor d'água (g/m <sup>2</sup> .24h)	=	20
--	---	----

$$\begin{aligned} \text{A gás (g/m}^2 \cdot \text{dia.atm)} : \text{O}_2 &= 3,5 \\ &\text{CO}_2 = 14 \\ &\text{N}_2 = 0,5 \end{aligned}$$

2. Espessura: 0,03 mm

O fechamento dos sacos foi realizado através de termosoldagem com o emprego de máquina apropriada para tal finalidade.

(h) Armazenamento

O material foi submetido a condições de armazenamento convencional, ou seja, sem o controle de temperatura e umidade relativa, durante o período de 6 meses.

Realizou-se a fumigação do material com produto comercial à base da fosfina ( $\text{PH}_3$ ), obedecendo a intervalos regulares de 3 meses, utilizando-se a dosagem de 3g do produto comercial/ $\text{m}^3$ .

3.2.2. - Fluxograma adotado para obtenção de banana *chips*.

Representado pela Figura 7.

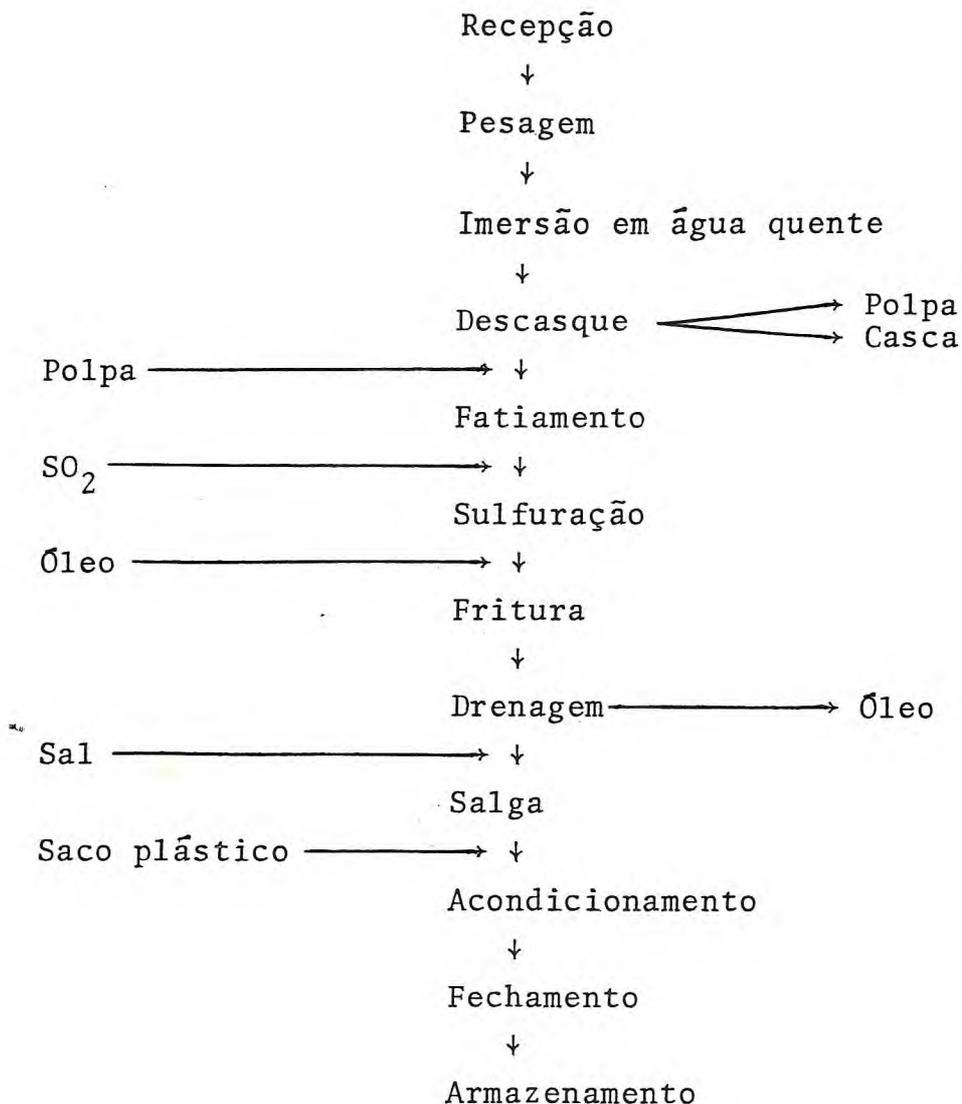


Figura 7 - Fluxograma adotado no processamento de banana *chips*.

## 3.2.2.1. - Descrição das etapas

## (a) Recepção

As bananas verdes foram recebidas e pesadas, para efeito de cálculo de rendimento.

## (b) Imersão em água quente

As bananas foram imersas em água previamente aquecida a  $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , em um tacho de aço inoxidável por um período de 15 a 20 minutos, com o objetivo de facilitar a retirada da casca,

## (c) Descasque

O descasque foi realizado manualmente, procedendo-se a pesagem da casca e polpa obtidas, para efeito de cálculo de rendimento.

## (d) Fatiamento

Procedeu-se o fatiamento com o auxílio de faca de aço inoxidável, obtendo-se fatias que apresentavam em média uma espessura de 0,4 cm.

## (e) Sulfuração

À medida que iam sendo fatiadas, as bananas eram dispostas em bandejas confeccionadas em chapa de aço galvanizado, tendo-se o cuidado de se forrar a bandeja com papel celofane, evitando-se assim o contacto das fatias com o metal. A seguir, o material foi levado à câmara de sulfuração onde empregou-se uma dosagem aproximada de  $30\text{g de enxofre/m}^3$ , durante 30 minutos.

(f) Fritura

Procedeu-se a fritura das fatias em tacho de aço inoxidável, utilizando-se óleo de algodão a uma temperatura de  $120 \pm 5^{\circ}\text{C}$ . O "ponto" de fritura foi obtido em torno de 20 minutos.

(g) Drenagem

Após fritura, o material foi colocado sobre folhas de papel absorvente para facilitar a drenagem do óleo em excesso.

(h) Salga

No processo de salga, empregou-se sal refinado numa proporção de 2% sobre o peso do produto acabado.

(i) Acondicionamento

O produto foi acondicionado em saco plástico de polietileno, espessura de 0,03 mm.

(j) Fechamento

Após o produto já acondicionado, 50% submeteu-se a fechamento sob condições de vácuo compensado com nitrogênio, sendo os 50% restantes fechados em condições normais, isto é, sem a obtenção de vácuo.

(k) Armazenamento

O produto foi submetido a condições de armazenamento convencional, ou seja, sem o controle de temperatura e umidade relativa durante o período de 6 meses.

As análises de estabilidade foram realizadas a intervalos de 1 mes.

### 3.3. - Métodos Analíticos

#### 3.3.1. - Determinação das características físicas dos frutos

Utilizou-se a metodologia descrita por BLEIROTH et alii (07), sendo determinadas as variáveis comprimento, diâmetro maior e menor e o peso.

As determinações foram feitas em amostra de 200 frutas, utilizando-se como parâmetros a média, o desvio padrão, e o coeficiente de variação (67).

O comprimento da fruta foi medido com fita métrica flexível, na sua curvatura externa.

Na determinação do diâmetro da fruta, realizou-se a medição em duas posições distintas, ou seja, do arco ventral ao arco dorsal, considerando-se esta medida como diâmetro maior e de uma lateral a outra, correspondendo ao diâmetro menor, como mostra a Figura 8.

#### 3.3.2. - Amido

O teor de amido foi determinado conforme método descrito pela A.O.A.C. (04). Pesou-se 40 g da amostra, previamente homogeneizada em um bequer de 200 ml, adicionou-se 100 ml de água destilada, agitou-se com bastão de vidro, aqueceu-se em banho-maria por 5 minutos. Esfriou-se, centrifugou-se e filtrou-se. Transferiu-se o precipitado para um balão de fundo chato de 250 ml, e adicionou-se 150 ml de água destilada e 5 ml de ácido clorídrico concentrado. Deixou-se em refluxo durante 2 horas. Esfriou-se. Transferiu-se para um balão volumétrico de 250 ml e neutralizou-se com carbonato de sódio a 70%, completou-se o volume com água destilada. Filtrou-se. Removeu-se o filtrado para uma bureta de

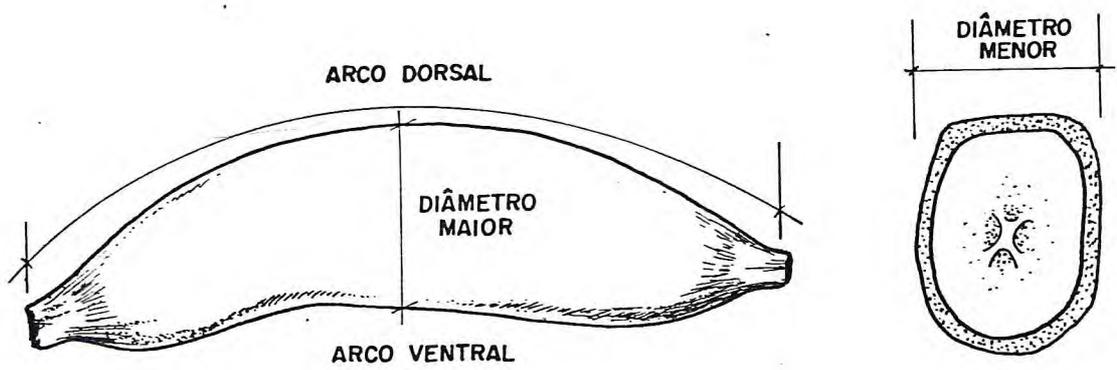


Figura 8 - Pontos de medida do diâmetro maior e diâmetro menor em frutos de banana.

Fonte: BLEINHOTH et alii (07).

50 ml. Em seguida, gotejou-se a solução contida na bureta sobre 10 ml da solução de Fehling em ebulição, agitando sempre, até ao aparecimento de um precipitado vermelho-tijolo, no fundo do balão. Anotou-se o volume gasto. Para determinar-se a quantidade de amido aplicou-se a seguinte fórmula:

$$\frac{100 \times A \times 0,057 \times 0,9}{P \times V}$$

Onde:

A = nº de ml da solução de P g da amostra;

P = peso da amostra;

V = nº de ml da solução da amostra gasto na titulação;

0,057 = nº de gramas de glicose correspondente a 10 ml da solução de Fehling;

0,9 = fator de conversão de glicose em amido.

OBSERVAÇÃO: No caso da determinação de amido em banana *chips*, o método sofreu a seguinte adaptação: pesou-se 5g da amostra um erlenmeyer, adicionando-se 150ml de água destilada e 5ml de ácido clorídrico concentrado, deixando-se o material em refluxo, por duas horas, seguindo-se com o procedimento descrito anteriormente.

### 3.3.3. - Acidez titulável

Utilizou-se a técnica adotada por MAIA et alii (42).

Pesou-se 3g da amostra e adicionou-se 100 ml de água destilada. Titulou-se com solução 0,1N de hidróxido de sódio, usando fenolftaleína como indicador, até coloração rósea. Os resultados foram expressos em percentagem de ácido málico, obtidos como segue:

$$\text{Ac. málico \%} = \frac{100 \times 0,67 \times n \times f}{P}, \text{ onde:}$$

n = número de ml de NaOH 0,1 N

f = fator da solução;

p = peso da amostra;

0,67 = fator do ácido málico.

#### 3.3.4. - Sólidos solúveis

Empregou-se a técnica descrita por SGARBIERI & FIGUEIREDO (62).

Os sólidos solúveis foram determinados através de refratômetro, Baush & Lomb. Para a leitura do índice de refração pesou-se 5g da amostra para 15 ml de água destilada.

Após agitar-se por 5 minutos, em agitador magnético, a mistura foi levada a uma centrífuga onde empregou-se 3.500 r.p.m. para um período de 10 minutos. O índice de refração foi lido no sobrenadante.

#### 3.3.5. - pH

Determinou-se o pH, utilizando-se um potenciômetro marca Coleman - modelo 39, calibrado com solução tampão de pH 4,0.

#### 3.3.6. - Taninos

Determinou-se o teor de tanino, utilizando-se o método colorimétrico de Folin-Denis, citado pela AOAC (04). Pesou-se 5g da amostra, diluiu-se em 200 ml de água destilada, e filtrou-se. Removeu-se 10 ml do filtrado para um balão de 100 ml. Adicionou-se 5 ml da solução de Folin-Denis e 10 ml da solução de carbonato de sódio saturado. Completou-se o volume com água destilada e deixou-se em repouso durante 30 minutos. Realizou-se a leitura em colorímetro a um comprimento de onda de 760 nm e determinou-se a concentração de tanino correspondente, usando-se uma curva padrão previamente estabelecida.

