

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Nº. 103
Proc. N.º 2353/73
Ass. 2

ESTUDO SOBRE O ABACAXÍ
-Bioquímica do amadurecimento
-Parâmetros de colheita

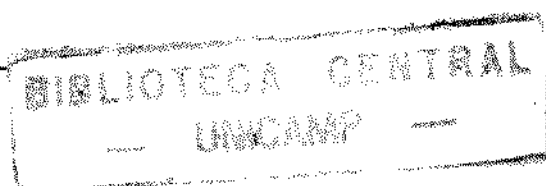
Walderi Ribeiro
Engenheiro Agrônomo

Orientador:

Dr. Ottilio Guernelli
Professor Titular da disciplina
"Processamento Industrial" da
Faculdade de Tecnologia de Ali-
mentos - UNICAMP

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

- MAIO DE 1973 -



Dedicatória

A meus pais e irmãos

*À minha esposa Cristina e
minha filha Sandra*

BIBLIOTECA CENTRAL
— UNICAMP —

05
383/33
M

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pelo consentimento para participação e manutenção durante a realização do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos.

Ao Centro de Aperfeiçoamento e Especialização do Pessoal de Nível Superior CAPES, pela ajuda financeira.

À Faculdade de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa de seu Diretor, Dr. André Tosello, pela oportunidade concedida.

Ao Dr. Ottilio Guernelli, pela orientação e dedicação dispensadas a esse trabalho.

Ao Dr. Elloys J. Giacomelli, pela valiosa ajuda na elaboração do mesmo.

A minha esposa pela compreensão e paciência, mesmo nos momentos adversos.

Finalmente a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização desse trabalho.

ÍNDICE

página

RESUMO

SUMMARY

1.	INTRODUÇÃO.	1
2.	GENERALIDADES SOBRE O ABACAXIZEIRO.	2
	2.1. Classificação botânica da planta.	2
	2.2. Partes constituintes e morfologia do fruto	2
	2.3. Principais variedades.	2
	2.4. Produção	3
	2.5. Produtos	3
3.	MATURAÇÃO DOS FRUTOS	5
	3.1. Generalidades.	5
	3.2. Estágios de desenvolvimento do abacaxi	6
	3.3. Controle de maturação do abacaxi através do uso de compostos químicos 10	
4.	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA POLPA DO ABACAXI MADURO	13
	4.1. Generalidades.	13
	4.2. Carboidratos	15
	4.3. Ácidos	15
	4.4. Vitaminas.	16
	4.5. Compostos Nitrogenados	18
	4.6. Enzimas.	19
	4.7. Pigmentos.	19
	4.8. Componentes voláteis	24
	4.9. Lipídios	27
	4.10. Fenólicos.	31
	4.11. Minerais	31
5.	MODIFICAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS DURANTE A MATURAÇÃO DO ABACAXI.	33
	5.1. Peso do fruto e outros atributos físicos	33
	5.2. Carboidratos	34
	5.3. Ácidos	34
	5.4. Pigmentos.	36
	5.5. Componentes voláteis	40
	5.6. Compostos nitrogenados	40
	5.7. Enzimas.	45
6.	PARÂMETROS DE COLHEITA DO ABACAXI	48
7.	CORRELAÇÕES ENTRE AS ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E A MATURAÇÃO DO ABACAXI.	53
8.	DISCUSSÕES E CONCLUSÕES	59
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	63

R E S U M O

Rev. N.º 07
Proc. N.º 2353/73
Ind. N.º 1

O abacaxi é fruto de grande aceitação popular tanto "in natura" como industrializado.

A variedade que apresenta as melhores características para industrialização é a Smooth Cayenne, sendo portanto a mais utilizada para tal fim.

Na prática, é bastante comum o emprego de substância indutora da iniciação da inflorescência e, ultimamente, também vem sendo estudada a uniformização da maturação do fruto, principalmente através da aplicação do ácido 2-cloroetil fosfônico (Ethrel).

De um modo geral, a composição química do abacaxi não difere significativamente dos demais frutos, porém o teor de sacarose supera em muito o dos açúcares redutores e o de amido é relativamente baixo.

A acidez varia muito com a época e o estágio de maturação e também entre as variedades botânicas.

Os pigmentos responsáveis pela coloração amarela da polpa e da casca são, em sua maioria, carotenos e xantofilas, os quais são muito susceptíveis a isomerização.

Grande variedade de componentes voláteis já foi isolada da polpa do fruto e com relação à influência desses compostos no seu sabor e aroma destacam-se alguns ésteres sulfurados, o 2 - 5 dimetil-4-hidroxi-3 (2H) - furanona e o 8 -hidroxioctanoato de metila.

Durante o desenvolvimento do fruto as transformações bioquímicas que se verificam em seus diversos constituintes ocorrem, em sua maioria nos últimos quarenta dias de estágio de maturação.

O estágio ótimo de maturação para colheita do fruto depende de vários fatores tais como: a variedade botânica, as condições ambientais, sob as quais o fruto foi produzido, a época de produção e o destino do fruto.

Para cada região, a época ideal de produção econômica de determinada variedade de abacaxi, deve ser estabelecida, não somente com base na aparência externa e interna do fruto, mas também na composição química dos principais constituintes da polpa e suas correlações.

08
9283/73
N

S U M M A R Y

The pineapple is a popular fruit both in its natural and processed forms.

The best processing characteristics is shown by the Smooth Cayenne variety, which is the most highly industrialized.

In practice, the use of chemicals to induce the initiation of inflorescence is fairly common, and recently the possibility of standardizing the maturation of the fruit, principally by the application of 2-choloroethyl phosphonic acid (Ethrel) has been studied.

In general, the chemical composition of the pineapple does not differ significantly from other fruits. However, the quantity of sucrose greatly exceeds that of the reducing sugars, and the quantity of starch is relatively low.

The acidity varies gretly with the season and stage of maturation, and also between different botanical varieties.

The pigments responsible for the yellow colour of the pulp and skin are principally carotenes and xanthophylls, which are highly susceptible to isomerization.

A great variety of volatile components have been isolated from the fruit pulp, and of these, certain sulphonated esters, 2-5 dimethyl - 4-hydroxy-3 (2H) - furanone and methyl β - hydroxyoctanate appear to be the most important with respect to their influence on flavour and aroma.

The majority of the biological transformations occur during the last 40 days of maturation. These can be followed by analysis of the constituents.

The optimum stage of maturation for harvesting of the fruit depends on various factors, such as the botanical variety, environmental conditions during growth, season of production and prospective use.

For each region of production, the ideal season for the economical production of a certain variety of pineapple should be determined not only from the aspects of internal and external appearance, but also from the chemical composition of the main constituents of the pulp, and their respective correlations.

1. INTRODUÇÃO

69
2383/73
M

O abacaxi é fruto de grande aceitação comercial, devido principalmente ao seu sabor. Assim sendo é bastante consumido "in natura" e sob a forma de produtos industrializados, dentre os quais se destacam a compota e o suco, e tem sido bastante estudado, tanto sob o ponto de vista agrônomo como tecnológico. O estágio de maturação mais adequado para a colheita é assunto de grande importância econômica e tecnológica, visto que não se trata de fruto cuja qualidade melhore após a colheita. Na prática, os métodos utilizados baseiam-se principalmente na aparência externa do fruto. No entanto é sabido que a influência de vários fatores, tais como peso do fruto e a sua variedade tornam difícil essa determinação. Realmente, a avaliação adequada do estágio de maturação ótimo para a colheita é assunto bem complexo, pois envolve o conhecimento dos fatores bioquímicos que influem nas transformações verificadas durante o amadurecimento do fruto.

Vários trabalhos já trataram dessas transformações. Baseados neles é que, através de uma pesquisa bibliográfica, procurou-se reunir e discutir esses assuntos, com o objetivo principal de dar informações básicas para a industrialização dessa importante fruta tropical.

2. GENERALIDADES SOBRE O ABACAXIZEIRO

Fls. N.º	10
Proc. N.º	2383/73
Rub.	IV

2.1. Classificação botânica e origem da planta:

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merrill), é uma bromeliácea monocotiledônia, semi-perene, originária da América Tropical e Subtropical, provavelmente do Brasil (14).

2.2. Partes constituintes e morfologia do fruto.

O abacaxí é um fruto composto do tipo sorose, constituído de 100 a 200 frutos simples do tipo baga, conhecidos vulgarmente como "frutinhos" ou "olhos" em disposição espiralada e intimamente soldados uns aos outros (14) inseridos num eixo central. ("miolo" ou coração").

Na extremidade superior, há um tufo de folhas, que é denominado coroa. A parte comestível do fruto é a polpa, constituída pelas paredes das lojas dos "frutinhos" e pelo tecido parenquimatoso que os liga entre si, bem como pela porção mais externa do eixo central (14).

As variedades cultivadas são normalmente desprovidas de sementes.

A forma do fruto é cilíndrica ou cônica e seu peso geralmente está compreendido entre 1 e 3 quilogramas.

2.3. Principais variedades

As variedades de maior importância econômica são:

a) Cayenne ou Smooth Cayenne. É a mais cultivada no mundo, devido principalmente as suas características para a industrialização. O principal produtor é o Havaí (U.S.A.), que responde por 25% da produção mundial. No Brasil, é a mais cultivada no Estado de São Paulo, mas ainda muito pouco difundida nos demais Estados (22,64,11). O fruto pesa em média 2,5 kg e sua forma é aproximadamente a de um cilindro, variando a cor da polpa de amarelo pálido para amarelo, de acordo com as condições ambientais (10). Os teores em ácidos e açúcares da polpa são mais altos que os encontrados na maioria das outras variedades (14).

b) Pernambuco - Também conhecida como Pérola, é cultivada principalmente no Nordeste Brasileiro, Minas Gerais, Espírito Santo e Goiás. Tem boa aceitação para consumo "in natura", mas não apresenta boas qualidades para industrialização.

Doc. 37.2383/73
Roh

O fruto geralmente apresenta-se menor que o da variedade Cayenne, pesando em média 1,0 a 1,5 kg. sendo sua forma cilíndrica ou cônica. A polpa é amarelo-clara, quase branca, rica em açúcares, mas de baixa acidez (14-10).

c) Boituva - Também conhecida como Amarelo Comum, já predominou no Estado de São Paulo, mas hoje somente é produzida em pequena escala. Seu fruto geralmente pesa de 1,0 a 2,0 kg. tem forma cilíndrica e a polpa apresenta-se bastante rica em suco, sabor e aroma (14-10).

d) Queen - É cultivada principalmente na África do Sul. O fruto geralmente pesa de 0,9 a 1,3 kg. A polpa é amarelo-ouro e resiste bem ao armazenamento. Os teores de açúcares e ácidos são geralmente mais baixos que os encontrados na variedade Cayenne (14).

e) Red Spanish - É cultivada para o consumo "in natura", em Cuba, Porto Rico e México (22). O fruto pesa de 0,9 a 1,8 kg. tem forma um tanto cúbica, sendo quase tão largo quanto longo. A polpa é amarelo-pálida e mais fibrosa que a variedade Cayenne (14).

f) Singapore-Spanish - Constitui a matéria prima da maioria das fábricas de enlatados da Malásia (22). Os frutos são quase cilíndricos e geralmente pesam de 1,6 a 2,3 kg. A polpa é amarelo-ouro, sendo mais fibrosa que as variedades Queen e Cayenne (14).

2.4. Produção

De acordo com o "Production Yearbook" de 1971, editado pela "Food and Agriculture Organization of the United Nations" (FAO), a produção mundial de abacaxi em 1970 foi de 3.813.000 ton. tendo o Brasil, com 424.000 toneladas ocupado o 29 lugar, logo após os E.U.A.

2.5. Produtos

Os mais importantes produtos da industrialização do abacaxi, segundo a ordem econômica são:

- 1) compota de abacaxi em fatias, nas suas classificações comerciais "fancy", "choice" e "standard";
- 2) pedaços de abacaxi em conserva, na forma de "chunks" ou pedaços grandes, "tidbits", pedaços pequenos e cubos;
- 3) abacaxi desfiado ou "crushed", que é a polpa desintegrada do fruto, pelo amassamento;

2383/3
m

4) abacaxi em forma de bastonetes ou "spears", atualmente pouco industrializado;

5) suco de abacaxi concentrado a vácuo, de diversos graus Brix, suco simples e suco em pó.