## 3.3.7. - Açúcares redutores em glicose

Foi usado o método recomendado pela A.O.A.C. [04] Pesou-se cerca de 6g de banana, procedendo-se sua homogeneização com água, aquecimento em banho-maria (60°C) por cinco minutos, com posterior centrifugação e filtração. O filtrado e as águas de lavagem foram recebidos em balão volumétrico de 250 ml. Adicionou-se uma solução saturada de acetato neutro de chumbo, até não haver mais precipitação. Completou-se o volume com água e procedeu-se a filtração em filtro seco,, adicionando posteriormente sulfato de sódio anidro, até precipitar todo o excesso de chumbo. Filtrou-se, recebeu-se o filtrado em frasco seco, transferindo-o para bureta de 50ml. Dez mililitros de cada solução de Fehling foram colocadas em erlenmeyer, após adicionados 40 ml de água destilada, aquecidos à ebulição. O filtrado transferido para bureta foi titulado sobre a solução até esta passar de azul a incolor, observando-se no fundo do erlenmeyer um precipitado vermelho-tijolo. Adicionou-se, quase ao término da reação, algumas gotas de indicador azul de metileno a 0,2%, para melhor visualização do final da reação.

Para determinação da quantidade de glicídios redutores, em glicose por cento, aplicou-se a seguinte fórmula:

$$\frac{100 \times 250 \times 0,057}{P \times V}$$

Onde:

P = peso da amostra;

V = volume de solução gasto;

0,057 = número de gramas de glicose correspondente a 10ml da solução de Fehling.

### 3.3.8. - Açúcares não redutores

Utilizou-se o método recomendado pela A.O.A.C. (04). Transferiu-se 25 ml do filtrado obtido da determinação de açúcares redutores em glicose, para um balão volumétrico de 100 ml. Procedeu-se a acidificação do filtrado com 5 ml de ácido clorídrico concentrado, aquecendo-se em banho-Maria (70°C) por 15 minutos. Esfriou-se, neutralizou-se com solução de carbonato de sódio anidro saturada, completando-se o volume com água destilada. Procedeu-se a titulação de maneira semelhante a empregada na determinação de açúcares redutores.

Para o cálculo da quantidade de açúcares não redutores em sacarose, empregou-se a seguinte fórmula:

$$\frac{100 \times 250 \times 0,057 \times 0,95}{P \times V} = A$$

Onde:

P = peso da amostra;

V = volume de solução gasto;

A = percentagem de glicose obtida em glicídios redutores.

### 3.3.9. - Açúcares totais

Representados pela soma dos açúcares redutores e não redutores.

### 3.3.10. - Pigmentos solúveis em água

Utilizou-se o método colorimétrico descrito por MAIA et alii (42). Pesou-se 5g de bananas, homogeneizando-se com 95 ml de ácido metafosfórico a 1% durante 3 minutos em liquidificador. Transferiu-se o homogeneizado para cápsulas de centrifuga, empregando-se 3,500 rpm por 10 minutos. O sobrenadante foi filtrado em papel filtro Whatman Nº 1. Vinte e cinco ml do filtrado foram misturados com igual volume de

etanol a 95%, e filtrados em papel de filtro Whatman Nº 1. A absorvância do filtrado foi medida em colorímetro Coleman a um comprimento de onda de 420 nm. Os resultados desta determinação foram expressos em % de transmitância.

### 3.3.11. - Umidade

Utilizou-se o método descrito por MAIA et alii (42). O material foi pesado e submetido à secagem em estufa à vácuo a 70°C, à pressão de 25 kg/cm<sup>2</sup>, onde foi dessecado até peso constante.

### 3.3.12. - Extrato etéreo

Empregou-se o método descrito em "Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz" (30). Esta determinação foi realizada apenas no produto banana *chips*. Triturou-se a amostra com auxílio de um gral. Realizou-se a extração da matéria graxa da amostra com hexano, durante o tempo suficiente, usando-se para isso um extrator de Soxhlet. Retirou-se do extrator o balão que havia sido previamente tarado e evaporou-se o solvente, colocou-se o balão contendo o resíduo em estufa à 105°C, durante 1 hora. Esfriou-se em dessecador e pesou-se. A quantidade de matéria graxa foi obtida pela diferença de peso.

### 3.3.13. - Índice de peróxido

Utilizou-se o método de WHEELER, descrito em (47), com modificações.

Pesou-se aproximadamente 2,0 g de óleo extraído na determinação anterior, em erlenmeyer de rolha esmerilhada de 500 ml. Adicionou-se 50 ml da solução 3 + 2 (v.v.) ácido acético-clorofórmio e 1 ml de solução saturada de iodeto de potássio, agitando-se por 1 minuto, observando-se uma coloração amarela avermelhada. Adicionou-se 50 ml de água destilada. Titulou-se com solução 0,1 N de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 5H<sub>2</sub>O até obter

-se uma cor amarela, quando então adicionou-se 1 ml de solução saturada de amido aparecendo uma coloração azul escuro. Continuou-se a titulação até a viragem de azul escuro para incolor. Anotou-se o gasto de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  procedendo-se os cálculos através da seguinte fórmula:

$$\text{I.P. (me/Kg de óleo)} = \frac{v \times N \times f \times 1000}{\text{Pa}} \quad \text{onde,}$$

- v = volume de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  gasto na titulação (em ml);  
 N = Normalidade da solução de tiosulfato de sódio;  
 f = fator da solução de tiosulfato de sódio;  
 Pa = peso da amostra em gramas.

### 3.3.14. - Ácidos graxos livres

Utilizou-se o método adotado pela American Oil Chemists Society, descrito em (47), com modificações. Pesou-se  $7,05 \pm 0,05$  gramas da amostra de banana *chips* previamente triturada e adicionou-se 75 ml de álcool etílico a 95%, aquecendo-se por 1 minuto. Adicionou-se 2ml de fenolftaleína a 1%. Aqueceu-se o material durante 1 minuto em bico de bunsen. Titulou-se com solução de NaOH 0,1N até o aparecimento de uma coloração rósea, verificando-se a mesma permanência por um período mínimo de 30 segundos. Os resultados foram expressos em percentagem de ácidos graxos livres em ácido oleico, através da seguinte fórmula:

$$\% \text{ Ácidos graxos livres em ácido oleico} = \frac{v \times N \times f \times 28,2}{\text{Pa}}$$

onde,

- v = volume em ml gastos na titulação com NaOH;  
 N = Normalidade da solução de NaOH;  
 f = fator da solução;  
 Pa = peso da amostra em gramas.

### 3.3.15. - Extração dos lípidios

Utilizou-se o método modificado por WHITING STULL, e BROWN (74).

Homogeneizou-se 50 g de banana com 100 ml de metanol e 50 ml de clorofórmio em liquidificador, durante 5 minutos. Filtrou-se usando vácuo, transferindo-se o filtrado para um funil de separação, e adicionou-se 100 ml da solução saturada de NaCl. Deixou-se em repouso por 10 minutos após agitação lenta, repetindo-se esta operação. Procedeu-se a drenagem da camada inferior do balão para um erlenmeyer, desprezando-se a camada superior. Após a evaporação do solvente, obteve-se a fração lipídica.

### 3.3.16. - Metilação dos lipídios

Foi usado o método recomendado por LUDDY et alii (38). Procedeu-se a secagem da fração lipídica, obtida anteriormente, em estufa a vácuo a 70°C por 10 minutos. Preparou-se uma solução de metóxido de sódio, fazendo-se reações 0,025 g de sódio metálico com 20 ml de metanol. Adicionou-se 5 ml da solução recém preparada ao erlenmeyer com a fração lipídica, colocando-o em banho-maria (61°C) com agitação por uma hora. Após retirada da amostra do banho-maria, adicionou-se 2,5 ml de água destilada e 2 gotas de ácido acético, com o objetivo de neutralizar o excesso de NaOH que se forma na reação.

### 3.3.17. - Extração dos ésteres metílicos de ácidos graxos

Empregou-se o método semelhante ao de LUDDY et alii (38). Adicionou-se 1 ml de hexano na amostra metilada anteriormente. Após agitação transferiu-se a amostra para um funil de separação, procedendo-se a eliminação da fase aquosa inferior que havia se formado. A fase com hexano foi então transferida para um tubo de ensaio para posterior injeção no cromatógrafo.

3.3.18. - Identificação dos ácidos graxos dos lipídios da banana por cromatografia em fase gasosa.

Procedeu-se a extração da fração lipídica da polpa em amostras tiradas, quando as bananas apresentavam-se verdes e quando maduras, adotando-se a mesma sistemática tanto para o cultivar Prata como para o cultivar Nanicão.

A análise cromatográfica em fase gasosa, foi realizada utilizando-se um cromatógrafo TRACOR MT mod. 160, equipado com detector de ionização de chama e registrador Sargent Welch, modelo SRG, e coluna com dimensões 0,6 cm x 1,8 m. No enchimento da coluna empregou-se Dietileno glicol succinato 15% em chromosorb W, 60-80 "mesh" (Analabs).

Adotou-se como gás de araste o nitrogênio, com fluxo de 30 ml por minuto, temperatura da coluna 200°C (isotérmica), fluxo de hidrogênio 60 ml por minuto e oxigênio 60 ml por minuto, temperatura do detector 250°C, temperatura do bloco injetor 250°C, velocidade do papel 2,5 cm/min, atenuação  $128 \times 10^2$ , volume da amostra injetada 2  $\mu$ l.

A composição percentual foi calculada através da medição da área sob os picos apresentados nos cromatogramas obtidos, representados pela Figuras 13, 14, 15 e 16.

3.3.19 - Determinação de resíduos de fosfina em banana passa.

Esta determinação foi realizada pelo Instituto Adolfo Lutz, tendo sido empregado o método analítico adotado pela Food Drug Administration dos E.U.A.

O método baseia-se no fato de que o resíduo de fosfina, na presença de ácido sulfúrico diluído, desprende-se da amostra para ligar-se a uma solução aquosa de bromo. O resíduo de fosfina é oxidado pelo bromo para fosfato, sendo então determinado colorimetricamente [28]. A sensibilidade do método é de 0,01 ppm.

#### 4. - RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.1. - Maturação

A banana Nanicão apresentou-se totalmente madura ao quinto dia, observando-se grande uniformidade em todo o lote. O mesmo não ocorreu com o cultivar Prata, que somente apresentou boa uniformidade de maturação, ao 7.<sup>o</sup> dia.

A temperatura registrada no interior da câmara durante a maturação da banana Nanica oscilou entre 28,5°C a 30°C, enquanto que para o cultivar Prata situou-se entre 25 a 26°C.

Tal fato pode haver propiciado um menor período de maturação para o cultivar Nanicão.

As Figuras 9 e 10 ilustram o comportamento da temperatura e da umidade relativa durante o período de maturação dos dois cultivares.

Para DE MARTIN et alii (17), a temperatura está em relação direta com a difusão de gases e da umidade relativa, tendo um efeito marcante sobre a fruta em si e sobre a ação dos fungos. Consideram também, que a temperatura ótima

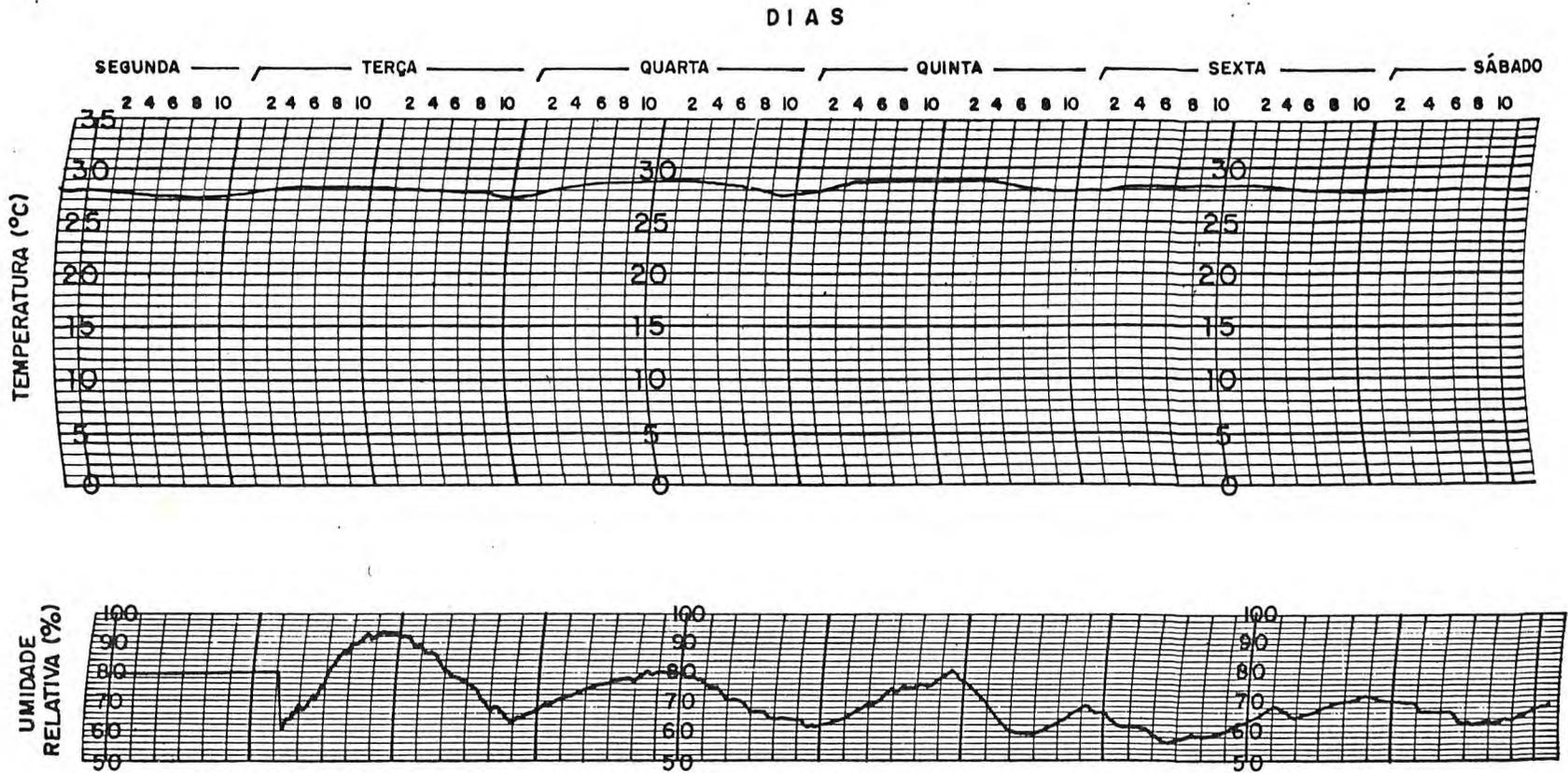


Figura 9 - Registro da temperatura e da umidade relativa no interior da câmara durante o período de maturação do cultivar Nanicão.

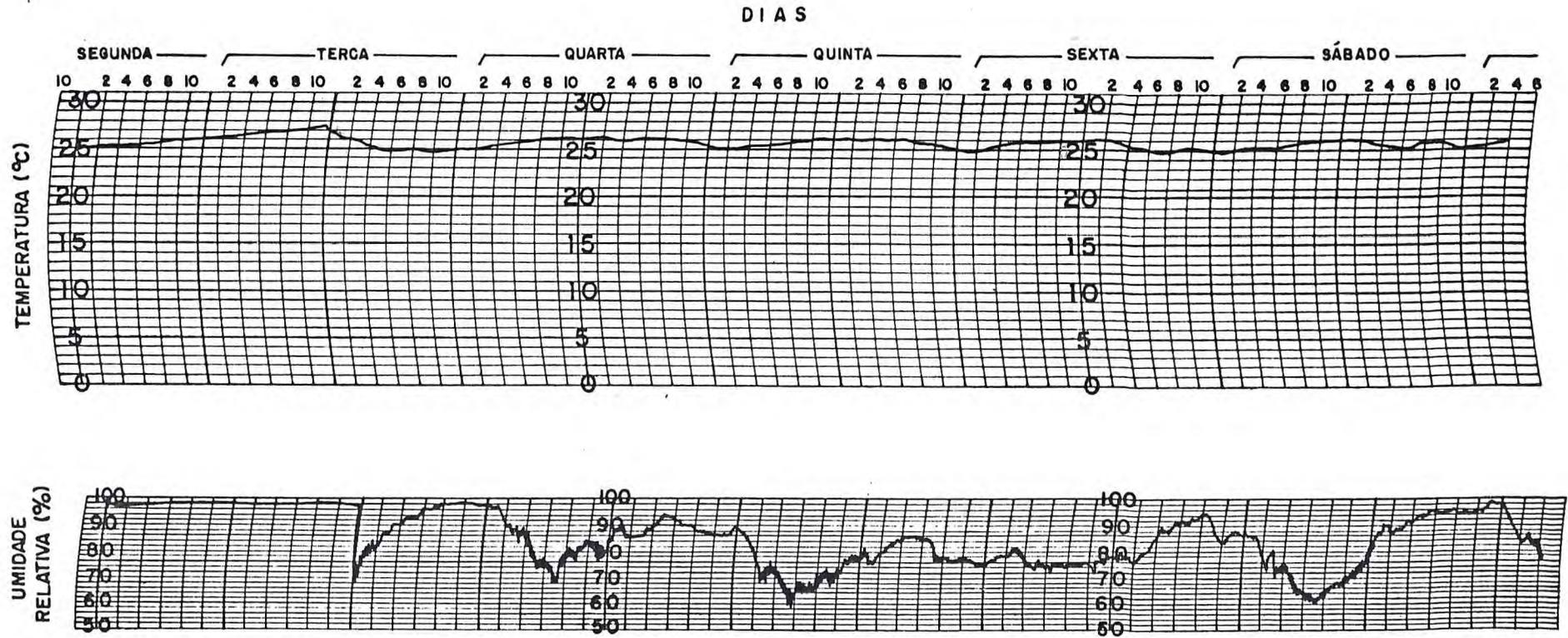


Figura 10 - Registro da temperatura e da umidade relativa no interior da câmara durante o período de maturação do cultivar Prata.

para a maturação pode variar entre 18° e 20°C e, caso seja aumentada, o tempo de permanência na câmara será abreviado. Entretanto, as frutas perdem a sua estabilidade, devendo ser consumidas no prazo máximo de três dias após a sua retirada.

Obviamente, no caso de frutas que se destinam ao processamento industrial, a diminuição da estabilidade dos frutos após a maturação não se constitui um problema.

A influência da temperatura sobre a produção e ação do etileno endógeno, bem como no etileno presente na mistura gasosa utilizada como ativadora da maturação, pode também justificar o menor período de permanência do cultivar Nanicão na câmara.

Segundo McGLASSON (40), a temperatura ótima para a produção de etileno em algumas frutas, como por exemplo no caso das maçãs, é de 32°C, sendo mais baixa para outras, como as peras e bananas. Para o mencionado autor, ainda não está satisfatoriamente esclarecido se o amadurecimento anormal a altas temperaturas é devido à diminuição na produção de etileno, à impossibilidade de ação desse composto ou ainda a outros fatores.

#### 4.2. - Características físicas e químicas dos dois cultivares.

##### 4.2.1. - Características físicas dos frutos

As características físicas dos frutos estudados são apresentadas na Tabela 15.

Os dois cultivares apresentaram características físicas bem distintas com grandes variações de tamanho e de peso. O cultivar Nanicão apresentou frutos maiores e mais pesadas que a banana Prata. Os resultados alcançados estão em concordância com os dados obtidos por BLEINHOTH et alii (07).

TABELA 15 - Medidas de variação das características físicas dos frutos dos cultivares Prata e Nanicão.

Características	Parâmetro	Cultivares	
		Nanicão	Prata
Comprimento (cm)	Média	20,614	17,016
	Desvio padrão	1,682	1,780
	Coeficiente de variação	8,16	10,46
Diâmetro maior (cm)	Média	3,692	3,458
	Desvio padrão	0,215	0,301
	Coeficiente de variação	5,82	8,70
Diâmetro menor (cm)	Média	3,407	3,200
	Desvio padrão	0,198	0,266
	Coeficiente de variação	5,81	8,31
Peso (g)	Média	144,758	91,466
	Desvio padrão	18,870	6,895
	Coeficiente de variação	13,03	7,54

#### 4.2.2. - Características físicas e químicas da polpa de banana verde e madura

A Tabela 16 mostra as variações das principais características físicas e químicas observadas nas análises da polpa dos dois cultivares, referentes ao material destinado à obtenção de banana *passa* e que, portanto, havia sido submetido à maturação.

O teor de amido teve variações bem pronunciadas em ambos os materiais analisados, apresentando o cultivar Nanicão valores mais elevados para amido que o cultivar Prata. Entretanto, estudando algumas variedades de bananas, entre as quais a Prata e a Nanicão, SGARBIERI et alii (63) encontraram valores mais elevados de amido para o cultivar Prata.

Esta divergência pode ser em parte justificada, acreditando-se que o cultivar Prata encontrava-se em um estágio de maturação mais avançado que a banana Nanicão, como se pode observar pelos dados referentes às frações sólidos solúveis e açúcares totais.

Segundo WHITING (75), o amido é comumente encontrado nas células mais externas dos frutos, provavelmente como em produto resultante da fotossíntese dessas células.

Estudando diversas variedades de bananas, SIMMONDS (66), verificou que o amido desaparecia, passando de 20% na polpa de banana verde para cerca de 1 a 2% quando a fruta amadurecia.

Diversos pesquisadores como SIMMONDS (66), von LOBSECKE (37), SGARBIERI & FIGUEIREDO (62), MAIA et alii (42), KETIKU (34), são concordantes ao afirmarem que o amido é o carboidrato predominante na polpa de banana verde, sendo o mesmo transformado em sacarose, glicose e frutose durante o amadurecimento.

A acidez orgânica foi expressa em % de ácido málico. Para SGARBIERI & FIGUEIREDO (62), é este ácido predominante na banana. Os mesmos autores citando WYMAN & PALMER (77),

mencionam que no fruto verde, o ácido oxálico predomina sobre o málico e o cítrico, decrescendo com a maturação, e dando lugar ao ácido málico como mais importante.

Como se observa na Tabela 16 em ambas as culturas, verificou-se que a acidez foi praticamente três vezes mais alta na polpa madura que na polpa verde. Estes resultados estão de acordo com os dados obtidos por MAIA et alii (44) e SGARBIERI & FIGUEIREDO (62) no estudo das mesmas variedades de banana. Os últimos pesquisadores citados, mencionando vom LOESECKE (37), sugerem que a acidez da polpa aumenta até um valor máximo, que coincide, ou aparece, logo depois do climático, isto é, no pique máximo de respiração dos frutos.

Os sólidos solúveis apresentam um aumento substancial devido, provavelmente, à degradação do amido em açúcares, resultados estes compatíveis com a literatura sobre o assunto (34), (44), (62).

Durante a maturação observou-se um decréscimo de pH, fato este também constatado por diversos pesquisadores (44), (62).

O teor de taninos permaneceu praticamente constante durante o processo de maturação.

A literatura sobre o assunto é bastante controversa. Segundo SIMMONDS (66), devido a falta de um conhecimento exato da natureza química dos taninos, sua estimativa não é satisfatória, não sendo de estranhar portanto que não se tenha chegado a nenhum acordo geral sobre o comportamento do conteúdo de tanino na banana durante a maturação.

Para GOLDSTEIN & SWAIN (24), durante a maturação, a condensação dos compostos fenólicos aumenta continuamente, enquanto que a adstringência diminui, talvez porque os flavonóides altamente condensados sejam menos solúveis e fortemente ligados a outros componentes celulares.

O teor de açúcar aumenta rapidamente, o que se atribui à hidrólise do amido.

A banana Prata apresentou-se mais rica em açúcares redutores e totais que a banana Nanicao, fato este observado também por MAIA et alii (44) e SGARBIERI & FIGUEIREDO (62).

#### 4.3. - Identificação dos ácidos graxos da polpa de banana

Os resultados do estudo em foco encontram-se expressos através das Figuras 13, 14, 15 e 16 e Tabelas 18, 19 e 20.

A identificação dos ácidos graxos do extrato lipídico da polpa dos dois cultivares de banana, no estado verde e maduro, foi realizada utilizando-se como parâmetros os cromatogramas obtidos por GROSBOIS & MAZLIAK (26) e SGARBIERI & FIGUEIREDO (62), os quais encontram-se representados pelas Figuras 11 e 12 e através da Tabela 17.

Os autores citados anteriormente são discordantes quanto à identificação do último ácido graxo liberado.

A identificação deste ácido é realmente polêmica, constatando-se em alguns trabalhos, como por exemplo o de MAIA et alii (43) sobre ácidos graxos do óleo da castanha de caju, que os autores identificam como sendo o araquídico ( $C_{20}$ ), o ácido graxo liberado logo após o linoleico ( $C_{18:2}$ ).

Como se observa através da Tabela 18 após a maturação da banana Prata, verificou-se um decréscimo nos percentuais dos ácidos graxos esteárico, oleico, com o linoleico mantendo-se praticamente constante. Entretanto, os ácidos palmítico e linolênico experimentaram um aumento, principalmente o linolênico, que não tendo sido identificado na polpa verde, passou a apresentar um percentual em torno de 24%, na polpa madura.

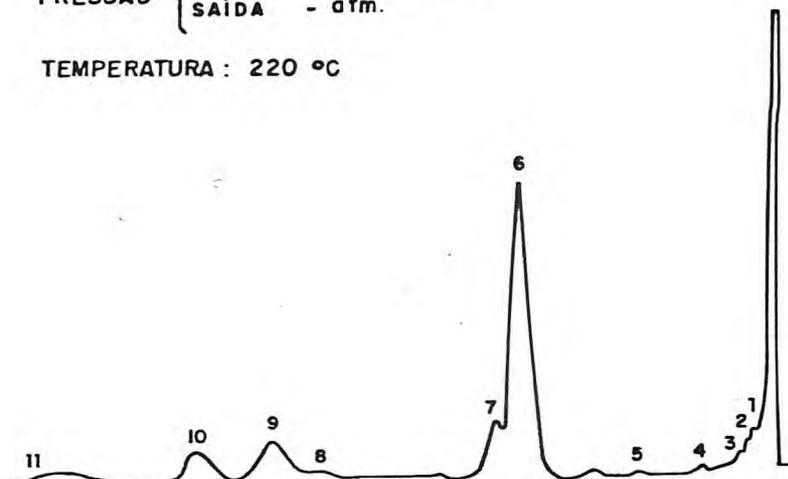
ÁCIDOS GRAXOS DA POLPA DE BANANA VERDE

GÁS - HELIUM

PH. STAT : REOPLEX 400 ( 20 % )

PRESSÃO { ENTRADA - 1170 g/cm<sup>2</sup>  
SAÍDA - atm.