Os produtos acima mencionados, quando comercializados internacionalmente, obedecem a rigorosos padrões de identidade e de qualidade, ditados pelos regulamentos bromatológicos de diversos países importadores, sendo no entanto geralmente aceitas os dos U.S.A.-

Como sub-produto, destaca-se a bromelina que é uma enzima proteolítica usada no processo de amolecimento das carnes e em medicamentos.

O Brasil apesar de sua posição de 2º produtor mundial de abacaxi não figura nas estatísticas de exportação dos produtos conservados. Proporcionalmente, apenas insignificantes valores de exportação de fruto "in natura" são enviadas à Argentina e em menor quantidade à Inglaterra e outros países europeus.

Entretanto, dadas as condições de produção e industrialização econômicas que se verificam em diversas regiões do País, como é o caso do Nordeste, fácil é antever-se o grande potencial que essa fruta representa para o Brasil no mercado internacional. Acrescente-se que a qualidade da fruta brasileira é excelente e que o Havaí, principal produtor mundial, vem paulatinamente sofrendo as injunções do desenvolvimento econômico local, os custos das terras e da mão de obra tornando pouco compensadora a industrialização do abacaxi (30).

3. MATURAÇÃO DOS FRUTOS

3.1. Generalidades

O termo "ripening", literalmente, amadurecimento, é definido de várias maneiras.

Segundo Rhodes (53), denomina-se "ripening" do fruto o estágio em que ele é considerado apto para consumo, "in natura" mesmo que isso não signifique um estado fisiológico fixo e que varie de uma variedade para outra. Bain e outros, citados por Mc Glasson (41) definem o "ripening" como uma manifestação da senescência do fruto na qual a organização intracelular começa a se decompôr. Para Varner e outros citados por Mc Glasson (41) o "ripening" é o estágio final de diferenciação do fruto e que está diretamente relacionado com a síntese de enzimas específicas.

Na maioria dos frutos, o fenômeno de maturação inclui mudanças de cor (que envolve a perda de clorofila e o aparecimento da coloração amarela), sabor e aroma (que estão relacionados com modificação em acidez doce e adstringência, as quais por sua vez dependem de ácidos orgânicos, açúcares, compostos fenólicos e voláteis, presentes nos tecidos) e finalmente, mudanças na textura (53).

Do ponto de vista fisiológico é reconhecida a importância da respiração na maturação do fruto, a qual é acompanhada por um aumento do volume do peso específico e do diâmetro, sendo que, quanto à respiração, geralmente os frutos são classificados em climatéricos e não climatéricos (4,5,6).

Segundo Kidd, citado por Biale (4) os frutos climatéricos são aqueles que apresentam uma reativação respiratória após a colheita e os não climatéricos são aqueles que, após a colheita, sofrem um pequeno e contínuo declínio da atividade respiratória. A característica desses, segundo Biale e Young (5) seria a lenta utilização metabólica dos açúcares solúveis, em lugar da hidrólise dos carboidratos. Para Bleimroth (6), as variações, físicas e bioquímicas são geralmente mais lentas, nos frutos não climatéricos.

Pode-se dizer que os padrões respiratórios das frutas tropicais e subtropicais são influenciados, pelo menos parcialmente, pelas trocas químicas associadas com o amadurecimento. As substâncias que são conhecidas e suspeitas de tomarem parte nessas trocas são as proteínas, os

19
2383/13

carboidratos, as gorduras, os ácidos, os minerais, as vitaminas e certos constituintes da parede celular, tais como hemicelulose e pectina, além de enzimas (4).

Biale e Young (4) afirmam que as pectinas podem ser consideradas como um grupo de substâncias que mais caracterizam o amadurecimento dos frutos. Suas moléculas estão constituídas por unidades encadeadas de ácido galacturônico, ácido esse frequentemente associado com os açúcares arabinose e galactose.

Durante a maturação há uma transformação de protopectina em ácido pectico, cujos compostos intermediários são capazes de formar geléia (com açúcar e ácido), sendo variável seu conteúdo nos frutos (47).

Segundo Biale e Young (5) o grupo - COOH das unidades do ácido galacturônico pode estar livre ou esterificado por um radical metila, dependendo da classe da pectina, da razão entre as carboxilas livres e as esterificadas, assim como do comportamento da cadeia (polímeros do ácido galacturônico).

Há suposição de que as pectinas se solubilizam durante a maturação de alguns frutos, por separação do cálcio e não por rompimento da cadeia galacturônica (5): também já foi comprovado que em vários frutos, tanto a pectina-metil-esterase (enzima que separa a cadeia galacturônica dos radicais metila), como a poligalacturonase (enzima que liga essas cadeias) são ativas durante a maturação.

3.2. Estágios de desenvolvimento do abacaxí

O abacaxí sendo um fruto composto tem o seu desenvolvimento de forma heterogênea, processando-se sua maturação da base para o ápice.

Dubaigne (20) realizou estudos da composição do fruto na base e no ápice relacionando-a com o índice de maturidade. Como pode ser observado no quadro 1, há uma sensível predominância dos teores dos compostos encontrados na base sobre os do ápice.

Com relação à respiração, o abacaxí tem sido classificado como não climatérico, embora seja esse fato motivo de controvérsias e pelo menos há fortes razões para se admitir que a respiração climatérica do abacaxi ocorra ainda na planta durante seu amadurecimento (53).

Fls. N.º 15

Proc. N.º 2383/23

Rub. 2

QUADRO 1

Diferenças de maturidade entre a base e
o topo de abacaxi de diferentes lotes

Nº	Açúcares Totais g/l		Sacarose %		Acidez Titulável m.eq/l (Ac. cí- trico)		Índice de Maturidade	
	Base	Topo	Base	Topo	Base	Topo	Base	Topo
1	158	75	77	68	180	220	13,8	5,3
2	166	71	80	76	177	230	14,7	4,8
3	171	92	81	75	151	216	18,0	6,7
4	190	106	75	74	156	218	19,0	7,6
5	200	103	73	72	150	240	20,7	6,7
6	162	78	80	55	188	244	13,5	5,0

Fonte: Dupaigne, M. - C.R.S. Acad. Agric. France, decembre,
737, 1953.

Obs: Os açúcares totais e a sacarose foram dosadas quimica-
mente; o índice de maturidade foi obtido, dividin-
do os açúcares totais pela acidez titulável.

A terminologia empregada para descrever os diferentes estágios do desenvolvimento dos frutos é frequentemente confundida. Maduro e "ripe" em inglês são comumente usadas como sinônimos. Encontram-se também referências quanto ao termo "fruto verde", baseado na coloração da casca e "unripe", referindo-se mais a um estágio em que o fruto não se encontra saboroso.

Sobremaduro (overripe) e senescência descrevem o fruto em um estágio final de desenvolvimento (26).

Procurando tornar menos complexo essa terminologia é que Gortner e colaboradores (26), baseados nas transformações bioquímicas que ocorrem durante o desenvolvimento do fruto (geralmente 110 dias), estabeleceram as seguintes definições:

desenvolvimento: período completo durante o qual novos tecidos são formados e conduzem a uma complementação morfológica, onde há trocas químicas. O período de desenvolvimento do fruto compreende dois estágios, isto é, o da pré-maturação e o da maturação, o último dos quais se inclui o denominado "ripening", após o qual vem o período de senescência:

pré-maturação: período que inclui pelo menos, a metade do intervalo entre a floração e a colheita e que é caracterizado por um intensivo aumento das células:

maturação - dura de 6 a 7 semanas e é nesse estágio que o fruto atinge o completo crescimento e a máxima qualidade em palatabilidade, ocorrendo a maioria desse processo quando o fruto está ainda ligado à planta:

"ripening" - abrange as 2 ou 3 últimas semanas da maturação, durante as quais o fruto atinge seu completo desenvolvimento, sua melhor aparência e a mais alta qualidade de paladar, sendo as mudanças sofridas nesse período primariamente químicas;

senescência - período que segue após o desenvolvimento do fruto, durante o qual o crescimento e os processos bioquímicos de envelhecimento substituem as perfeitas transformações ocorridas no "ripening", podendo ocorrer antes ou depois do fruto colhido.

Esses estágios podem ser observados na figura 1.

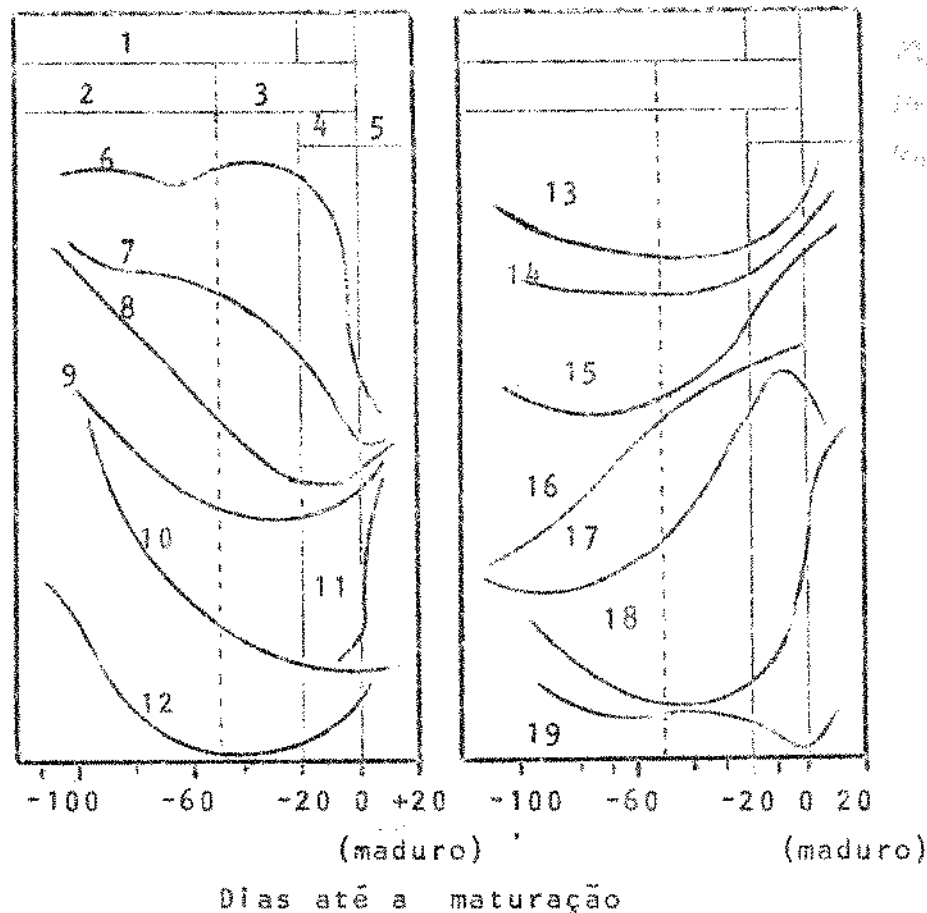


FIGURA 1: Mudanças em propriedades físico-químicas do abacaxi durante o período que vai do fim do florescimento até a senescência

- | | |
|-----------------------|--|
| 1. desenvolvimento | 10. NPN da casca (Nitrogênio não protéico) |
| 2. pré-maturação | 11. ésteres |
| 3. maturação | 12. NPN da polpa |
| 4. Ripening | 13. açúcares redutores |
| 5. senescência | 14. brix da casca |
| 6. clorofila | 15. brix da polpa |
| 8. pH da polpa | 16. peso |
| 9. taxa de respiração | 17. acidez |
| | 18. carotenóides da polpa |
| | 19. carotenóides da casca |

Fonte: Gortner, W.A; Dull, G.G.; & Krauss, B.H.
Fruit Development, Maturation, Ripening and Senescence: A Biochemical Basis for Horticultural Terminology
Hortscience, 2, nº 4, winter 1967.

3.3. Contrôle de maturaçãõ do abacaxi através do uso de compostos químicos.

O ciclo natural do abacaxizeiro pode variar de 10 a 36 meses, sendo tal variação devida principalmente aos seguintes fatores: época de plantio; material de plantio; isto é, tipo e peso da muda utilizada; tratamentos culturais. Por sua vez, em média, segundo Kerns e colaboradores, citados por Collins (14) é de 215 dias o período de tempo compreendido entre a diferenciação da inflorescência e a maturação do fruto.

Na prática a diferenciação da inflorescência do abacaxizeiro pode ser induzido quimicamente, mediante emprego de certas substâncias, tais como: carbureto de cálcio; etileno; acetileno; derivados do ácido fenoxiacético (ácido 4-clorofenoxiacético; 2,4,5 triclorofenoxiacético ou (2,4,5 T); ácido indolbutírico (AIB); ácido alfa-naftaleno-acético (ANA) e seus sais sódicos (SNA); alguns derivados de hidrazina (etil-hidrazina e beta hidroetil-hidrazina); ácido 2-cloroetil fosfônico (Ethrel) (14, 47, 48). Assim sendo, é possível controlar-se a época de maturação dos frutos com grande vantagem econômica. No Brasil, o material mais utilizado ainda é o carbureto de cálcio (22). Um detalhe muito importante do ponto de vista prático, é que o peso do fruto depende do peso da muda e a época de iniciação da inflorescência (22).

Alguns dos compostos citados, necessitam de determinadas condições para que atuem com eficiência, na indução da diferenciação floral, como é o caso do ANA, que deve ser aplicado no máximo até 2,5 meses antes da época de diferenciação natural (22). Esse composto também tem a capacidade de retardar a época da iniciação da inflorescência, tendo experiências realizadas no Havai, demonstrado que 0,6 mg de ANA por planta antecipa tal iniciação, enquanto que, 6 mg a inibe (14).

Wee (58) experimentando o Ethrel em abacaxizeiro da variedade Singapore Spanish, verificou ser este composto mais eficiente que o carbureto de cálcio na indução da diferenciação floral. Verificou ainda que os caracteres do fruto não são alterados, exceto o comprimento, que foi ligeiramente menor. Experimentos realizados por Wee (67) demonstraram - que aplicações de Planofix (produto comercial baseado em ANA) 6 semanas após o aparecimento da inflorescência, aumentou o peso, diâmetro e acidez do fruto, atrasou a maturação, mas não afetou o teor em açúcares.

Wee (68) aplicando o Ethrel (830 ppm) durante o desenvolvimento do fruto, isto 19 semanas após a indução da iniciação da inflorescência, na variedade Singapore Spanish, conseguiu acelerar sua maturação. A coloração externa dos frutos obtidos foi uniforme, sendo de uma tonalidade laranja-brilhante. Por sua vez o amadurecimento processou-se de maneira uniforme aumentando assim o número de frutos com polpa amarelo-ouro, enquanto que nos frutos-contrôle, apenas a região basal apresentava essa coloração. Outro detalhe importante é que o teor em açúcares foi aumentado enquanto que, pêso, dimensão e acidez do fruto não sofreram alteração.

Clark e Kerns citados em Bowden (9) verificaram que o ácido alfa-naftaleno acético, quando aplicado ao fruto em formação, produz um atraso no seu amadurecimento, além de causar um marcante aumento no seu tamanho.

Segundo Collins (14) um significante aumento do tamanho do fruto da variedade Smooth Cayenne, pode ser obtido através da aplicação de uma solução aquosa de ANA em concentração de 1:1000 a 1:33.500, durante a fase de desenvolvimento.

Barbier (2) conseguiu aumento de pêso do fruto e da firmeza da polpa, aplicando o ácido β -naftoxiacético cerca de dois meses antes da maturação. Kanjen e Talukdar citados em Bowden (9) encontraram similar efeito pela aplicação do sal de sódio do ANA (3NA).

Bowden (9) estudando o efeito do ANA, sobre a qualidade do abacaxi para fins industriais, verificou que pulverizações à base de 100 ppm, 2 meses antes da colheita, aumentaram seu pêso e seu tamanho, mas adversamente afetaram o total de sólidos solúveis, a cor da polpa, paladar e a relação entre a cor da casca e amadurecimento interno. Os frutos tratados mostram-se aparentemente mais verdes que os não tratados em equivalente estágio de maturação. Em alguns casos, o ANA reduziu a porosidade da polpa dos frutos.

Audinay (1) verificou que com aplicação de Ethrel os frutos amadurecem mais rapidamente. Essa ação é tanto mais marcante, quanto mais forte é a dose utilizada e a época da aplicação mais próxima à colheita. Tanto a coloração externa como a interna, dos frutos tratados apresenta-se mais homogênea do que a dos não tratados. A translucidez e a porosidade não foram alteradas. Quanto a aplicação desse composto se fez em época mais precoce (4 semanas antes da colheita) verificou-se que os

frutos apresentavam boa coloração externa e interna, mas as outras características de qualidade, como teor de açúcar, acidez, compostos voláteis etc. eram típicas de frutos verdes.

Poignant (50) verificou que o Ethrel produz uma coloração na casca do fruto praticamente sem diferença entre a base e o tópo. Verificou ainda que, quando a aplicação desse composto era feita 5 a 15 dias antes da colheita, havia uma aceleração de pigmentação da casca e da polpa e que a mesma estava na dependência direta da quantidade aplicada. Sua ação é facilitada em solos de pH baixo. O produto atua também de maneira satisfatória sobre as características de acidez e extrato seco mas não atua sobre a translucidez e o crescimento, intervindo também pouco sobre a maturação interna.

Poignant (49) estudou a influência do SNA no retardamento da maturação do abacaxi, com tratamentos antes, e após a colheita. No primeiro caso não se evidenciou nenhuma diferença em relação aos frutos não tratados. Já no segundo caso, em que os frutos foram submetidos a um tratamento por imersão, verificou-se uma paralização na maturação.

Gortner (25) estudou o efeito dos compostos SNA e 2,4,5 T sobre o retardamento da senescência em abacaxi, com aplicações antes e após a colheita de frutos em diferentes estágios de maturação. Verificou então, que em ambos os casos, esses compostos tiveram ação positiva.

4. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA POLPA DO ABACAXÍ MADURO

21
2372/33

4.1. Generalidades

A composição química da polpa do abacaxí maduro já foi estudada por vários autores (36,24,31,60,63), tendo para esse fim sido utilizada principalmente a variedade Smooth Cayenne.

O quadro 2, extraído de Dull (18) contém a variação percentual dos principais constituintes dessa polpa, que baseia-se nos resultados de análises efetuadas por diversos autores.

QUADRO 2 : Variação percentual dos principais constituintes da polpa do abacaxí maduro.

Constituintes	%
Brix	10,8 - 17,5
Acidez titulável (em ac., cítrico)	0,6 - 1,62
Cinzas	0,30- 0,42
Água	81,2 - 86,2
Fibras	0,30- 0,61
Nitrogênio	0,045 - 0,0115
Extrato etéreo (essência)	0,2
Pigmentos (p.p.m. de caroteno)	0,2 - 2,5

Fonte: Dull, G.G. The pineapple general. Chapter 9A, pg.303. In Hulme, A.C., ed. The biochemistry of fruits and their products, V.2, - Acad. Press. London and New York, 1971.

Munson e Tollman, citados por Johnson (37) efetuaram estudos sobre a composição química em diversas variedades de abacaxí, tendo-se observado diferenças nos teores dos constituintes em função da variedade(ver quadro 3). Convém ressaltar que, embora haja atualmente aparêlhos, que dão esses resultados com maior precisão, a citada análise é válida como termo de comparação.

QUADRO 3

Composição de diversas variedades de abacaxi
frêsko por Munson e Tolman (1903)

Variedades	SÓLIDOS		CINZAS		ÁCI DOS	PRO TEI NAS	AÇÚCARES		
	Totais	In solú veis	Totais	Alcali nidade	em H_2SO_4	N x 6,25	Re duto res	Saca rose	Tot. Açúc. Inv.
	%	%	%	CO_3K_2 %		%			%
FLÓRIDA									
Red Spanish	11,93	1,60	0,44	0,32	0,85	0,41	1,94	5,98	8,24
Red Spanish	16,53	1,48	0,51	0,38	0,51	0,42	5,89	8,71	15,06
Red Spanish	13,10	1,49	0,46	0,60	0,30	0,48	4,52	6,53	11,04
S. Cayenne	12,93	1,27	0,38	0,36	0,44	0,40	3,17	7,51	11,08
S. Cayenne	14,05	1,03	0,37	0,32	0,45	0,39	9,75	2,98	12,89
Pernambuco	15,60	1,68	0,49	0,40	0,56	0,41	4,33	8,27	13,03
Pôrto Rico	12,27	1,48	0,41	0,35	0,31	0,26	4,06	6,49	10,89
CUBA									
Red Spanish	12,65	1,37	0,27	0,27	0,56	0,41	2,19	6,81	9,36
Sugar Loaf	11,45	1,70	0,32	0,36	0,65	0,21	1,76	6,12	8,20

Fonte: Johnson, M.O. - The Pineapple. Paradise of the
Pacific Press, Honolulu, Hawaii - U.S.A.;
1935.

4.2. Carboidratos

Fla. N.º	23
Proc. N.º	2353/73
Rub.	N

Entre os carboidratos presentes no abacaxí, destacam-se os açúcares, por constituírem 9/10 da matéria seca do suco, sendo 66% sob a forma de sacarose e 34% sob a forma dos açúcares redutores, glucose e frutose (36).

O amido, que existe em quantidade significativa apenas no talo do abacaxizeiro, aparece no fruto maduro em quantidades insignificantes.

O quadro 4 refere-se aos carboidratos da polpa do abacaxí maduro segundo Dull (18).

QUADRO 4 - Variação percentual dos carboidratos na polpa do abacaxí maduro.

Carboidratos	%
Glucose	1,0 - 3,2
Frutose	0,6 - 2,3
Sacarose	5,9 - 12,0
Amido	< 0,002
Celulose	0,43 - 0,54
Hexosanas	0,10 - 0,15
Pentosanas	0,33 - 0,43
Pectina	0,06 - 0,16

FONTE:

Fonte: Dull (18) - já citado

4.3. Ácidos

A acidez do abacaxí é muito variável, sendo função preponderante da variedade e das condições ambientais (36,56).

Segundo Munson e Tollman, citados por Huet (36), a percentagem de acidez da polpa do abacaxí maduro, expressa em ácido cítrico, é de 0,78%, em média e pode variar de 0,39 a 1,11%. Tal acidez é devida aos ácidos cítrico (maior teor) e málico, não contribuindo essencialmente o ácido ascórbico (36,18).

0 quadro 5 extraído de Dull (18) dá maiores informações sobre o as sunto.

QUADRO 5 - Variação percentual dos principais ácidos da polpa do abaca
xi maduro.

Ácidos	%		
Cítrico	0,32	-	1,22
Málico	0,1	-	0,47
Oxálico	0,005		

Fonte - Dull (18) - já citado

4.4. Vitaminas

Das vitaminas encontradas no abacaxi, destacam-se a vitamina C, e a pró-Vitamina A, termo esse usado, por ser esta encontrada sob a forma de seus precursores, os carotenos (36,12).

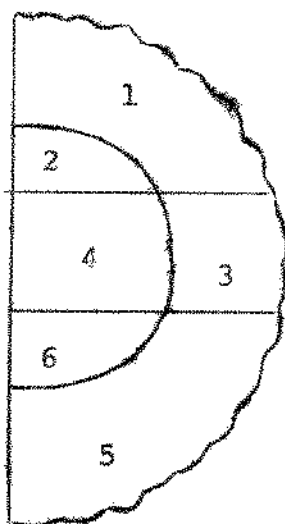
Em menor escala são encontrados a tiamina, a riboflavina, o ácido pantotênico e a vitamina PP ou niacina (36,18).

Segundo Kerns e colaboradores, citados por Collins (14), a vitamina C, não está distribuída uniformemente no fruto, aparecendo em maior concentração nas proximidades da casca, conforme mostra a figura 2, onde as áreas 1,3 e 5 apresentam maior teor.

Darroch e Gortner (17) analisando o conteúdo de vitamina C no abacaxi enlatado (sucro e forma consistente) em função da localização do mercado verificaram que em regiões de temperaturas altas, o teor de vitamina C é menor que das regiões frias, demonstrando assim, mais uma vez a instabilidade dessa vitamina à variação de temperatura. Com relação ao tempo de armazenamento não houve grande influência sobre o teor da vitamina C.