TEMPERATURA : 220 °C



IDENTIFICAÇÃO

PICOS	AC. GRAXOS
1	— Caproico
2	— Caprilico
3	— Caprico
4	— Laurico
5	— Mirístico
6	— Palmítico
7	— Palmítoleico
8	— Esteárico
9	— Oléico
10	— Linoleico
11	— Linolênico

Figura 11 - Cromatograma dos ésteres metílicos dos ácidos graxos do óleo da polpa de banana verde (*Musa cavendishii*, lamb. var. "Poyo").

Fonte: GROSBOIS & MAZLIAK (26).

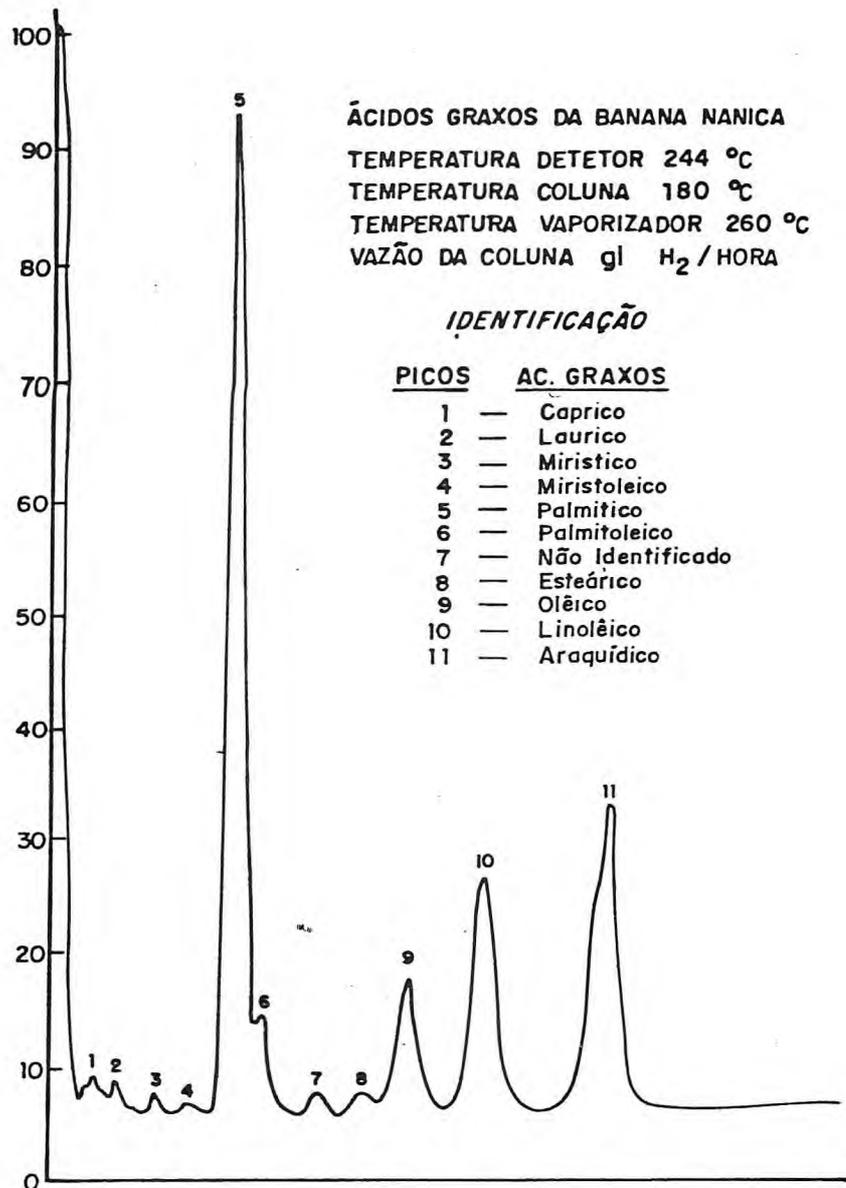


Figura 12 - Cromatograma dos ésteres metílicos dos ácidos graxos do óleo da polpa de banana verde (*Musa cavendishii*, Lamb. var. Nanica).

Fonte: SGARBIERI & FIGUEIREDO (62).

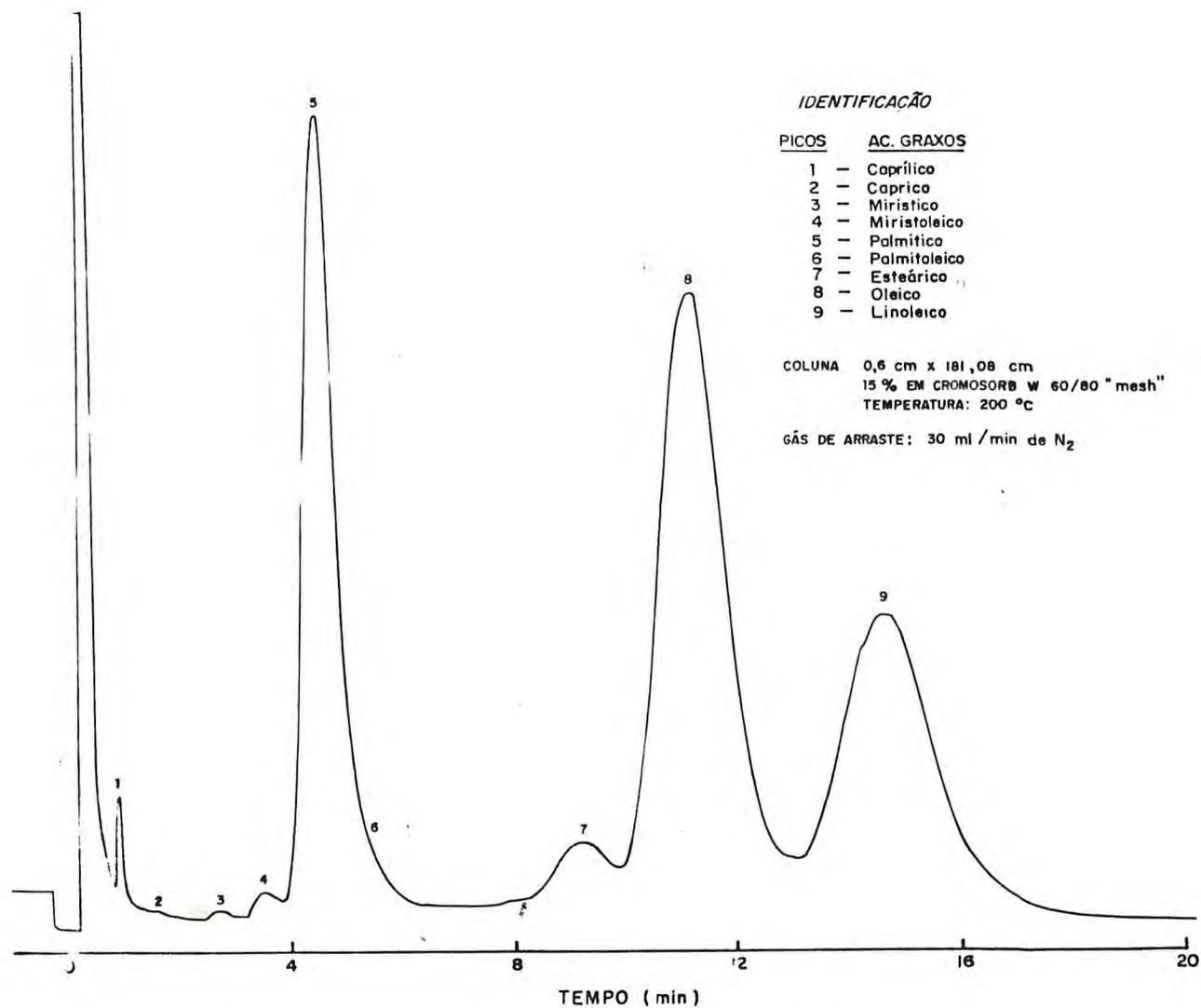


Figura 13 - Cromatograma dos ésteres metílicos dos ácidos graxos do óleo da polpa de banana Prata verde (*Musa sapientum* L.).

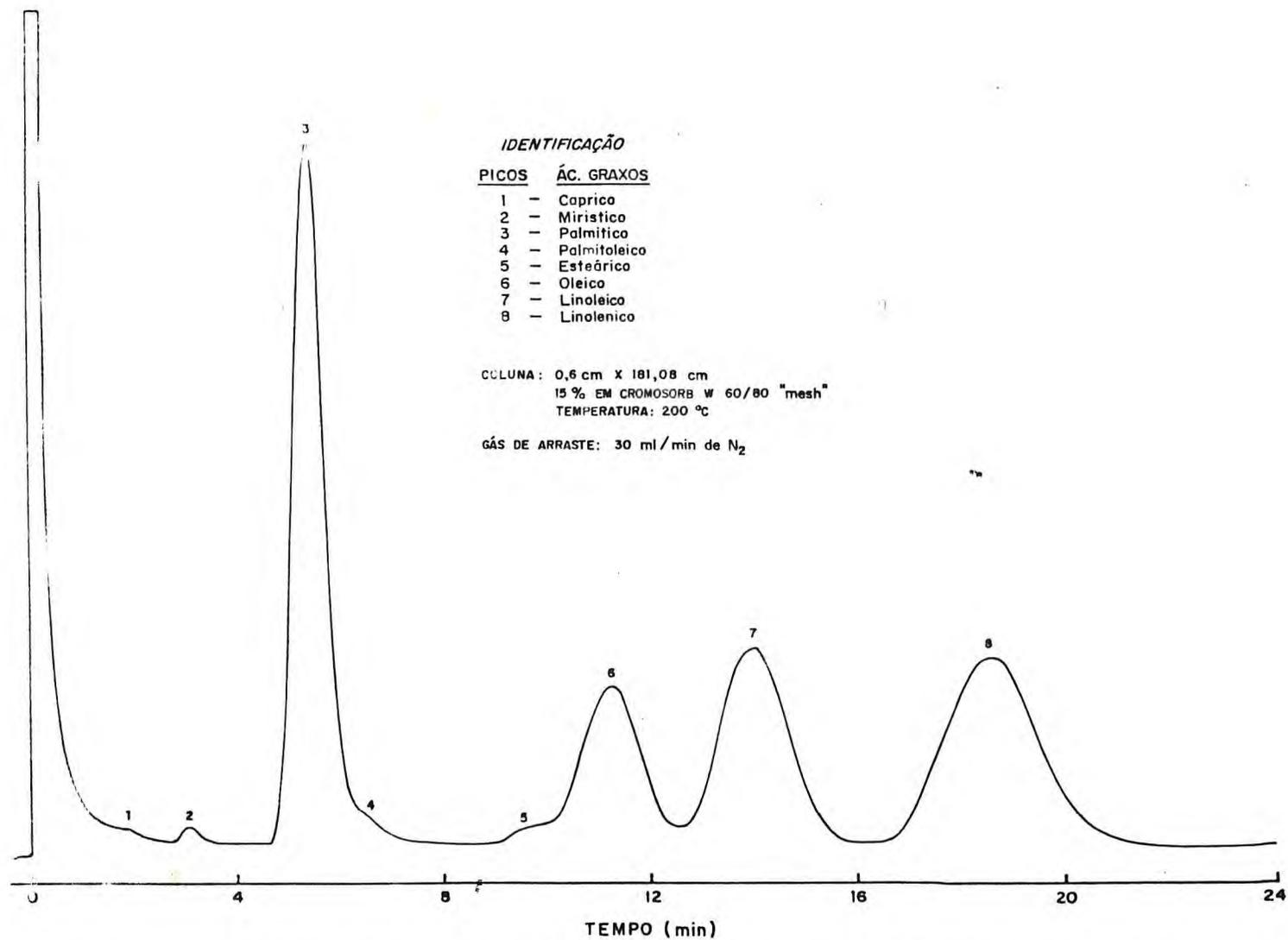


Figura 14 - Cromatograma dos ésteres metílicos dos ácidos graxos do óleo da polpa de banana Prata madura (*Musa sapientum* L.).