25
2385/23
7

Diagrama da secção longitudinal do fruto mostrando a distribuição da Vitamina C.



Fonte: Kerns et al. In Collins, J.L. - The Pineapple - London, Leonard Hill, 1960.

Por outro lado esses teores revelam-se bem menores que os encontrados no fruto fresco.

O quadro 6 extraído de Dull (18) refere-se às vitaminas encontradas no abacaxi maduro.

QUADRO 6 - Vitaminas existentes na polpa do abacaxi maduro.

Vitaminas	%		
p-Aminobenzóico	17 - 22 microgramas/100g		
Ácido fólico	2,5-4,8	/"	"
Niacina	200-280	"	"
Ácido pantotênico	75-163	"	"
A	0,02-0,04	"	"
Tiamina	69-125	"	"
Riboflavina	20- 88	"	"
Piridoxina	10-140	"	"
Ácido ascórbico	10- 25 mg/100g		

Fonte : Dull (18) - já citado

4.5. Compostos Nitrogenados

O teor de nitrogênio total no abacaxi é pouco variável, isto é de cerca de 50mg/100ml de suco e apresenta-se principalmente sob as formas nítrica e amoniacal, e mais fracamente sob a forma de proteínas, peptídeos e aminoácidos (36). Os compostos nitrogenados da polpa do abacaxi maduro encontram-se no quadro 7.

QUADRO 7 - Compostos nitrogenados na polpa do abacaxi maduro

Componentes	%
Nitrogênio total	0,108
Nitrogênio solúvel	0,079
Proteína	0,181
Amônia	0,010
Aminoácidos (total)	0,331

<u>Aminoácidos (p.p.m.):</u>	Alanina	407
	Ácido aminobutírico	124
	Arginina	46
	Asparagina	1251
	Ácido aspártico	293
	Cistina	20
	Ácido glutâmico	90
	Glutamina	256
	Isoleucina	23
	Leucina	24
	Lisina	46
	Metionina	134
	Fenilalanina	40
	Prolina	31
	Serina	286
	Treonina	78
	Glicina	65
	Histidina	48
	Tirosina	58
	Valina	39

Fonte: Dull (18) já citado

4.6. Enzimas

Fla. N° 27
Proc. N° 2383/33
24/11/33

Além da bromelina, que é uma enzima proteolítica, encontram-se no abacaxi, as seguintes enzimas: pectase, invertase, peroxidase, desidrogenase e fosfatases (33, 36).

Por sua vez, no talo do abacaxizeiro são encontradas as seguintes enzimas: bromelina, oxidase do ácido indol-acético (IAA), peroxidase e fosfatase (18,27).

A pectase ou pectina metil estearase, cataliza a hidrólise de es teres metílicos da pectina, conseqüentemente, os radicais ácidos libe rados podem se combinar com íons de cálcio presentes no suco do fruto, formando um gel de pectato de cálcio, o que possibilita verificar a ina tivação de enzimas pecticas, após a pasteurização do suco (36). Watts e colaboradores (66), investigando sobre a presença de enzimas no abaca xi, determinaram que, das três enzimas que comumente catalizam a oxida ção do ácido ascórbico nos frutos e vegetais, foi encontrada apenas a peroxidase, estando ausentes a fenolase e a ascorbase.

4.7. Pigmentos

Na maioria dos casos, a casca dos frutos tropicais é verde ou ama rela, raramente vermelha, servindo geralmente a coloração para determi-
nar o ponto de colheita. O tecido comestível do abacaxi é geralmente ama relo, algumas vezes branco, ligeiramente manchado de rosa em algumas variedades (16).

Magistad (40) verificou a presença de carotenos e xantofilas na pol pa do abacaxi, que são responsáveis pela sua coloração amarela. Além desses, também foram reveladas pequenas quantidades de antocianinas, fla vonas e traços de clorofila.

A casca amarela do fruto, revela-se relativamente rica em carote nos e flavonas (40).

A cor verde da casca do fruto provém da clorofila, a qual frequen-
temente desaparece com a maturação, dando lugar a outros pigmentos, tais como, xantofilas e carotenos (16).

* Os principais pigmentos no abacaxizeiro encontram-se no quadro 8.
Através desse quadro pode-se verificar a predominância dos carotenos -
sobre as xantofilas, e a variação existente entre algumas variedades e híbridos.

QUADRO 8

Distribuição dos principais pigmentos
em abacaxizeiro

Parte da Planta	Peso frê _s co (g)	Clorofila		Caroteno		Xantofila	
		mg/100g	Total	mg/100g	Total	mg/100g	Total
Fôlhas medianas	1598	50,65	890,39	1,85	29,56	1,43	22,85
Brotos	1162	36,25	421,23	2,38	27,66	1,17	13,60
Corôa	145	26,58	38,54	1,05	1,52	1,20	1,74
Talo do fruto	151	3,95	5,96	0,28	0,42	0,27	0,41
Talo da planta	1215	1,45	17,62	0,06	0,73	0,06	0,73
Pôlpa	1786	Traços		0,15	2,68	0,03	0,54
Miolo	214	Traços		0,20	9,43	0,04	0,08
Casca	930	Traços		0,33	3,07	0,33	3,07

Fonte: Magistad, O.C. - Carotene and xanthophyll in
pineapples. Plant Phys. 10: 127, 1935.

Morgan (45) estudando a composição dos carotenóides da polpa do abacaxí, encontrou 28 compostos, dos quais, 7 eram isômeros.

Segundo esse autor são os seguintes os carotenóides encontrados em maior quantidade:

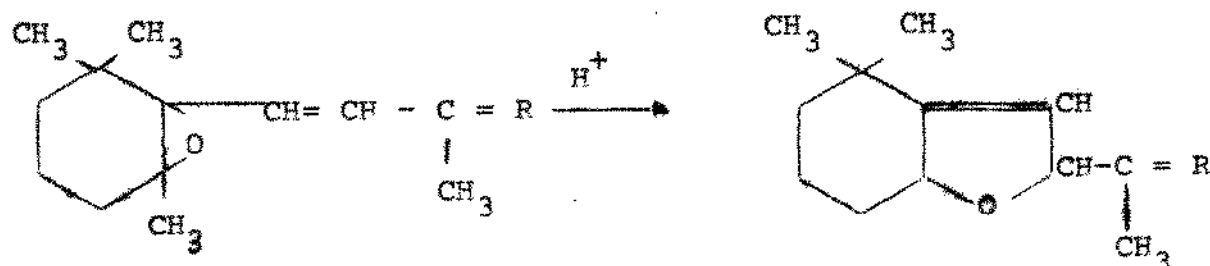
Violaxantinas.	50%
Luteoxantinas.	13%
Beta-caroteno.	9%
Neoxantinas	8%

Da. 82-49
Proc. 82-2383/83
Rub. 504 TV

A relação completa desses pigmentos encontra-se no quadro 9.

Singleton e colaboradores (62), observaram que os pigmentos carotenóides do abacaxí continham alta proporção de grupos epóxidos (anel triangular) e que os mesmos são prontamente isomerizados para formas furanóides (anel pentagonal), quando catalizados por ácidos. Essa isomerização que foi determinada espectofotometricamente, verifica-se tanto em fruta fresca como enlatada.

A reação abaixo, ilustra essa isomerização.



Verificou-se ainda existir uma relação inversamente proporcional entre pH e a percentagem da isomerização. Por exemplo, para pH 3,04 - ocorre 98% de isomerização, enquanto que para pH 4,90 ocorre 75%, chegando a apenas 24% a isomerização a um pH 7,04 (62).

A isomerização de pigmentos também é influenciada pelo amadurecimento, manuseio e processamento.

A metade inferior do fruto maduro, amarelo e translúcido é a parte que sofre maior percentagem de isomerização. Isto seria uma indicação de que quantidades apreciáveis de isomerização ocorrem em frutos completamente maduros e translúcidos, confirmando que a maturação no abacaxí ocorre da base para o topo (28). Esses dados podem ser observados no quadro 10.

Carotenóides na polpa do abacaxi

Fls. N.º 30
 Proc. N.º 2383/73
 Rub. N.º 2

Provável identidade	% aproximada
Fitofluenc	0,5
Alfa-caroteno	0,5
Beta-caroteno	6,7
Zeta-caroteno	0,9
Neurosporeno	0,7
Hidrôxi-alfa-caroteno	0,9
Criptoxantina	0,9
Semelhante à criptoxantina	0,4
Semelhante à criptoxantina	0,3
	0,7
Luteína	2,5
Cis-luteína	1,0
Luteína-5,6-epóxido	0,3
Anteraxantina	1,0
Cis-anteraxantina	0,7
	1,7
Flavoxantina	0,3
Mutatoxantina	0,6
Cis-violaxantina	25,0
Dis-cis-violaxantina	27,0
	52,0
Luteoxantinas	6,2
Cis-luteoxantinas	7,2
	13,4
Auroxantinas	3,4
Semelhante à neoxantina	0,7
Semelhante à neoxantina	0,8
	1,5
Neoxantina	8,1
Semelhante à trolixantina	1,1
Semelhante à trolixantina	1,0
	2,1
Neocromos	0,7
Neocromos	0,8
	1,5
Substância 407 (a)	0,8

(a) Substância 407 refere-se a pigmento com absorção máxima a 407 m.

Fonte: Morgan, R.C. - Chemical studies on concentrated pineapple juice. 1. Carotenoid composition of fresh pineapples. J. Food. Sci. 31: 213, 1966.

QUADRO 10

Percentagem de Carotenóides Isomerizados
em função da Maturação.

Fla. N° 31
Proc. N° 2383/23
Rub. TV

MATURAÇÃO		Quarto do fruto representado			
Côr da casca	Translucidez	Tôpo	29	39	Base
Completamente	Opaca	6 (1) *	0 (1)	0 (1)	
Amarela	Semi-opaca	0 (2)	2 (4)	0 (4)	0 (3)
	Intermediária	0 (1)	1 (3)	1 (3)	0 (2)
	Translucente	3 (3)	15 (3)	16 (5)	24 (3)
Maioria amarela com partes ver des perto do tô po	Opaco				2 (3)
	Semi-opaco		2 (6)	0 (1)	0 (1)
	Intermediário	6 (1)			
	Translucente	5 (1)		2 (2)	2 (1)
3/4 Amarelo	Semi-opaco	14 (1)		2 (2)	
	Translucente		0 (2 amostras do miolo)		
1/2 Amarelo	Semi-opaco	6 (1)			
	Intermediário			0 (1)	

* Valor entre parênteses significa número de determinações

Fonte: Gortner, W.A. & Singleton, V.L. - J. Food Sci. 26 : 53

(1), 1961.

Com relação ao manuseio do fruto, foi verificado que as áreas mais danificadas apresentavam maior percentagem de isomerização (28). Por outro lado, no processamento do fruto, o aumento de temperatura, acarreta maior isomerização, assim como quando o tempo para o descongelamento do produto é maior (28).

Fla. N° 32
Proc. N° 2383/73
Rub. TV

4.8. Componentes Voláteis

O sabor e o aroma dos frutos são devidos a muitas substâncias voláteis e não-voláteis encontradas em diferentes proporções na casca e nos seus tecidos comestíveis. As substâncias não-voláteis são representadas principalmente pelos açúcares, ácidos orgânicos e taninos (16).

As substâncias voláteis que compreendem principalmente, ésteres e álcoois, variam bastante em função da variedade considerada, condições de crescimento e estágio de maturação do fruto.

Como poderá ser observado no estudo que se segue, há uma grande diferença entre os teores de voláteis encontrados nos frutos cuja maturação se dá no inverno e aqueles em que a maturação ocorre no verão. O fruto de verão geralmente é mais rico em voláteis, bem como apresentará maior teor em açúcares (34).

Para se entender o aroma dos frutos, é necessário conhecer a natureza dos constituintes presentes, a qualidade do aroma, a quantidade e intensidade de cada componente volátil (46).

Haagen-Smit e colaboradores (31), estudando os voláteis encontrados na polpa do abacaxi da variedade Smooth Cayenne, encontravam 190 mg de óleos voláteis por kg. de fruto de verão, mas somente 15,6 mg por kg. de fruto de inverno. A grande diferença entre a quantidade de voláteis de verão e inverno, foi atribuída principalmente ao acetato de etila (119,6 mg) e álcool etílico (60,5)mg), ambos de baixo ponto de ebulição. Substâncias de ponto elevado foram também isoladas por aqueles autores (quadro 11).