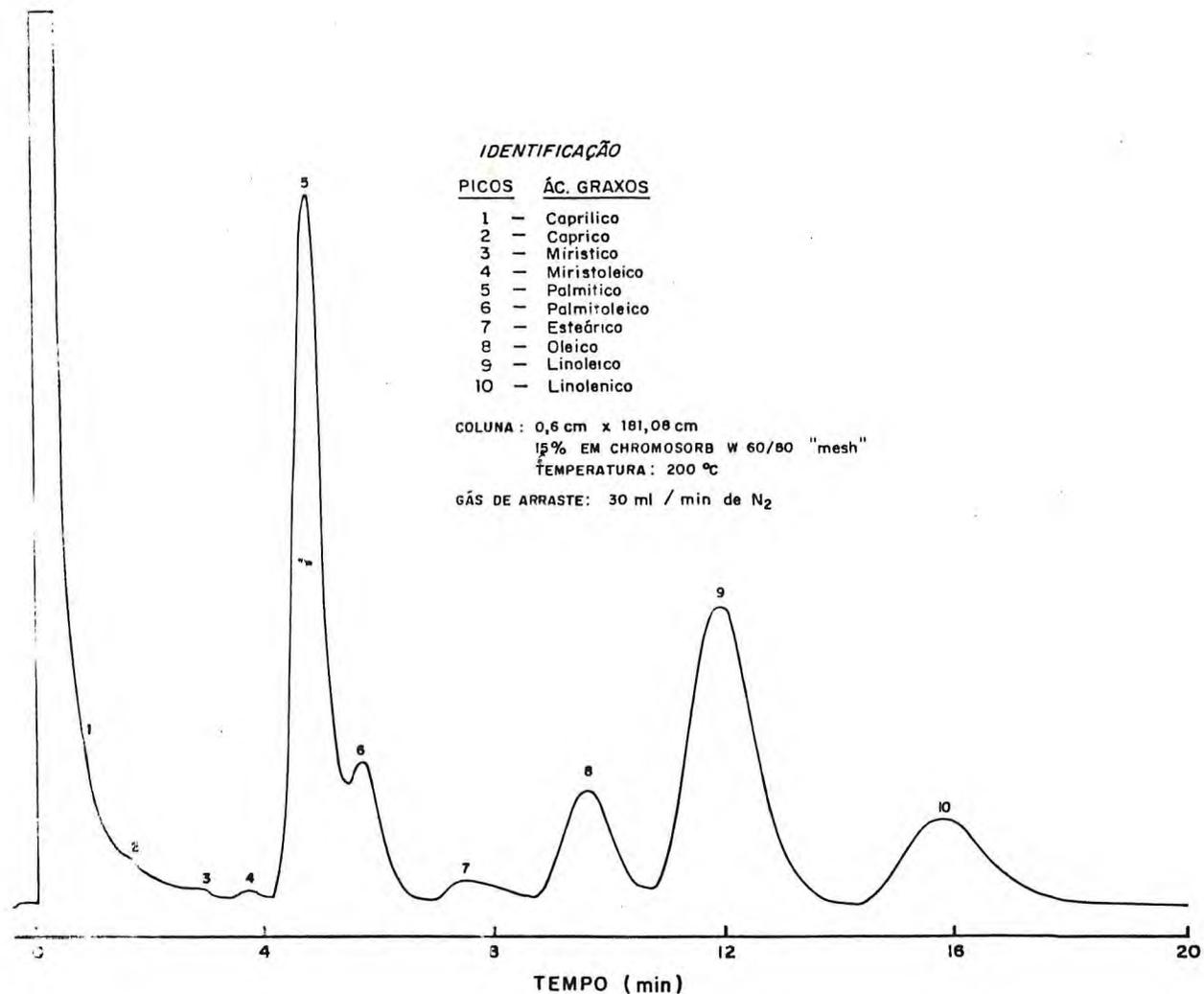


Figura 15 - Cromatograma dos ésteres metílicos dos ácidos graxos do óleo da polpa de banana Nanicão verde (*Musa cavendishii*, Lamb.).

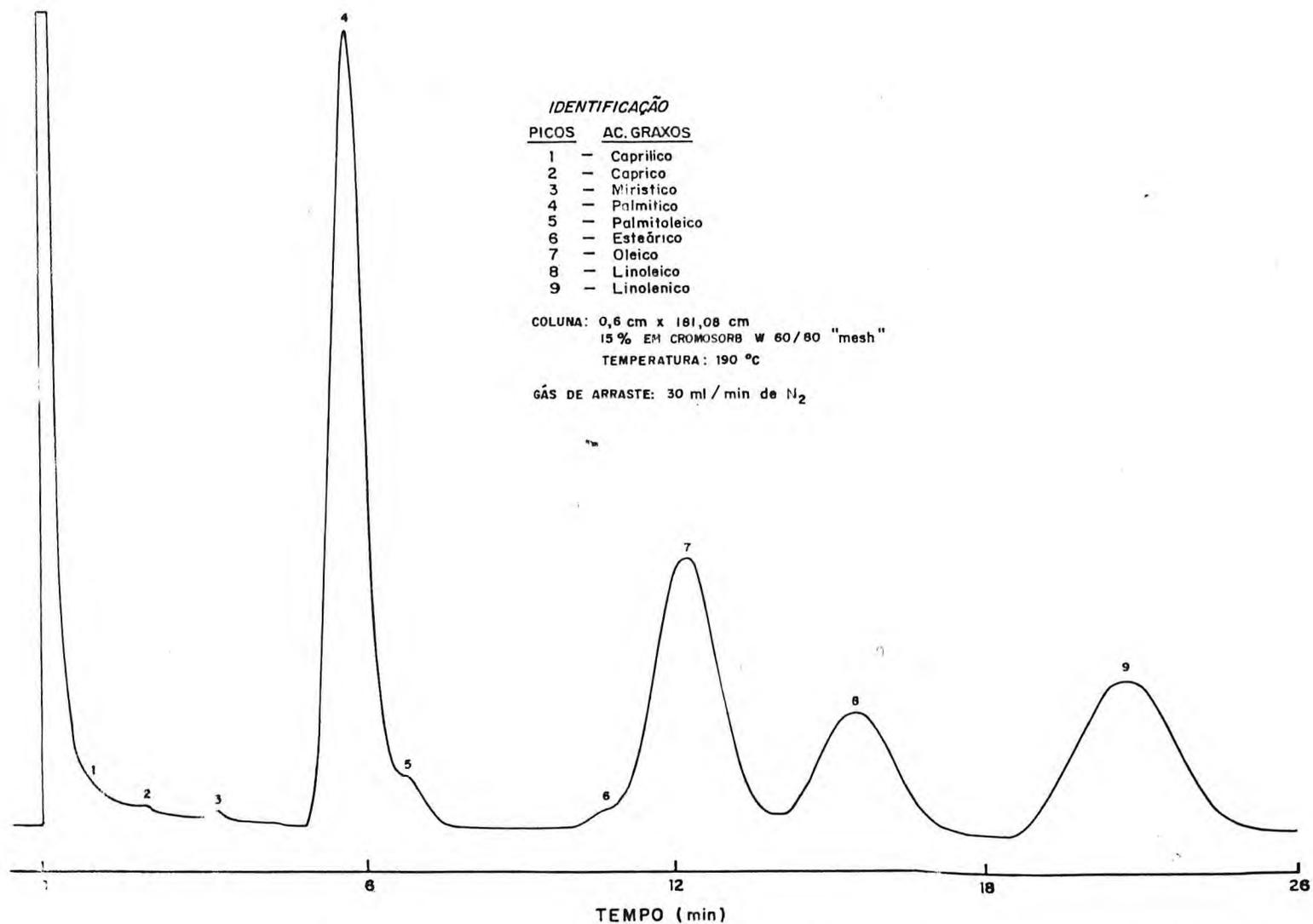


Figura 16 - Cromatograma dos ésteres metílicos dos ácidos graxos do óleo da polpa de banana Nanicão madura (*Musa cavendishii*, Lamb.).

TABELA 17 - Composição dos ácidos graxos do extrato lipídico da polpa do fruto verde de algumas variedades de banana.

Ácido Graxo	<i>Musa cavendishii</i> Lamb. variedade "Poyo" (1) ..... (%) .....	<i>Musa cavendishii</i> Lamb. variedade "Nanica" (2) ..... (%) .....	<i>Musa cavendishii</i> Lamb. variedade "Valery" (3) ..... (%) .....
Caprótico C <sub>6</sub>	-	-	-
Caprílico C <sub>8</sub>	-	-	-
Cáprico C <sub>10</sub>	traços	-	-
Láurico C <sub>12</sub>	traços	1,13	-
Mirístico C <sub>14</sub>	0,61	0,89	traços
Miristoleico	-	1,14	-
Palmítico C <sub>16:0</sub>	57,80	49,75	28,80
Palmitoleico C <sub>16:1</sub>	8,30	5,52	5,75
Esteárico C <sub>18:0</sub>	2,50	1,05	1,59
Oleico C <sub>18:1</sub>	15,00	11,31	11,35
Linoleico C <sub>18:2</sub>	10,60	20,24	33,88
Linolênico C <sub>18:3</sub>	3,60	-	15,80
Araquídico C <sub>20</sub>	1,10	6,23	traços
Behênico C <sub>22</sub>	traços	-	-

Fonte: (1) GROSBOIS & MAZLIAK (26).

(2) SGARBIERI & FIGUEIREDO (62).

(3) GOLDSTEIN & WICK (23).

TABELA 18 - Composição dos ácidos graxos do extrato lipídico da polpa de banana Prata (*Musa sapientum* L.).

Ácido Graxo	Estágio de maturação do fruto	
	verde <sup>*/</sup> (%)	maduro <sup>*/</sup> (%)
Caprílico C <sub>8</sub>	0,56	-
Cáprico C <sub>10</sub>	traços	traços
Mirístico C <sub>14</sub>	0,44	0,62
Miristoleico C <sub>14:1</sub>	1,12	-
Palmítico C <sub>16</sub>	24,32	33,76
Palmitoleico C <sub>16:1</sub>	traços	traços
Esteárico C <sub>18</sub>	6,95	1,92
Oleico C <sub>18:1</sub>	43,04	15,23
Linoleico C <sub>18:2</sub>	23,58	22,95
Linolênico C <sub>18:3</sub>	-	24,42

\*/ Média de três determinações.

TABELA 19 - Composição dos ácidos graxos do extrato lipídico da polpa de banana Nanicao (*Musa cavendishii* Lamb.).

Ácido Graxo	Estágio de maturação do fruto	
	verde <sup>*/</sup> (%)	maduro <sup>*/</sup> (%)
Caprílico C <sub>8</sub>	-	traços
Cáprico C <sub>10</sub>	traços	traços
Mirístico C <sub>14</sub>	traços	traços
Miristoleico C <sub>14:1</sub>	traços	-
Palmítico C <sub>16</sub>	31,17	39,59
Palmitoleico C <sub>16:1</sub>	12,39	2,79
Esteárico C <sub>18</sub>	2,16	traços
Oleico C <sub>18:1</sub>	12,08	26,55
Linoleico C <sub>18:2</sub>	31,18	12,97
Linolênico C <sub>18:3</sub>	11,63	18,00

<sup>\*/</sup> Média de três determinações.

TABELA 20 - Variação percentual dos ácidos graxos do extrato lipídico da polpa de banana durante a maturação.

Estágio de maturação do fruto	Cultivares			
	Nanicão		Prata	
	Total de ácidos graxos (%)		Total de ácidos graxos (%)	
	Saturados	Insaturados	Saturados	Insaturados
verde	33,33	67,28	25,32	74,58
maduro	39,59	60,31	36,30	62,60

No caso do cultivar Nanicão, como pode ser visto na Tabela 19, observou-se um decréscimo nos teores de palmitoleico, esteárico e linoleico, verificando-se, por outro lado, um acréscimo nos percentuais de palmítico, oleico e linolênico.

Verificou-se diferenças marcantes na natureza dos ácidos graxos majoritários presentes nos dois cultivares. Na polpa de banana Prata verde, o ácido oleico com 43,04% é o predominante, vindo a seguir o palmítico e o linoleico, ambos com um percentual em torno de 24%. No caso da polpa do cultivar Nanicão verde, destacam-se os ácidos palmítico e linoleico, com percentual em torno de 31%.

Através da Tabela 20, observa-se que em ambos os cultivares, os ácidos graxos insaturados diminuem com o amadurecimento, ocorrendo o inverso com os ácidos graxos saturados.

Os resultados obtidos encontram-se de uma maneira geral em concordância com a literatura (23), (26), (62), observando-se alguma divergência no percentual apresentado por alguns ácidos, principalmente para o caso do cultivar Prata.

GOLDSTEIN & WICK (23), trabalhando com *Musa cavendishii* Lamb., variedade "valery", verificaram que durante o amadurecimento o total de ácido linoleico decrescia praticamente três vezes (de 12,58 mg/10g, de polpa seca para 4,88 mg/10 g de polpa seca), observando também um decréscimo significativo para o total de ácido palmitoleico. Estes dados estão em concordância com os resultados obtidos para o cultivar Nanicão, o mesmo não ocorrendo para o caso da banana Prata, quando aqueles ácidos ( $C_{16:1}$  e  $C_{18:2}$ ) apresentaram praticamente os mesmos percentuais nos dois estágios de maturação.

#### 4.4. - Rendimento tecnológico

Os resultados referentes ao rendimento tecnológico dos cultivares Prata e Nanicão, relativos aos dois produ-

tos obtidos, ou seja, banana *passa* e banana *chips*, são apresentados nas Tabelas 21 e 22 respectivamente.

No que diz respeito a banana *passa*, o cultivar Nanicão apresentou rendimento ligeiramente maior. Entretanto, há de se observar que como adotou-se o mesmo fluxograma de preparação para os dois cultivares, mais especificamente, o mesmo tempo de secagem, a banana Prata por apresentar um menor teor de umidade inicial, conseqüentemente apresentou um produto bem mais desidratado, e assim um menor rendimento.

MAIA et alii (42) trabalhando com banana Prata encontrou valores condizentes com os obtidos na presente pesquisa.

Também na obtenção de banana *chips*, como se observa na Tabela 22, o cultivar Nanicão apresentou rendimento, em torno de 1% superior à banana Prata.

TALBURT & SMITH (68) mencionam que o rendimento de batatas *chips* é função do peso específico dos tubérculos, da variedade, do grau de maturação e do teor de óleo absorvido durante a fritura.

Observou-se (Tabelas 28 e 30) que o teor de óleo absorvido pelo cultivar Nanicão apresentou-se mais elevado que no caso da banana Prata.

#### 4.5. - Estabilidade da banana *passa*

Os resultados referentes ao estudo da estabilidade da banana *passa* encontram-se nas Tabelas 23, 24, 25 e 26.

Nas Tabelas 23 e 24, são apresentados os dados referentes a banana *passa*, obtida a partir da banana Nanicão, e que havia sido acondicionada em saco plástico de polietileno, fechado sob condições de vácuo compensado, e em papel celofan e respectivamente.

As Tabelas 25 e 26 apresentou os dados referentes ao produto obtido a partir do cultivar Prata, que também submeteu-se aos mesmos tipos de acondicionamento.

TABELA 21 - Rendimentos obtidos no processamento de banana *passa* dos cultivares Nanicão e Prata.

CULTIVARES	Peso da matéria prima (g)	Polpa		Casca		Peso do Produto Acabado (g)	(*) Rendimento (%)
		Peso (g)	(%)	Peso (g)	(%)		
Nanicão	134,00	86,00	64,17	48,00	35,83	21,00	15,70
Prata	137,00	91,00	66,42	46,00	33,57	20,70	15,10

(\*) Peso do produto acabado/peso da polpa.

TABELA 22 - Rendimentos obtidos no processamento de banana *chíps* dos cultivares Nanicão e Prata.

CULTIVARES	Peso da matéria prima (g)	Polpa		Casca		Peso do Produto Acabado (g)	(*) Rendimento (%)
		Peso (g)	(%)	Peso (g)	(%)		
Nanicão	160,50	101,00	62,93	59,50	37,07	26,00	25,74
Prata	148,00	91,00	61,49	57,00	38,51	22,50	24,72

(\*) Peso do produto acabado/peso da polpa.

TABELA 23 - Determinações físicas e químicas de banana *passa* obtida com o cultivar Nanicão e acondicionada em saco plástico, durante o armazenamento (\*).

Determinações	Tempo de armazenamento (em dias)						
	Zero	30	60	90	120	150	180
pH	4,60	4,40	4,53	4,50	4,46	4,40	4,50
Sólidos solúveis (°Brix)	16,80	12,00	14,80	13,30	18,50	15,50	15,00
Umidade (%)	25,60	22,90	18,60	20,86	19,80	21,96	20,93
P.S.A. (**)	84,00	32,00	11,00	12,33	20,66	18,33	18,05
Acidez (% ácido málico)	1,13	1,43	1,68	1,47	1,53	1,42	1,48
Açúcares não redutores (%)	5,19	5,13	4,88	5,63	3,28	4,62	4,03
Açúcares redutores (%)	50,35	50,99	45,15	48,83	55,18	50,30	50,05
Açúcares totais (%)	56,54	56,12	50,03	54,46	58,46	54,92	54,08

(\* ) Os resultados expressam valores médios de nove repetições para cada variável analisada.

(\*\*) Pigmentos solúveis em água, (expressos em transmitância).

TABELA 24 - Determinações físicas e químicas da banana *passa* obtida com o cultivar Nanicão e acondicionada em papel celofane, durante o armazenamento (\*).

Determinações	Tempo de armazenamento (em dias)						
	Zero	30	60	90	120	150	180
pH	4,60	4,40	4,40	4,53	4,50	4,50	4,61
Sólidos solúveis (°Brix)	16,80	16,40	16,80	16,20	15,66	16,33	16,28
Umidade (%)	25,60	26,04	23,57	20,92	20,66	20,91	22,45
P.S.A. (**)	84,00	14,00	5,00	9,33	9,27	11,34	12,03
Acidez (% ácido málico)	1,13	1,64	1,37	1,54	1,69	1,48	1,55
Açúcares não redutores (%)	5,19	4,52	3,44	3,68	4,45	4,34	4,32
Açúcares redutores (%)	51,35	46,60	43,21	52,93	53,39	48,92	47,04
Açúcares totais	56,54	51,12	46,65	56,61	57,84	53,26	51,36

(\* ) Os resultados expressam valores médios de nove repetições para cada variável analisada.

(\*\*) Pigmentos solúveis em água, (expressos em transmitância).

TABELA 25 - Determinações físicas e químicas da banana *passa* obtida com o cultivar Prata e acondicionada em saco plástico, durante o armazenamento (\*).

Determinações	Tempo de armazenamento (em dias)						
	Zero	30	60	90	120	150	180
pH	4,60	4,40	4,53	4,56	4,38	4,52	4,50
Sólidos solúveis (°Brix)	18,40	15,00	16,33	18,16	15,66	16,23	17,02
Umidade (%)	13,92	15,69	11,12	11,43	12,63	12,92	13,05
P.S.A. (**)	71,00	58,50	69,66	57,33	50,38	52,58	50,93
Acidez (% ácido málico)	1,16	1,09	1,40	1,37	1,43	1,25	1,09
Açúcares não redutores (%)	3,37	3,14	2,45	4,30	3,38	2,93	3,21
Açúcares redutores (%)	57,50	60,45	64,70	58,09	61,22	60,88	60,52
Açúcares totais (%)	60,87	63,59	67,15	63,39	64,60	63,81	63,73

(\* ) Os resultados expressam valores médios de nove repetições para cada variável analisada.

(\*\*) Pigmentos solúveis em água, (expressos em transmitância).

TABELA 26 - Determinações físicas e químicas da banana *passa* obtida com o cultivar Prata e acondicionada em papel celofane, durante o armazenamento (\*).

Determinações	Tempo de armazenamento (em dias)						
	Zero	30	60	90	120	150	180
pH	4,60	4,60	4,80	4,60	4,54	4,60	4,40
Sólidos solúveis (°Brix)	18,40	16,00	13,57	17,00	16,81	16,00	16,00
Umidade (%)	13,92	17,03	17,52	20,42	20,54	18,87	19,03
P.S.A. (**)	71,00	57,00	52,66	50,66	35,31	51,50	50,52
Acidez (% ácido málico)	1,16	1,04	0,91	1,04	0,95	0,94	1,04
Açúcares não redutores (%)	3,37	4,92	2,57	3,56	4,03	3,73	4,01
Açúcares redutores (%)	57,50	56,92	58,38	52,99	53,92	54,24	54,04
Açúcares totais (%)	60,87	61,84	60,95	56,55	57,95	57,97	58,05

(\* ) Os resultados expressam valores médios de nove repetições para cada variável analisada.

(\*\*) Pigmentos solúveis com água, (expressos em transmitância).

Como se observa, as determinações que apresentam variações mais significativas, foram as referentes a umidade e pigmentos solúveis em água.

No que diz respeito a umidade, observou-se uma diminuição durante o período de armazenamento, o que se atribui à relativa permeabilidade das embalagens utilizadas.

A Figura 17 ilustra o comportamento da umidade relativa e da temperatura do local de armazenamento, durante o período de estocagem dos produtos *passa* e *chips*.

Os resultados referentes a pigmentos solúveis em água, demonstram que ocorreu um contínuo decréscimo na transmitância, sendo mais acentuado no produto acondicionado em papel celofone, que se apresentou mais escuro para ambos os cultivares.

O escurecimento dos alimentos pode ser devido a uma ação enzimática ou também não enzimática (41), (49).

Estes fenômenos são acompanhados pelo desenvolvimento de uma cor escura, atribuída a reações químicas dos componentes do produto, com diminuição do seu valor nutritivo por bloqueio, ciclitização, polimerização de seus componentes como os açúcares redutores, os aminoácidos, as proteínas e o ácido ascórbico (49).

GRIFFITHS (25), acredita que a dopamina (3,4 dihidroxifeniletilamina) é praticamente a única substância responsável pelo escurecimento enzimático da banana, sendo ela o substrato mais prontamente oxidável pela polifenoloxidase, e que a concentração dessa substância nos diversos clones é tanto maior, quanto maior for a contribuição da espécie *Musa acuminata* para a formação do clone. Os clones com os genótipos AAA e AA (Nanica, Nanicão e outras), apresentaram uma maior quantidade de dopamina, tendo sido verificada uma menor concentração da referida substância em clones com os genótipos ABB, como é o caso da banana Prata.

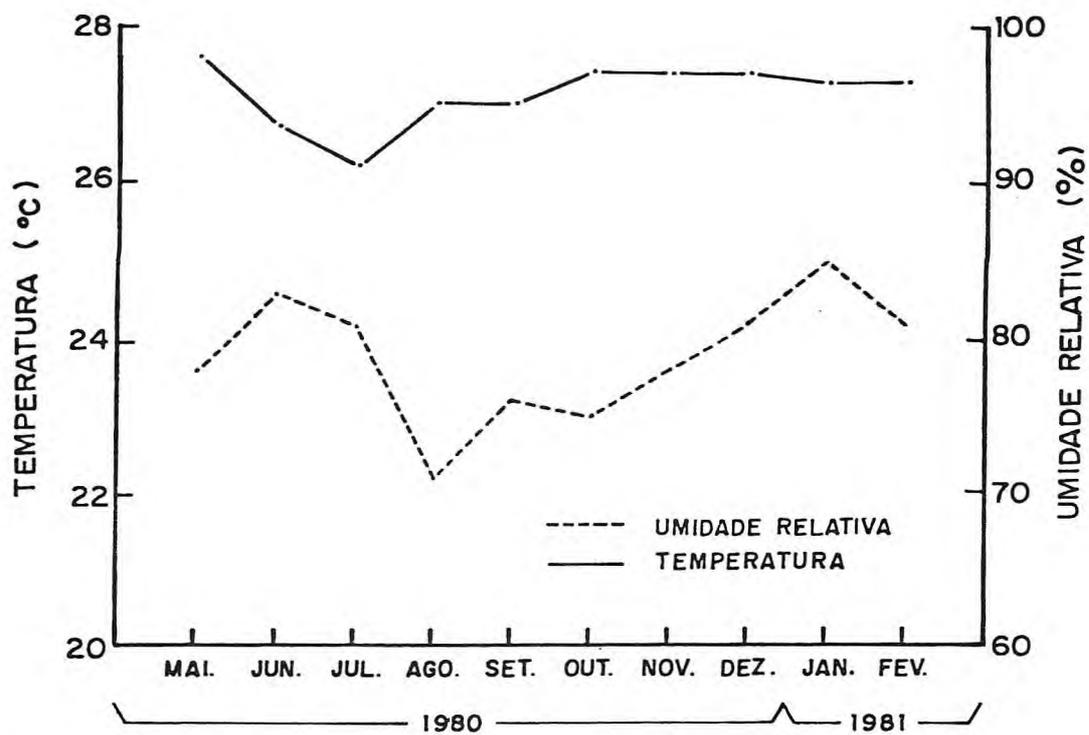


Figura 17 - Comportamento da umidade relativa e da temperatura, durante o período de estocagem dos produtos *passa* e *chips* (\*).

(\*) Dados obtidos junto a Estação Meteorológica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

SGARBIERI et alii (63) mostraram que existe uma correlação positiva entre a atividade da polifenoloxidase presente nos diferentes clones de banana comestível e o genoma acuminata, justificando a maior susceptibilidade desses clones à oxidação, visto que, como havia sido demonstrado por GRIFFITHS, a concentração do substrato natural (dopamina), dessa enzima, também está correlacionada com o grau de parentesco com a espécie *Musa acuminata*.

Entre os dois cultivares, o que apresentou um produto com escurecimento mais acentuado durante a armazenagem foi o Nanicão, o que pode estar correlacionado com a maior concentração de dopamina no mesmo, além de outros fatores.

#### 4.6. - Estabilidade da banana *chips*

Os resultados referentes ao estudo da estabilidade da banana *chips*, encontram-se representados nas Tabelas 28, 29, 30, 31.

A Tabela 27, apresenta os dados de algumas características físicas e químicas da polpa verde dos cultivares.

Observa-se que o cultivar Prata apresentou um teor de amido superior ao da banana Nanicão, fato este não observado na determinação das características físicas e químicas da polpa dos mesmos cultivares quando destinados à obtenção de banana *passa*. Tal discordância, como já aventado anteriormente, pode ser em parte justificada pela diferença do grau de maturação apresentado pelos frutos dos dois cultivares.

Os produtos obtidos a partir dos dois cultivares tiveram sua estabilidade acompanhada através das seguintes determinações: umidade, extrato etéreo, amido, índice de peróxido e ácidos graxos livres.

TABELA 27 - Determinações físicas e químicas da polpa do fru  
to verde dos cultivares Prata e Nanicão (\*).

Determinações	Banana Prata	Banana Nanicão
Amido (%)	21,02	19,44
Acidez (% ácido málico)	0,45	0,39
Sólidos solúveis ( <sup>o</sup> Brix)	5,00	10,25
pH	5,00	4,50
Açúcares redutores (%)	0,80	1,15
Açúcares não redutores (%)	0,25	5,57
Açúcares totais	1,05	6,72
Umidade (%)	65,03	70,48

(\*) Material destinado à obtenção de banana *chips*.

TABELA 28 - Determinações físicas e químicas da banana *chips* obtida com o cultivar Nanicão e acondicionada em saco plástico, durante o armazenamento (\*).