Além disso os frutos de verão como os de inverno, apresentaram compostos de enxofre que aparecem nas frações de ponto de ebulição mais alto. Aliás, um desses compostos, um éster, foi pouco depois isolado e identificado por Haagen-Smit (32); trata-se do β -metiltiopropionato de metila, que devido à semelhança da sua fórmula com a da cisteína, ($\text{HSCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)$) parece ser derivado deste aminoácido (31).

QUADRO 11

Componentes do óleo volátil do abacaxi

Frutos de Inverno (1939-1940)	Mg/kg.fruto
Acetato de etila	2,91
Acetaldeído	0,61
Isocaproato de metila	1,40
Isovalerato de metila	0,60
n-valerato de metila	0,49
Caprilato de metila	0,75
Éster metílico de hidróxi-ácido com 5 carbonos	traços
Compostos contendo enxôfre	1,07
Frutos de Verão (1940)	
Acetato de etila	119,60
Alcool etílico	60,50
Acetaldeído	1,35
Isovalerato de etila	0,39
Metil n-propil cetona	traços
Acrilato de etila	0,77
n-caproato de etila	0,77
Frutos de Verão (1942) - Extração acima de 100°C e 745mm de Hg.	
Ácido acético.....	0,49
Éster etílico de ácido insaturado com 5 carbonos	1,68
Éster metílico de ácido insaturado com 5 carbonos	0,68
Éster metílico de ceto-ácido com 5 carbonos	traços
Compostos contendo enxôfre	0,88

Fonte: Haagen-Smit, A.J. e colaboradores - J. Am. Chem. Soc.,
67: 1646, (1945).

2383/93

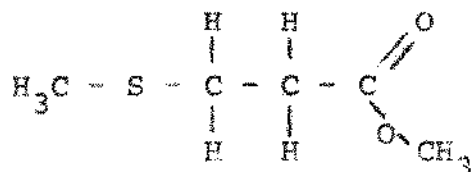
Gawler, citado por Silverstein (59), identificou no suco de abacaxi da variedade Singapore Canning os seguintes voláteis: ácido acético; 5-hidroximetil furfural, furfural, formaldeído, acetaldeído e acetona.

Connel, citado por Silverstein (59), além da identificação de outros compostos, confirmou a presença do β -metiltiopropionato de metila e identificou o β -metiltiopropionato de etila.

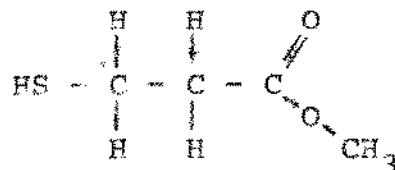
Rodin e colaboradores (55), comprovaram a presença dos compostos - acima mencionados, em frutos colhidos no inverno. Além desses encontraram ainda mais dois compostos contendo enxofre, mas em menor quantidade.

Admite-se ser a metionina o precursor desses compostos e não a cisteína, uma vez que aquela está geralmente ausente no abacaxi até o início da maturação, mas presente em considerável quantidade daí em diante (59). (ver quadro 16)

Foi verificado que tanto o β -metiltiopropionato de metila como o β -metiltiopropionato de etila provocam um sabor de fruto sobre-maduro. Admite-se que o sabor estranho provocado pelo β -metiltiopropionato de metila, seja devido a uma apreciável contaminação do β -mercaptampropionato de metila (59), cujas fórmulas estruturais são:



β -metiltiopropionato de metila



β -mercaptampropionato de metila

Rodin e colaboradores (54) conseguiram isolar mais um composto e sugeriram que o mesmo fôsse o 2-5-dimetil-4-hidroxi-3 (2H) - furanona. Este composto que estava presente em grande quantidade no suco de abacaxi, possui um forte odor de "abacaxi queimado" ou "fruto caramelizado" e é muito instável ao ar. Essa instabilidade leva a crer que seja o maior responsável pela perda de sabor e odor durante o processamento do fruto. Em testes sensoriais realizados não foi observado influência da furanona no suco de abacaxi (59)

Silverstein e colaboradores (60), conseguiram isolar e identificar o chavicol (p-alilfenol) e a γ -caprolactona. Com relação ao sabor, o efeito do chavicol foi tido como passível de objeção em todas as concentrações detectadas, e a γ -caprolactona não foi detectada nos níveis testados (58). O quadro 12 contém a relação desses novos compostos isolados.

Howard e Hoffman (35) conseguiram identificar 16 compostos voláteis, analisando os gases do "headspace" das latas de conservas de abacaxi da Malásia. Alguns desses já haviam sido identificados por Haagen-Smit (31).

Creveling e colaboradores (15), conseguiram identificar 12 novos compostos voláteis. Entre eles o β -hidroxioctanoato de metila, já identificado em pêra, por Heine e colaboradores, citado por Creveling (15). Os mesmos autores estabeleceram que este composto surgiu através de um ciclo de β -oxidação, durante o amadurecimento do fruto. Apesar dos odores dos ésteres β -hidroxi serem um tanto repulsivos, suas intensidades sugerem que os mesmos sejam importantes no aroma do fruto (15). As octolactonas exibiram um aroma semelhante a côco, típico de muitas outras lactonas (15).

O álcool tetrahydro -2,2,5 - trimetil-5- vinil -furfurílico, identificado no abacaxi pelos autores acima (15) foi isolado em uva por Stevans e colaboradores, em 1966 e em damasco por Tang e Genning, em 1969, citados por Creveling (15). Em cada um desses casos, linalol foi encontrado e postulado como sendo o precursor daquele álcool. Flath e Forrey (21) em 1970 conseguiram isolar 45 voláteis no abacaxi, dos quais 21 não haviam sido ainda identificados. Entre eles figura o linalol.

A relação dos compostos isolados em pesquisas feitas entre os anos de 1945 e 1970 encontram-se no quadro 13.

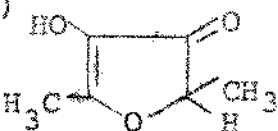
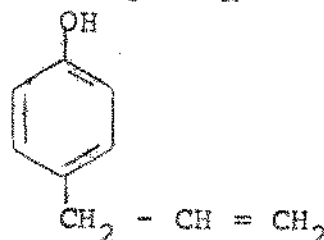
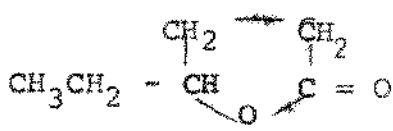
4.9. Lipídios

Poucos trabalhos têm sido realizados visando à determinação de lipídios no abacaxi.

Singleton e Gardner, citados por Dull (18) registraram o sitosterol como sendo provavelmente o esterol que se encontrava em maior teor nesse fruto.

QUADRO 12.

Novos Compostos do "Flavor" do Abacaxi

N O M E	FÓRMULA	ppm aproximado
2,5-Dimetil-4-hidroxi-3-(2H) furanona		4
para-Alilfenol		0,5
γ-Caprolactona		0,3
β -metiltiopropionato de metila	CH ₃ SCH ₂ CH ₂ COOCH ₃	0,2
β -metiltiopropionato de etila	CH ₃ SCH ₂ CH ₂ COOCH ₂ CH ₃	0,1
β -hidroxicaproato de metila (tentativa)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\underset{\substack{ \\ \text{OH}}}{\text{CH}}\text{CH}_2\text{COOCH}_3$	0,1
β -acetoxicaproato de metila (tentativa)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\underset{\substack{ \\ \text{OCCCH}_3 \\ \\ \text{O}}}{\text{CH}}\text{CH}_2\text{COOCH}_3$	0,1

Fonte: Silverstein, R.M. - Chapter 21, 450 - In Shultz,
 Day & Libbey - "Chemistry and Physiology of
 Flavors", The AVI Publishing Company, INC
 1967.

QUADRO 13 (a)

CLAS. 37
 Inv. N.º 2383/73
 Rub. TV

Relação dos compostos voláteis na polpa do abacaxi

ALCOOIS

Metanol
 Etanol
 1-Propanol
 2-Metil-1-Propanol
 p-Alilfenol (chavicol)
 Trans-tetrahydro
 - 2, 2, 5-trimetil 5-vinil
 furfurol
 2-metil 1-butanol
 3-metil 1-butanol
 2-metil-3-butenolol

ÁCIDOS

Acético

CARBONILADOS

Formaldeído
 Acetaldeído
 Acetona
 Acetoxiacetona
 Diacetil
 2, 3-butanadiona
 2 - pentanona
 furfural
 5 hidroxil-2-metil furfural
 2,5-dimetil-4-hidroxil-
 -2,3 dihidro-3-furanona
 2-pentanona
 3-pentanona
 Metil-n-propil cetona

ÉSTERES

Formiato de etila
 Formiato de propila
 Formiato de butila
 Formiato de metil-2 propila
 Acetato de metila
 Acetato de etila
 Acetato de propila
 Acetato de metil-2 propila
 2-metil acetato de butila
 3-metil acetato de butila
 Propionato de metila
 Propionato de etila
 2-metil propionato de metila
 2-metil propionato de etila
 Propionato de iso-metil-propila
 Butirato de metila
 Butirato de etila
 2-metil butirato de metila
 2-metil butirato de etila
 3-metil butirato de metila
 3-metil butirato de etila
 3-hidroxibutirato de metila
 Valerato de metila
 4-metil valerato de metila
 Valerato de etila
 Caproato de metila
 Caproato de etila
 3-hidroxicaproato de metila
 3-hidroxicaproato de etila

38
2313/73
N

QUADRO 13 (b)

ÉSTERES

Caproato de pentila
3-acetoxicaproato de metila
3-acetoxicaproato de etila
Enantoato de metila
Caprilato de metila
Cis-4 (?) caprilato de metila
Caprilato de etila
Lactato de etila
Malonato de dimetila
Carbonato de dietila
Benzoato de etila
8-metiltiopropionato de metila
8-metiltiopropionato de etila
Acrilato de metila
Acrilato de etila

DIVERSOS

Butirolactona
γ-Caprolactona
γ - octolactona
Δ - octolactona
Linalol
1-1-dietoxietano
Terpinen-4-ol
α - Terpineol
Benzeno

Fonte: Base nos trabalhos de Haagan-Smit (32,33); Bodin et al. (57, 58); Silverstein (62,63); Silverstein et al. (64); Hoeard & Hofman (38); Creveling et al. (15); Dupaigne (21); Flath & Forrey (22).

Foram encontrados ainda os seguintes fosfolípidios: fosfatidil inositol (+2), fosfatidil colina (+4), fosfatidil glicerol (+1), fosfatidil etanolamina (+5). Foi notado também traços de um monogalactosildiglicerídeo.

4.10. Fenólicos

Segundo Buren (12) os compostos fenólicos aparecem em larga distribuição no reino vegetal, principalmente nos frutos, onde são importantes na determinação da cor, sabor e odor.

No abacaxí, além das antocianinas e chalconas, foram encontrados os ácidos p-cumárico, quinil-cumárico e ferúlico (18). Experiências realizadas por Gortner (27) demonstraram ser os ácidos p-cumárico e quinil-cumárico partes coenzimáticas da oxidase do ácido indol-acético (IAA), enquanto que o ácido ferúlico, revelou-se um forte inibidor dessa enzima,

Admite-se que a inexistência de problemas de escurecimento enzimático no abacaxí, está positivamente ligada às substâncias fenólicas presentes (18).

4.11. Minerais

De acordo com Munson e Tolmann citados por Huet (36), a percentagem de cinzas na polpa do abacaxí é de 0,4%. Dependendo da variedade esse resultado oscila entre 0,27 e 0,55 g%.

Entre os elementos minerais, o que aparece, em maior teor no abacaxí é o potássio, o qual é tido como o elemento mais importante por intervir ativamente no metabolismo vegetal dos glicídios.

O quadro 14 contém a relação desses minerais.

Rs. N° 410
Proc. N° 2383/73
Rub. N° 7

OUADRO 14 - Constituintes inorgânicos encontrados no abacaxi maduro.....

Constituintes	mg/100 g
Cálcio	7-16
Cloro	46
Iôdo	0,006 - 0,107
Ferro	0,3
Magnésio	11
Manganês	0,03
Nitrato	0 -120
Fósforo	6-21
Potássio	11-330
Sílica	11-69
Sódio	14
Enxôfre	7

Fonte: Dull (18) - já citado.

5. MODIFICAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS DURANTE A MATURAÇÃO DO ABACAXI

5.1. Pêso do fruto e outros atributos físicos

De grande importância é o estudo da evolução dos frutos quanto às suas propriedades físicas, especialmente pêso e forma.

Singleton (61) estudou essas propriedades no abacaxi da variedade Smooth Cayenne, em um período que compreendeu o fim da floração até o fruto maduro, sendo o mesmo de 116 dias e o peso variando entre 1,70g e 2,150 g.

Foi verificado então que o pêso por olho (frutinho), pêso, volume e densidade do fruto e volume das células aumentam regularmente durante seu desenvolvimento.

A densidade sofre um aumento maior nas 2 - 3 semanas antes do fruto estar maduro. Admite-se que a mesma seja influenciada não somente pelo desenvolvimento do fruto, mas também pela umidade do solo, sendo esse aumento diretamente proporcional a ambos (61).

A relação comprimento/largura (cêrca de 1,33), a proporção do pêso da casca, do eixo central e da polpa, a produção relativa de suco e células por olho, mostram-se relativamente constantes, sobressaindo-se um pouco, apenas nos primeiros estágios.

No suco, a viscosidade, a tensão superficial, máxima absorvância ao ultra violeta e tendência a formar espuma, revelam-se como sendo em parte influenciadas pelas condições de "short-term", possivelmente luz e umidade do solo em parte pelas mudanças naturais, durante o cultivo da planta. A casca do fruto diminui nos primeiros estágios de desenvolvimento, tendo a polpa aumentado. Porém, grande parte do desenvolvimento posterior, foi caracterizado por um aumento de pêso equivalente. Cêrca de 37% do fruto é formado de casca, 10% eixo central e 53% de polpa comestível (61).

Sideris e Krauss (57) verificaram que à medida que o pêso do fruto vai aumentando, a maturação se processa na seguinte ordem: eixo central, casca e por fim polpa.

Singleton (61) verificou não serem essas diferenças muito grandes. Segundo Leverington (39) a qualidade da polpa não depende apenas do tamanho do fruto, mas também da sua forma, a qual é dada por duas relações:

- a) relação de comprimento - que é dada por comprimento/diâmetro máximo (oscila entre 1,0 e 1,8);
- b) "taper-ratio" - que é a relação entre os diâmetros tomados a 1/4 e 3/4 do comprimento do fruto, em que a base é zero. Abacaxis possuindo um "taper-ratio" entre 0,95 e 1,05 e uma relação de comprimento de 1,50 tem uma excelente forma para fins industriais (39). A figura 3, serve como ilustração.

O teor de fibras no abacaxi atinge o máximo no início do "ripening" diminuindo em seguida. Admite-se que o fruto de consistência macia apresente teor de fibras reduzido, ao lado de um aumento de pectina e hemicelulose e possivelmente tenha o teor de pectina esterificada diminuído (18).

5.2. Carboidratos

Huet (36) verificou que o aumento de açúcares no abacaxi ocorre principalmente na polpa central e quando o fruto ainda está muito verde, o teor da base não difere daquele do topo, mas à medida que o fruto amadurece há um maior acúmulo na base.

Singleton e Gortner (63), verificaram que o Brix atinge o mínimo cerca de 70 dias antes da maturação do fruto (isto é, aproximadamente 59 Brix), aumentando bruscamente, a partir dos últimos 40 dias, chegando a atingir cerca de 169 Brix, quando maduro, resultado esse já encontrado posteriormente por Sideris e Krauss (57).

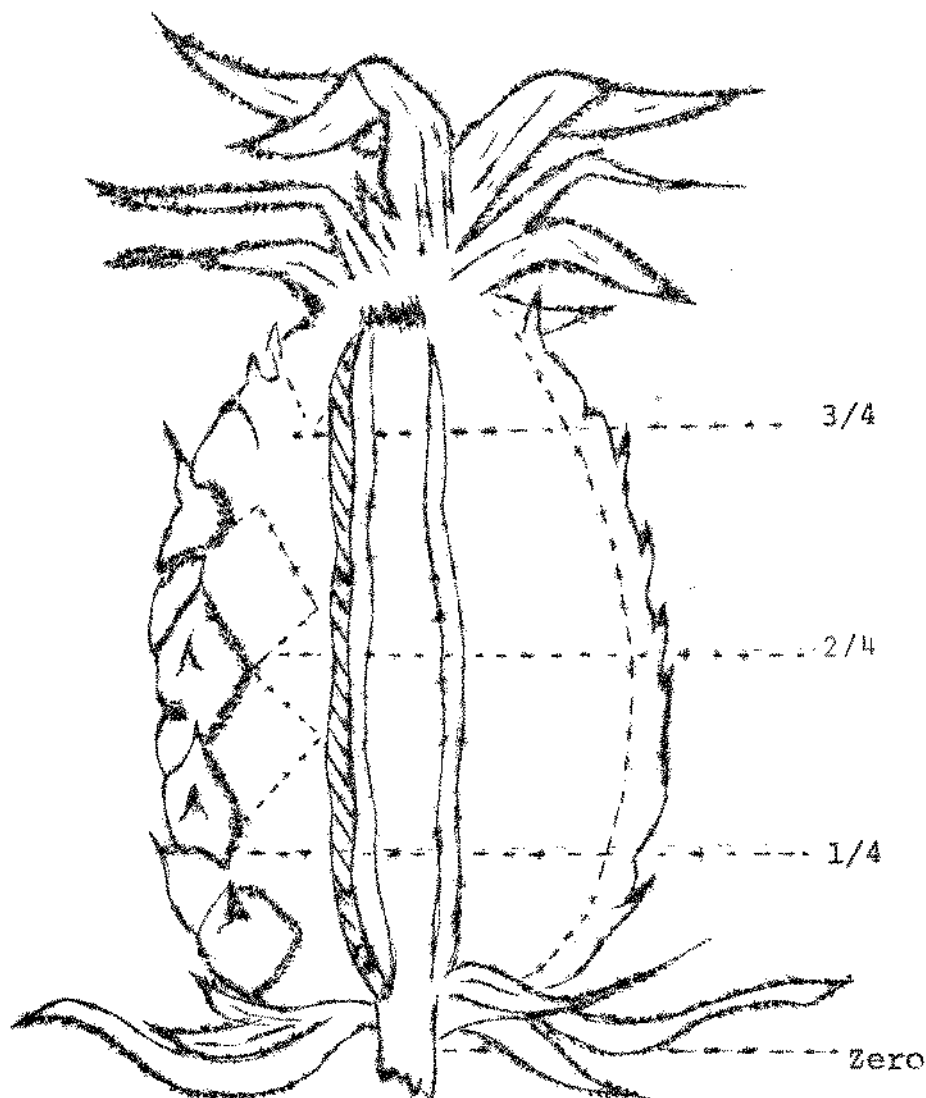
Com relação à sacarose, no início do desenvolvimento do fruto, o seu teor é menor do que 1%, sendo mais de 80% dos açúcares constituídos por açúcares redutores. A partir dos 60 dias que precedem a maturação, o teor de sacarose aumenta, enquanto que o dos açúcares redutores mantém-se constante e somente aumenta um pouco já na última semana de amadurecimento. (figura 4)

5.3. Ácidos

Conforme mencionaram Singleton e Gortner (63) os dois principais ácidos orgânicos do abacaxi são o cítrico e o málico. Esses ácidos são influenciados por diferentes fatores. Enquanto que o ácido cítrico é influenciado pelo desenvolvimento do fruto, o ácido málico, por outro

FIGURA 3

Diagrama do fruto mostrando as relações de comprimento e "Taper-ratio"



a) Relação de comprimento = $\frac{c}{\text{maior } \varnothing}$

b) "Taper-ratio" = $\frac{\varnothing_{1/4}}{\varnothing_{3/4}}$

Obs: c = comprimento
 $\varnothing$ = diâmetro

lado, flutua em relação às condições de tempo, diminuindo a evaporação da água (63,23,52).

Fls. N.º 44
Proc. N.º 2383/77
Pub. verifica-

Singleton e Gortner (63) estudando os ácidos do abacaxi, verificaram que: 1) durante o início do desenvolvimento do fruto, há predominância do ácido málico sobre o cítrico;

2) há um aumento brusco no teor de ácido cítrico a partir de 40-50 dias antes da maturação, mas um declínio na sua fase final (figura 5);

3) da mesma forma que o teor do ácido málico, o ácido ascórbico ao que parece, varia também com as condições ambientais;

4) a relação Brix/acidez é maior no início do desenvolvimento do fruto, apesar de serem baixos os teores de açúcares e ácidos, em seguida cai bruscamente, atingindo o mínimo duas semanas antes da maturação e depois começa a aumentar novamente. (figura 6);

5) a acidez titulável comporta-se de forma semelhante ao ácido cítrico, tendo um aumento brusco nos 40-50 dias que antecedem a maturação, para cair nas duas últimas semanas (figura 7);

6) o pH diminui gradativamente de 5,5 para 3,3 vindo porém aumentar quando o fruto já está próximo à fase de senescência (figura 7).

5.4. Pigmentos

O principal estudo sobre as transformações dos pigmentos do abacaxi, durante seu desenvolvimento, foi realizado por Gortner (24), que verificou: a) a clorofila dos tecidos da casca têm pouca tendência a transformações, até duas semanas antes da maturação do fruto, quando elas ocorrem intensamente, à medida que o fruto amarelece;

b) as antocianinas presentes na casca são provavelmente representadas pela antocianina e chalcona, que são responsáveis por uma coloração avermelhada e cujos teores não mostram nenhuma variação brusca, diminuindo de forma lenta e constante à medida que o fruto amadurece;

c) os carotenóides da casca mostram pouca tendência a transformações, diminuindo muito lentamente seus teores durante quase todo o desenvolvimento do fruto, vindo porém a sofrer um aumento mais pronunciado no período próximo à senescência (figura 8);

d) os carotenóides da polpa mostram-se tendentes a mudanças bruscas, havendo uma diminuição no teor desses pigmentos até uns 20 dias antes do fruto maduro, passando a aumentar bruscamente, até o fim do amadurecimento (figura 9).

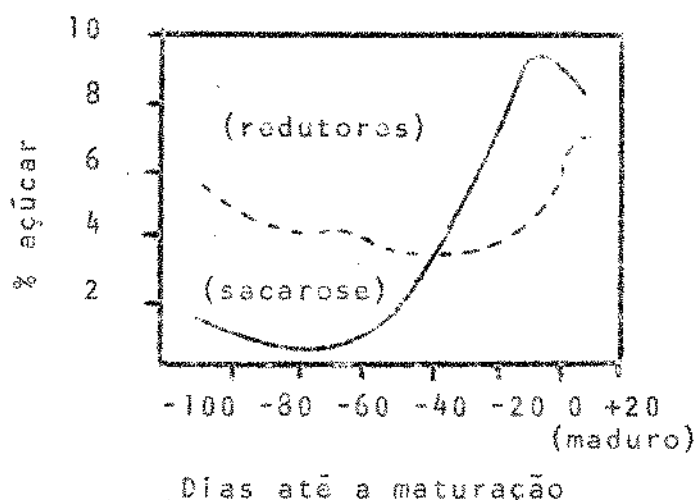


FIGURA 4: Sacarose e açúcares redutores na polpa de abacaxi durante o desenvolvimento do fruto.

Fonte: Singleton, V.L. & Gortner, W.A. - Chemical and physical development of the pineapple fruit. II. Carbohydrate and acid constituents. J. Food Sci. 30, nº 1, p. 19, 1965.

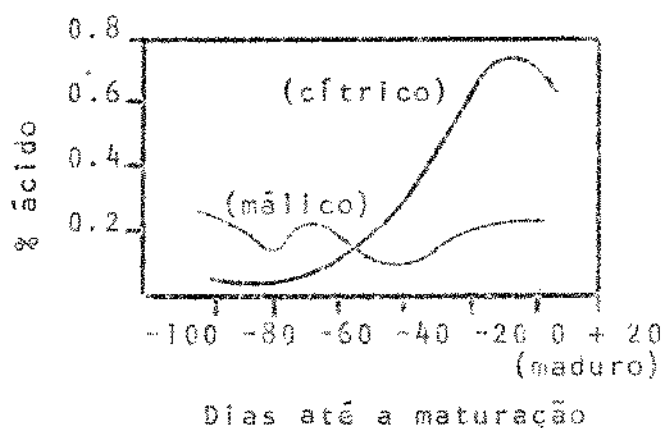


FIGURA 5: Ácidos cítrico e málico na polpa de abacaxi durante o desenvolvimento do fruto.