Determinações	Tempo de armazenamento (em dias)						
	Zero	30	60	90	120	150	180
Umidade (%)	7,5	2,66	4,78	6,76	6,15	5,48	0,31
Extrato etéreo (%)	40,43	33,55	32,30	34,38	33,81	33,50	33,89
Amido (%)	42,20	45,00	45,90	45,80	46,78	45,78	44,86
Peróxido (me/kg de óleo)	166,00	290,00	271,00	450,53	314,63	195,15	286,79
Ácidos graxos livres (%)	0,81	1,96	0,61	1,52	1,54	0,98	1,60

(\*) Os resultados expressam valores médios de nove repetições para cada variável analisada.

TABELA 29 - Determinações físicas e químicas da banana *chips* obtida com o cultivar Nanicão e acondicionada à vácuo em saco plástico (\*).

Determinações	Tempo de armazenamento (em dias)						
	Zero	30	60	90	120	150	180
Umidade (%)	7,5	2,16	8,04	7,46	6,19	5,99	6,21
Extrato etéreo (%)	40,43	26,28	31,73	33,09	33,47	32,94	33,54
Amido (%)	42,20	49,00	47,87	47,00	47,32	45,83	45,30
Peróxido (me/kg de óleo)	166,00	136,00	128,00	150,78	277,70	146,18	158,23
Ácidos graxos livres	0,81	1,08	0,87	1,62	1,44	1,71	1,59

(\*) Os resultados expressam valores médios de nove repetições para cada variável analisada.

TABELA 30 - Determinações físicas e químicas da banana *chips* obtida com o cultivar Prata e acondicionada em saco plástico, durante o armazenamento (\*).

Determinações	Tempo de armazenamento (em dias)						
	Zero	30	60	90	120	150	180
Umidade (%)	3,55	4,70	3,65	4,35	4,88	4,05	4,25
Extrato etéreo (%)	34,51	33,62	31,23	30,73	29,92	31,77	31,08
Amido (%)	46,25	50,61	50,08	49,78	50,70	49,45	49,28
Peróxido (me/kg de óleo)	159,70	148,93	167,32	154,02	152,66	158,62	157,29
Ácidos graxos livres (%)	0,43	0,75	0,81	0,94	0,87	0,96	0,86

(\*). Os resultados expressam valores médios de nove repetições para cada variável analisada.

TABELA 31 - Determinações físicas e químicas da banana *chips* obtida com o cultivar Prata e acondicionada à vácuo em saco plástico (\*).

Determinações	Tempo de armazenamento (em dias)						
	Zero	30	60	90	120	150	180
Umidade (%)	3,55	3,72	3,90	3,85	4,02	3,82	4,03
Extrato etéreo (%)	34,51	29,75	32,25	31,87	30,43	30,81	30,42
Amido (%)	48,25	51,83	50,93	51,23	50,06	49,74	50,01
Peróxido (me/kg de óleo)	159,70	156,83	170,85	162,88	109,01	165,38	163,00
Ácidos graxos livres	0,43	0,59	0,64	0,83	0,75	0,78	0,81

(\*). Os resultados expressam valores médios de nove repetições para cada variável analisada.

O teor de umidade do produto apresentou-se relativamente elevado, quando comparado com os dados obtidos por JAIN et alii (32) na preparação de *chíps* com as variedades "Rasabale" e "Maduranja", onde obtiveram um teor de umidade médio de 3,01%, tendo sido o material acondicionado em latas sanitárias em atmosfera de nitrogênio.

A permeabilidade das embalagens utilizadas e as condições de umidade relativa e temperatura do local de armazenamento que se encontram representadas pela Figura 17, podem justificar essa diferença.

O teor de gordura sofreu uma pequena redução no primeiro mês de armazenamento do produto, mantendo-se praticamente constante nos meses subsequentes. Essa redução pode ser atribuída à drenagem do óleo, fato esse observado através da presença de óleo na porção mais inferior da embalagem.

A literatura pesquisada (01), (32), (46), apresenta resultados bastante variados no que diz respeito ao percentual de gordura em banana *chíps*.

ADEVA et alii (01) encontraram teores na faixa de 17,05 a 20,18% em *chíps* preparadas com banana "saba" (*Musa sapientum* L. var. compressa). JAIN et alii (32) utilizando as variedades "Nendran", "Rasabale" e "Maduranja", encontraram resultados ainda mais dilatados, com as médias oscilando entre 41,33% e 20,60%.

Segundo MATZ (46), no caso de batatas fritas, diversos fatores afetam a quantidade de óleo absorvido, como o teor de sólidos do tubérculo, a temperatura do óleo durante a fritura, a duração do tempo de fritura e a espessura das fatias.

Para TALBURT & SMITH (68), o tipo de óleo também influencia no teor de gordura da batata *chíps*, sendo que o

óleo de algodão apresentou-se como o menos retido quando comparado com o óleo de amendoim e milho.

A fração amido, não apresentou alterações acentuadas durante o período de armazenamento, cabendo apenas saltar o teor mais elevado apresentado pelo produto obtido a partir da banana Prata, o que era de se esperar dado ao maior teor de amido na banana verde.

O índice de peróxido apresentou alterações marcantes durante todo o período de armazenamento.

Como se observa através das Tabelas 28, 29, 30 e 31, aumentou entre os 90 e 120 dias, diminuindo a seguir até o final do período, ou seja aos 180 dias.

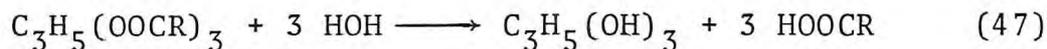
Segundo PEARSON (53), quando a concentração de peróxidos atinge a um certo nível, mudanças químicas complexas ocorrem e produtos voláteis são formados, sendo estes os principais responsáveis pelo gosto e odor de rancidez.

Para JACOBS (31), o teor de peróxido no início da rancidez, é dependente das características do óleo. Assim, óleos e gorduras de um alto índice de iodo, tem alto índice de peróxido no início da rancificação; gorduras e óleos que apresentam elevado teor de antioxidante natural ou adicionado, têm alto índice de peróxido no início da rancificação.

O comportamento do índice de peróxido observado em nosso trabalho parece estar em concordância com a opinião de SCHIMIDT-HEBBEL (60). Para o mencionado autor, o índice de peróxido só permite apreciar os compostos peroxidados lábeis, que se formam nas fases iniciais da rancidez, motivo pelo qual seus valores costumam diminuir bruscamente se a rancificação já se encontra muito avançada.

O percentual de ácidos graxos livres apresentou um aumento substancial logo a partir do segundo mes de acompanhamento, sendo que no caso do produto do cultivar Nanicão, esse aumento foi mais acentuado.

A ocorrência natural de ácidos graxos livres, isto é, ácidos graxos não combinados nos óleos e gorduras, e resultante da hidrólise de alguns triglicerídios, obedecendo a seguinte reação:



Para TALBURT & SMITH (68) um óleo novo e de boa qualidade deve apresentar um teor de ácidos graxos livres de 0,05% ou menos. No processamento adequado de *chips*, esse teor pode elevar-se para 0,75%, podendo situar-se entre 7 a 8% em casos de processamento totalmente inadequado.

#### 4.7. - Determinação de resíduos de fosfina

Os dados referentes à determinação de resíduos de fosfina ( $\text{PH}_3$ ) apresentaram-se bastante coerentes, como pode ser observado na Tabela 32.

Apenas o produto embalado em saco plástico à vácuo, e que havia sido fumigado logo após o processamento (tempo zero), apresentou resíduo acima do permitido para frutas secas, que é de 0,01 ppm, pela Organização Mundial de Saúde.

As determinações realizadas no produto acondicionado em papel celofone apresentaram valores inferiores quando comparados aos do produto embalado em saco plástico.

Diversos autores têm demonstrado que a maior parte da fosfina presente em alimentos recém fumigados é liberada com facilidade. Por exemplo, em amostras de farinha, colhidas imediatamente após uma fumigação experimental com doses elevadas de fosfina, detectou-se apenas 0,1 ppm, após 24 horas de aeração (20).

TABELA 32 - Determinação de resíduos de fosfina ( $\text{PH}_3$ ) em banana passa (\*).

Tempo de Determinação (Meses)	Embalagem Empregada	
	Celofane (Resíduo em ppm)	Saco Plástico (Resíduo em ppm)
0	abaixo de 0,01	0,03
3	0,01	abaixo de 0,01
6	abaixo de 0,01	0,01

(\*) As determinações foram realizadas pelo Instituto Adolfo Lutz, tendo significação restrita às amostras enviadas para análise.

## 5. - CONCLUSÕES

A maturação dos dois cultivares em câmara sem o controle de umidade relativa e temperatura, porém com o uso de gás ativador da maturação foi satisfatória para o material destinado ao processamento de banana *passa*.

Os dois cultivares apresentaram características físicas bem diferentes, tendo o cultivar Nanicão apresentado uma menor variação nas medidas realizadas que o cultivar Prata.

No extrato lipídico da polpa de banana Prata verde, o ácido oleico é predominante apresentando-se num percentual de 43,04%, vindo a seguir os ácidos palmítico e linoleico, com 24,32% e 23,58% respectivamente.

No extrato lipídico da polpa do cultivar Nanicão verde, os ácidos palmítico e linoleico são majoritários, apresentando percentual de 31,17% e 31,18% respectivamente.

Com a maturação, ocorre uma diminuição no percentual de ácidos graxos insaturados, variando de 67,28% para 60,31% no cultivar Nanicão e de 74,58% para 62,60% no cultivar

Prata. Já os ácidos graxos saturados experimentam um acréscimo, passando de 33,33% para 39,59% na banana Nanicão e de 25,32% para 36,30% no caso do cultivar Prata.

O cultivar Nanicão apresentou rendimento tecnológico ligeiramente superior ao cultivar Prata no processamento dos produtos, sendo de 0,6% superior na obtenção de banana *passa* e 1,02% no caso de banana *chips*

A banana *passa* obtida a partir do cultivar Nanicão apresentou escurecimento mais acentuado que no caso do cultivar Prata.

A banana *passa* acondicionada em papel celofane apresenta escurecimento mais acentuado, independentemente do cultivar empregado,

O tipo de fechamento empregado para banana *chips* não influenciou no comportamento do produto durante o armazenamento.

Apenas o produto fumigado com fosfina e que submeteu-se à análise logo após o processamento (tempo zero), apresentou resíduo do fumigante superior ao permitido para frutas desidratadas.

## 6. - SUMMARY

It was used in this work, fruits from cultivars "Prata" and "Nanicão" (*Musa sapientum* L. and *Musa cavendishii*, Lamb.).

Both cultivars were ripened in ripening room and the physical and chemical changes during the process were studied. The fatty acid composition of lipid fraction from the ripe and unripe fruits was determined. It was detected changes in the amount of the major fatty acids in both cultivars. In the unripe "Prata" banana, oleic acid was predominant (43,04%) followed by palmitic and linoleic. For the unripe "Nanicão" banana, palmitic acid and oleic were the major fatty acids with a percentage around 31%.

It was noted in both cultivars a decrease in the amount of unsaturated fatty acids and an increase in the saturated fatty acids during ripening.

In the obtainment of processed products such as banana chips and banana figs it was verified that the "Nanicão" banana showed a slightly higher yield than the "Prata" banana.

The banana fig was packed in cellophane paper and in plastic bags. The storage stability of the packed products was studied over a period of 6 months. The product made using the "Nanicão" banana showed a more prominent browning than those made from "Prata" banana. It was also observed that the product packed in cellophane paper was darker than the product packed in plastic bags for both cultivars studied.

The banana *chips* were packed in the plastic bags under vacuum and without vacuum. The storage stability of the product was studied over a period of six months. The main change observed in the products was related to the peroxide index which showed an increase between 90 and 120 days followed by a decrease.

The packed banana figs were fumigated with phosphine followed by determination of possible residues after packing and at three and six months. It was observed that the product fumigated just after processing showed phosphine residue above the amount allowed for dried fruits.

7.- LITERATURA CITADA

- 01- ADEVA, L.V. et alii. Studies on the preparation and storage qualities of banana chips. The Philippine Journal of Science, 97 (1) : 27-34, 1968.
- 02- ADRIANO, F.T. The proximate analysis of Philippine foods and feeding striffs. Philipp. Agric., 14, 57-92, 1925. apud SIMMONDS, N.W. Bananas. London, Longmans, 1959. p. 253.
- 03- ANDRADE, S.J. et alii. Cinética da desidratção ambiental de banana-prata (MUSA Sp.) em diversas fases de amadurecimento. Revista Brasileira de Tecnologia, 11 (11) : 23-34, 1980.
- 04- ASSOCIATION of Official Analytical Chemists. 12. ed. Washington, D.C., 1975.
- 05- BHATIA, B.S. et alii. Studies on dehydration of some tropical fruits. Part. 1, Absorption of and retention of sulphur dioxide during sulphuring an sulphiting. Food Science, 11 (11) : 63-8, 1962.