Fonte: Singleton, V.L. & Gortner, W.A. - Chemical and physical development of the pineapple fruit. II. Carbohydrate and acid constituents. J. Food Sci. 30, nº 1, p. 19, 1965.

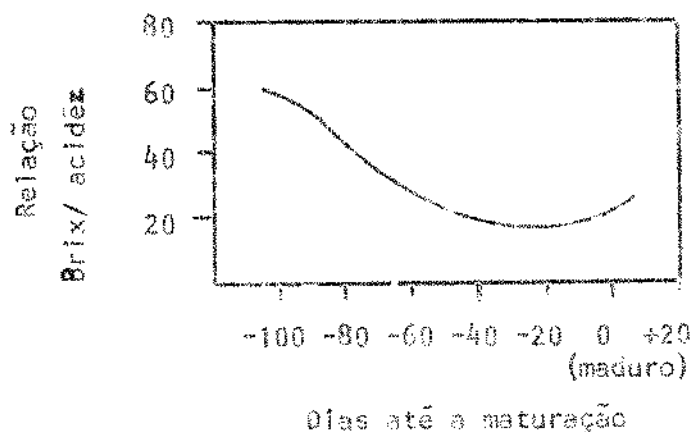


FIGURA 6: Relação Brix/ácidez da polpa de abacaxi durante o desenvolvimento do fruto.

Fonte: Singleton, V.L. & Gortner, W.A. - Chemical and physical development of the pineapple fruit. II. Carbohydrate and acid constituents.

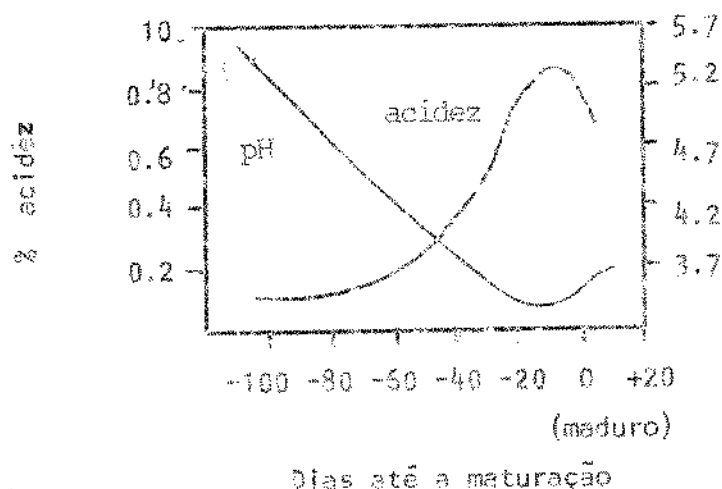


FIGURA 7: Acidez titulável (em ácido cítrico) e pH da polpa de abacaxi durante o desenvolvimento do fruto.

Fonte: Singleton, V.L. & Gortner, W.A. - Chemical and physical development of the pineapple fruit. II. Carbohydrate and acid constituents. J. Food Sci., 30, nº 1, p. 19, 1965.

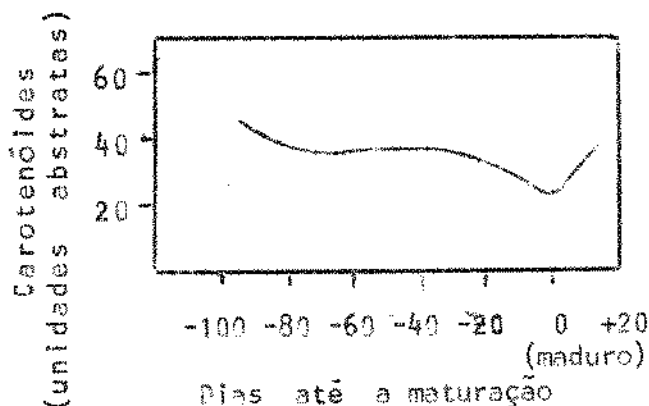


FIGURA 8: Pigmentos carotenóides na casca do abacaxi durante o desenvolvimento do fruto.

Fonte: Gortner, W.A. - Chemical and physical development of the pineapple fruit, IV. Plant pigment constituents. J. Food Sci. 30, nº 1, 1965.

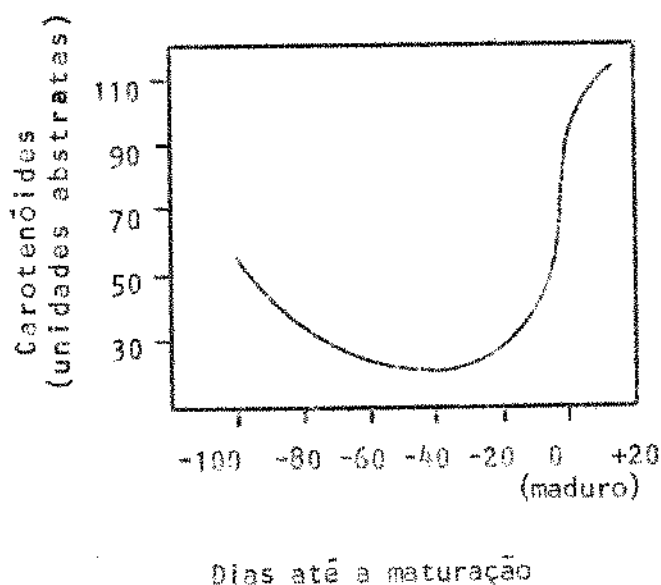


FIGURA 9: Pigmentos carotenóides na polpa do abacaxi durante o desenvolvimento do fruto.

Fonte: Gortner, W.A. - Chemical and physical development of the pineapple fruit. IV. J. Food Sci. 30, nº 1, p. 30, 1965.

4/8
2383/73
TV

Bento da Silva (3) admite não haver uma diminuição de pigmentos e
ain um aumento relativo dos outros constituintes.

5.5. Componentes Voláteis

São poucos os estudos sobre as transformações dos componentes volá
teis durante o desenvolvimento do abacaxí. Já foi verificado que há um
aumento sempre crescente no teor de ésteres voláteis, principalmente nos
estágios mais adiantados do desenvolvimento do fruto (38,61).

Os resultados das pesquisas realizadas por Leverington (38), podem
ser observados no quadro 15.

5.6. Compostos Nitrogenados

Gortner e Singleton (29) estudando os compostos nitrogenados do
abacaxí, verificaram que:

a) os teores de nitrogênio total e de nitrogênio solúvel em ácido
tricloraacético (TCA), sofrem alterações semelhantes, isto é, caem brus
camente até 40 dias antes da maturação do fruto e depois aumentam até o
final do desenvolvimento do fruto (figura 10);

b) o nitrogênio protéico aumenta bruscamente até 90 dias antes da
maturação do fruto, para a partir daí, diminuir gradativamente até o fi
nal do desenvolvimento (figura 10);

c) o nitrogênio solúvel da casca diminui durante todo o período de
desenvolvimento do fruto, sendo essa diminuição brusca até 40 dias an
tes da maturação;

d) os teores de aminoácidos livres foram verificados em quatro es
tágios de desenvolvimento do fruto, isto é, pré-maturação, maturação,
"ripening" e senescência, apresentando-se menores no estágio de matura
ção, com exceção da metionina que aumenta progressivamente durante o de
senvolvimento do fruto, apresentando nos dois últimos estágios, teores
bem mais elevados, que nos dois primeiros e são aminoácidos essencia
is, isto é, a valina, a leucina, a isoleucina, a fenilalanina, a treoni
na e a tirosina, apresentam-se em maior teor no primeiro daqueles está
gios. Não foram encontrados os aminoácidos, cistina e triptofano (29).
Esses resultados podem ser observados no quadro 16.

QUALRO 15

Fls. N.º 49
Proc. N.º 2383/23
Rub. IV

Mudanças nos teores de ésteres com o
aumento da maturação

Côr externa	Côr interna	grau de translu- cidez	teor de éster (p.p.m)
1. púrpura acinz.	branca	0	0
2. púrpura acinz.	branca	0	0
3. gradativa mudança do púrpura acinz. para escuro	branca como farinha	0	0
4. verde	começando a colo- rir no t ^o po	0	0
5. verde		0	0
6. verde		0	5
7. verde escuro		0	5
8. gradativa mudança do verde escuro para verde pálido	gradativo aumento em amarelo	0	5
9. "		0	4,5
10. "		0	8
11. "		0	11
		0	13

continua na página seguinte.

Mudanças nos teores de ésteres com o
aumento da maturação

Fls. N.º 50
Proc. N.º 2333/73
Rubrica N

Côr externa	Côr interna	grau de translucidez	teor de éster (p.p.m)
12. gradativa mudança do verde escuro para verde pálido	gradativo aumento em amarelo	0	15
13. "		0	
14. início do amarelo		0	20
15. matizes amarelas por toda parte	amarelo claro	0	22
16. diminua o número de matizes amareladas		(1)	20
17. matizes completamente amarelas		(2)	22
18. 1/4 amarelo	gradativo aumento da coloração	t	21
19. mais do que 3/4 amar.		t (3)	44
20. mais do que 3/4 amar.		t (3)	33
21. 1/2 amarelo		v.t.	78
22. todo amarelo	amarelo brilhante	v.t.	214

Fonte: Leverington, & E. - Problems associated with the processing of pineapple juice in Queensland Food Technology in Australia, 14, 12, 594, december, 1962.

Obs: 0: opaco; t: translúcido; v.t.: muito translúcido
(1) quase opaco;
(2) ligeiramente translúcido;
(3) muito poroso

Quadro 16

Concentrações (mM) dos aminoácidos livres, encontrados no suco de abacaxi, durante
vários estágios de desenvolvimento do fruto.

Aminoácidos	Pré-maturação (- 98 a - 63 dias)	Maturação (- 48 a - 28 dias)	"Ripening" (- 14 a 0 dias)	Senescência (+ 7 a + 14 dias)
Glicina	0,35 (0,08-0,70)	0,10 (0,06-0,14)	0,32 (0,2 -0,41)	0,98 (0,74-1,22)
Alanina	0,48 (0,41-0,68)	0,09 (0 -0,15)	0,66 (0,43-0,89)	1,29
Valina	0,18 (0 -0,37)	0	0,05 (0 -0,16)	0,17 (0,15-0,19)
Metionina	Trços(0 -0,05)	Trços(0 -0,07)	0,49 (0,40-0,57)	0,86 (0,52-0,80)
Isoleucina	0,12 (0,05-0,24)	0	0,06 (0,04-0,03)	0,09 (0,08-0,10)
Leucina	0,39 (0,15-0,54)	0,05 (0,04-0,06)	0,11 (0,10-0,12)	0,14 (0,13-0,15)
Tirosina	0,16 (0,06-0,30)	Trços(0 -0,02)	0,05 (0,04-0,06)	0,08 (0,02-0,09)
Fenilalanina	0,17 (0,08-0,30)	Trços(0 -0,03)	0,08 (0,06-0,10)	0,13 (0,12-0,14)
Lisina	0,13 (0,03-0,34)	0,04 (0,03-0,05)	0,10 (0,05-0,16)	0,09 (0,07-0,10)
Histidina	0,03 (0 -0,06)	0,02 (0,02-0,03)	0,07 (0,03-0,13)	0,05 (0,04-0,06)
N solúvel a quente	35 (24 - 55)	15 (11 - 18)	31 (29 - 32)	33 (31 - 35)

obs. Os valores entre parênteses correspondem à variação dos resultados das amostras analisadas

Fonte: Gortner, W. A & Singleton, V. L. Chemical an physical development of the pineapple fruit.
III. Nitrogenous and enzyme constituents. J. Food Sci. 30 (1), p. 24, 1955.