- 06- BIALE, J.B. & BARCUS, D.E. Respiratory patterns in tropical fruits of the Amazon Basin. Tropical Science, 12 (2) : 93-104, 1970.
- 07- BLEINROTH, E.W.; SIGRIST, J.M.M.; VIDIGAL, J.C. Desenvolvimento e aperfeiçoamento de métodos e sistemas de conservação de produtos hortigranjeiros frescos; relatório final. São Paulo, ITAL, 1978. 45 p.
- 08- BRUCE, R.B.; ROBBINS, A.J.; TUFT, T.O. Phosphine residues from phostoxin treated grain. Agric. and Food Chem., 10 : 18-21, 1962 apud FAO/OMS. Evaluacion de los residuos de algunos plaguicidas en los alimentos. s. l., 1967. p. 134-5.
- 09- CANCIAN, J.A. et alii. Manejo pós-colheita da banana. Inf. Agropec., Belo Horizonte, 6 (63) : 47-53, 1980.
- 10- CARDOSO, D.A.M. et alii. Aspectos econômicos da banana. Inf. Agropecuário, Belo Horizonte, 6 (63) : 3-8. 1980.
- 11- CARVALHO, V.D. de et alii. Industrialização da Banana. Inf. Agropec., Belo Horizonte, 6 (63) : 54-60, 1980.
- 12- CHAMPION, J. Le bananier. Paris, G.P. Maisonneuve & Larose, 1963. p. 234-5. (Techniques agricoles et productions tropicales, 1).
- 13- CHATFIELD, C. Food composition tables for international use. F.A.O. nutr. studies, 11: 117. apud SIMMONDS, N.W. Bananas. London, Longmans Green, 1959. p. 253.
- 14- CROWTHER, P.C. The processing of banana products for food use. London, Trop. Prod. Institute. 1979. 17 p. (G122)
- 15- CRUESS, W.V. Produtos industriais de frutas e hortaliças. São Paulo, Edgard Blucher, 1973. 2 v. p. 554, 555, 647, 648, 649.

- 16- DAS, D.P. et alii. Preparation of bananas figs. (Mysore). Central Food Technology Res. Institute Bulletin, 4 (9): 281-3, 1955.
- 17- DE MARTIN, Z.J. et alii. Industrialização da banana. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, 32 (12): 39-69, 1972.
- 18- DIEMAIR, W. "Bericht über die Untersuchung von mit Phostoxin begasten Getreide". Tesis, Universidad de Francfort apud FAO/OMS. Evaluacion de los residuos de algunos plaguicidas en los alimentos. s. l., 1967. p. 134-5.
- 19- DUPAIGNE, P. & DALNIC, R. Boissons nouvelles à base de fruits. I Bananes. Fruits, 20 : 571-575. apud CROWTER, P.C. The Processing of banana products for food use. London, Trop. Prod. Institute. 1979. 17 p. (G.122)
- 20- FAO/OMS. Evaluacion de los residuos de algunos plaguicidas en los alimentos. s. l., 1967. p. 93, 134-5.
- 21- FONSECA, H. et alii. Influência da interação do pH da solução de metabisulfito de potássio e da remoção da película externa, na elaboração de banana passa. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz., 31 : 571-89, 1974.
- 22- GAVA, A.J. Princípios de tecnologia de alimentos. São Paulo, Nobel, 1978. p. 262.
- 23- GOLDSTEIN, J.L. & WICK, E.L. Lipid in ripening banana fruit. J. of Food Science, 34 (6) : 482-4, 1969.
- 24- GOLDSTEIN, J.L. & SWAIN, T. Phytochem., 2 : 371-83 apud BUREN, J. van, Fruit phenolics. In: HULME, A.C. The Biochemistry of fruits and their products. London, New York, Academic Press, 1970. v. 1, p. 298.

- 25- GRIFFITHS, L.A. Detection and identification of the polyphenoloxidase substrate of the bananas. Nature 184: 58-9, 1959. apud SGARBIERI et alii. Estudo bioquímico de algumas variedades de banana cultivadas no Brasil. Coletânea do ITAL, Campinas-SP., 1 : 527-58, 1965/66.
- 26- GROSBOIS, M. & MAZLIAK, P. The fatty acids of lipids of the banana (Musa cavendishii L., var. Poyo.). Fruits, 19 (2) : 55-9, 1964.
- 27- HALL, E.G. Banana Research. CSIRO - Food Preservation Quarterly, Austrália, 34 : 9-13, 1974. apud BLEINROTH, E.W. et alii. Desenvolvimento e aperfeiçoamento de métodos e sistemas de conservação de produtos hortigranjeiros frescos; relatório final. São Paulo, ITAL, 1978. 45 p.
- 28- HAZLETON LABORATORIES, Falls Church, Va. Determination of phosphine residues from food products fumigated with phosoxin. In: PESTICIDE Analytical Manual. California, Hollywood Termite Control, 1973. v. 2, p. 1-6.
- 29- HERNANDEZ, I. Preparation and acceptability of banana nectar. Journal of Agriculture of University of Puerto Rico, 57 (2) : 96-9, 1973.
- 30- INSTITUTO ADOLFO LUTZ, Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz; métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo, 1976. v. 1.
- 31- JACOBS, M.B. The Chemical analysis of foods and food products. 3. ed. Princeton, New Jersey, D. van Nostrand, 1959. p. 393.
- 32- JAIN, N.L.; NAIR, K.G.; SIDDAPPA, G.S.; LAL, G. Studies to improve the keeping quality of fried salted banana chips. Food Science, 11 (11) : 335-8, 1962.

- 33- KERVEGANT, D. Le bananier et son exploitation. Paris, Soc. d' Edit. Maritin. e Colon., 1935 apud CHAMPION, J. Le Bananier. Paris, G.P. Maisonneuve e Larose, 1963. p. 234-5. (Techniques Agricoles et Productions Tropicales, 1).
- 34- KETIKU, A.O. Chemical composition of unripe (green) and ripe plantain Musa paradisiaca. J. Sci. Food Agric., 24 (6) : 703-7, 1973.
- 35- KUTTY, S.K. et alii. Determination of the optimum stage of maturity of Nendran bananas for the preparation of deep-fat fried chips. J. Food Sci. Tech., 15 (2) : 68-71, 1978.
- 36- LIU, W.F. Banana response to low concentrations of ethylene. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 101 (3) : 222-4, 1976.
- 37- LOESECKE, H.W. von. Bananas; chemistry, physiology, technology. 2. ed. New York, Interscience, 1950. p. 127-49.
- 38- LUDDY, F.E.; BARFORD, R.A.; REIMENSCHNEIDER, R.W. Direct conversion of lipids components to their fatty acid methyl esters. J. Am. Oil. Chem. Soc., 37 : 447-51, 1960.
- 39- LULLA, B.S. & JOHAR, D.S. Chromatographic analysis of sugars in banana. Cur. Sci., 24 : 92-3, 1955.
- 40- McGLASSON, W.B. The Ethylene factor. In: HULME, A.C. The Biochemistry of fruits and their products. New York, London, Academic Press, 1970. v. 1. C. 16, p. 504.
- 41- MACKINNEY, G. & LITTLE, A.C. Color of foods. Westport, Connecticut, Avi, Avi, 1962. 308 p.

- 42- MAIA, G.A. et alii. Aproveitamento industrial da banana; estudo de métodos de processamento, embalagem e estabilidade da banana passa. Fortaleza, Núcleo de Tecnologia Industrial, 1978. (RT-001/78)
- 43- ————. Cashew fatty acids. Hortscience, 10 (3) : 233-4 1975.
- 44- ————. Estudos sobre a maturação da banana (MUSA Sp.). Ciên. Agron., Fortaleza, 7(1/2) : 29-32, 1977.
- 45- MARIANO, L.A. Effect of maturity and dehydration on the quality of chips prepared from saba banana (Musa sapientum, L. var. compressa). Phillipine Journal of Nutrition, 22 (6/8) : 171-80, 1969.
- 46- MATZ, S.A. Snack food technology. Westport, Connecticut, Avi, 1976. p. 100-7.
- 47- MEHLENBACHER, V.C. The Analysis of fats and oils. Illinois, Garrard, 1960. p. 96, 103, 224-6.
- 48- MONRO, H.A.U. Manual de fumigacion contra insectos. Roma, FAO, 1962. p. 75, 115. (FAO: Estudios agropecuários, 56).
- 49- MONTES, A.L. Bromatologia. Buenos Aires, Editorial Univer<sup>s</sup>itária, 1969, T. 2, p. 181-90.
- 50- MOREIRA, R.S. Curso de bananicultura. São Gonçalo, PB, BNB, DNOCS, MINTER, 1975. 95 p.
- 51- MOTTA, I.B. A banana e sua riqueza em caroteno. Eng. e Quim., 9 (1) : 1-22, 1957.

- 52- OKADA, M. & QUAST, D.G. Efeito da granulometria e da densidade de carregamento sobre a velocidade de liofilização da polpa de banana. Boletim ITAL, (45) : 29-58, 1976. apud ANDRADE et alii. Cinética da desidratação ambiental de banana-prata (MUSA sp) em diversas fases de amadurecimento. Revista Brasileira de Tecnologia, 11 (1) : 23-34, 1980.
- 53- PEARSON, D. The Chemical analysis of foods. 6. ed. New York, Pub. Comp. Inc., 1970. 604 p.
- 54- POTTER, N.N. La Ciencia de los alimentos. México, Edutex, 1973, p. 149-50.
- 55- PUZZI, D. Conservação dos grãos armazenados. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1973. p. 93-103.
- 56- RAYMOND, W.D. & JOJO, W.L. The nutritive value of some Tanganyika foods. 1 - The banana. East. Afric. Agric. J., 6 : 105-8, 1940. apud SIMMONDS, N.W., Bananas. London, Longmans Green, 1959. p. 253.
- 57- SACHAROW, S. & GRIFFIN, R.C.J.R. Principles of Food Packaging. 2. ed. Westport, Connecticut, Avi, 1980. p. 47, 53.
- 58- SALUNKHE, D.K. Storage, processing, and nutritional quality of fruits and vegetables. 2. ed. Cheveland, Ohio, C.R.C. 1976. p. 61-73.
- 59- SARNA, E.J. vs Patent 3,573.937, Abril 6, 1971. In TORREY, M. Dehydration of fruits and vegetables. New Jersey, London, Noyes Data Corporation, 1974. p. 120-2.
- 60- SCHMIDT-HEBBEL, H. Ciência y tecnologia de los alimentos. Santiago, Chile, Editorial Universitária, 1973. p. 167-8.

- 61- SCHNAAS, H.G. "La Fosfina" un nuevo fumigante para productos almacenados; bases para la fumigación con fosforo de hidrogeno. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE ALMACENAMIENTO, MANEJO Y CONSERVACION DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS, 1, México, 1970. Memoria... México, ANDSA, 1970. p. 104.
- 62- SGARBIERI, V.C. & FIGUEIREDO, I.B. Transformações bioquímicas da banana nanica durante o amadurecimento. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas-SP, 1 : 299-322, 1965/66.
- 63- SGARBIERI, V.C. et alii. Estudio bioquímico de algunas variedades de banana cultivadas no Brasil. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas-SP, 1 : 527-58, 1965/66.
- 64- SHEPHERD, K. The taxonomy and origins of the cultivated bananas. J. Linn. Soc. Lond., 173 : 111-3, 1955. apud SGARBIERI, V.C. et alii. Estudio bioquímico de algunas variedades de banana cultivadas no Brasil. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas-SP, 1 : 527-58, 1965/66.
- 65- SILVEIRA, A.H. da Industrialização da banana. Lavoura e Criação, 128 (5) : 45-9, 1960.
- 66- SIMMONDS, N.W. Bananas. London, Longmans, 1959. 466 p.
- 67- SPIEGEL, M.R. Estatística. Rio de Janeiro, Livro Técnico, 1970. p. 71, 111 e 116.
- 68- TALBURT, W.F. & SMITH, O. Potato processing. Westport, Conn., Avi, 1959. p. 224-73.
- 69- VAN ARSDEL, W.B.; COPLEY, M.J.; MORGAN, A.I. Food dehydration. Westport, Conn., Avi, 1973. p. 306-7.

- 70- VEIGA, A. de A. Farinha de banana; variedade, secagem e acondicionamento. Chácaras e Quintais, 107(6) : 559-60, 1963.
- 71- VILARDEBO, A. Fruits d'autre mer, 1 : 400, 1946 apud LOESECKE, H.W. von. Bananas; chemistry, physiology, technology. 2. ed. New York and London, Interscience, 1950. p. 138.
- 72- WATT, B.K. & MERRIL, A.L. Composition of foods. U.S. Dep. Agric. Handb., 8 : 147, 1950 apud SIMMONDS, N.W. Bananas. London, Longmans, 1959. p. 253.
- 73- WHITE, W.E. & BUSHEY, A.H. Aluminium phosphide preparation and composition. J. Am. Chem. Soc., 66 : 1966, 1949 apud FAO/OMS. Evaluacion de los residuos de algunos plaguicidas en los alimentos. s. 1., 1967. p. 134-5
- 74- WHITING, F.M.; STULL, J.W.; BROW, W.H.; MILBRATH, M.; WARE, G.W. Comparison of extraction methods for analysis of DDT, DDE, and DDD in alfalfa hay. Journal of Dairy Science, E.U.A., 51(7) : 1039-41, july, 1968.
- 75- WHITING, G.C. Sugars. In: HULME, A.C. The Biochemistry of fruits and their products. New York, London, Academic Press, 1970, v. 1. c. 1, p. 13.
- 76- WILSON, R.J. The International market for banana products for food use. London, Tropical Prod. Institute, 1975. 41 p. (G.103)
- 77- WYMAN, H. & PALMER, J.K. The Organic Acids of the Ripening banana fruit. Plant physiol., 38, Suppl. Proceed. Ann. Meetings, XIX, 1963. apud Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1 : 306, 1965/1966.