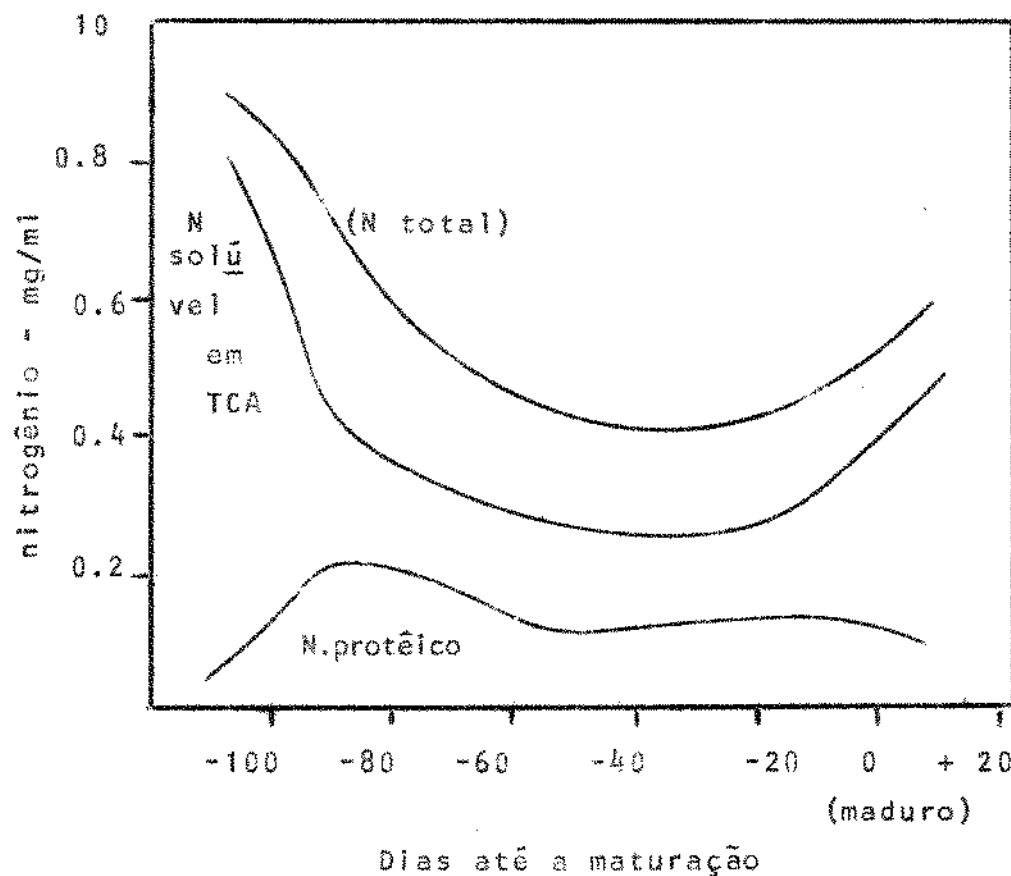


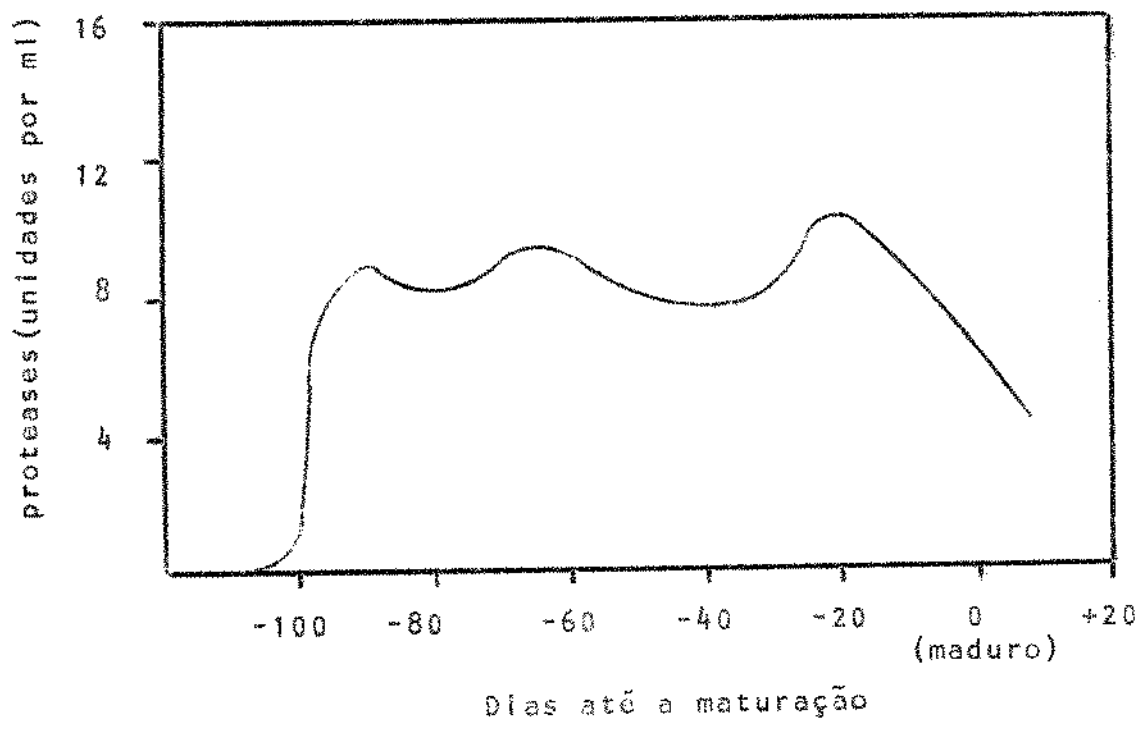
FIGURA 10: Nitrogênio total, solúvel em TCA e protéico, na polpa do abacaxi durante o desenvolvimento do fruto.

Fonte: Gortner, W.A. & Singleton, V.L. - Chemical and physical development of the pineapple fruit. III Nitrogenous and enzyme constituents. J. Food Sci. 30, nº 1, p. 24, 1965.

5.7. Enzimas

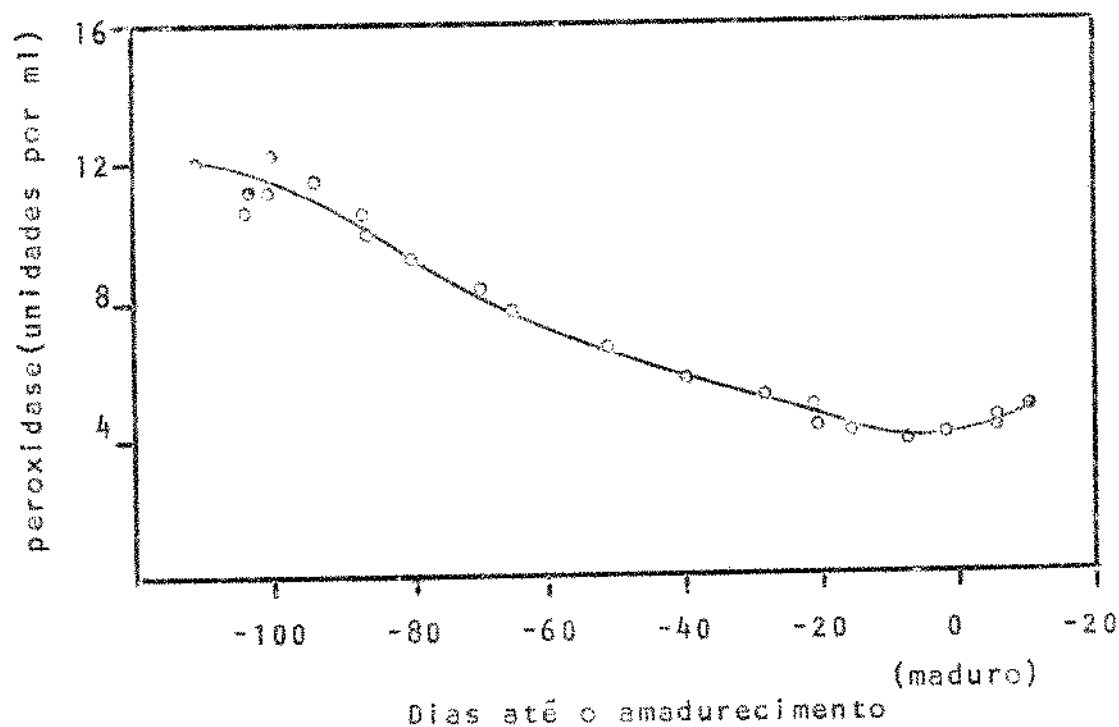
Gortner e Singleton (29) verificaram que a concentração de protea se sofre um aumento brusco no início do desenvolvimento do fruto para depois, praticamente estabilizar-se, vindo a cair bruscamente a partir de 2-3 semanas antes da maturação (figura 11), enquanto que com relação à concentração de peroxidase, houve um declínio gradativo até 3 semanas antes da maturação, passando a estabilizar-se e em seguida sofrer um ligeiro aumento (figura 12).

FIGURA 11: Protease (unidades de coagulação do leite/ml do suco) na polpa do abacaxi durante o desenvolvimento do fruto.



Fonte: Gortner, W.A. & Singleton, V.C. - Chemical and physical development of the pineapple fruit. III. Nitrogenous and enzyme constituents. J. Food Sci. 30 (1), p.24, 1965.

FIGURA 12: Peroxidase na polpa do abacaxi durante o desenvolvimento do fruto.



Fonte: Gortner, W.A. & Singleton, V.L. - Chemical and physical development of the pineapple fruit. III. Nitrogenous and enzyme constituents. J.J. Food Sci. , 30 (1), p.24, 1965

6. PARÂMETROS DE COLHEITA DO ABACAXÍ

56
2283/73
TV

Segundo Py e Tisseau (51), os frutos destinados à industrialização devem ser colhidos maduros, ou seja, quando as qualidades organolépticas tenham atingido o ponto ótimo. Já para consumo ao natural, deve-se colhê-lo suficientemente cedo para que cheguem em boas condições ao consumidor, mas tendo-se o cuidado de não colhê-los muito verdes, por ser então a qualidade inadequada para o consumo.

Para Miller e colaboradores (42) o abacaxí colhido no estágio "turning", ou seja, com a casca metade verde e metade amarela, poderá amadurecer com melhor qualidade de que aqueles colhidos em um estágio de maturação menos avançado.

Na prática, a maturação do abacaxí é feita geralmente tomando-se por base a coloração da casca (22). Py e Tisseau (51) denominaram essa maturação de "aparente", a qual classificaram em : M1, que abrange os frutos "de vez", isto é, aqueles que apresentam coloração amarela apenas na base; M2, que abrange os frutos "meio maduros" ou no máximo com a metade da casca amarela; M3, que abrange os frutos denominados "maduros", isto é, aqueles que apresentam mais da metade da casca amarela.

Contudo, segundo esses autores, tal avaliação é muito mais difícil do que parece à primeira vista, pois há necessidade de levar-se em conta o tamanho do fruto, a sua variedade e a época de maturação.

De fato, conforme mencionaram os mesmos autores:

a) quanto mais volumoso é o fruto, menos se colore, ou seja, um fruto grande, cuja casca apresenta-se amarela apenas na parte basal, pode estar mais maduro que um pequeno inteiramente colorido;

b) nos períodos frios e secos o fruto se colore mais do que naqueles quentes e úmidos. Por essa razão, um fruto colhido no verão, quando estava apenas começando a colorir, pode apresentar-se mais maduro que outro do mesmo porte, colhido no inverno, quando a coloração amarela já havia atingido 2/3 do corpo.

Segundo Hope (34) os frutos de inverno só devem ser colhidos quando estiverem completamente maduros, enquanto os de verão, podem ser colhidos antes desse estágio e apresentarem boa qualidade para consumo;

c) adubações ricas em K e pobres em N favorecem a coloração da casca, ao passo que aquelas ricas em N e pobres em K têm efeito contrário.

Foi constatado também uma intensificação na coloração da polpa e uma des coloração da casca com aplicação crescente de N, sendo observado também que esse elemento não tem efeito sobre o conteúdo de açúcares, mas bai xa a acidez do fruto. Esse resultado difere dos encontrados por Montene gro (44) o qual observou uma diminuição do Brix, com a aplicação cres cente de N.

Sendo a maturação aparente de pouca eficiência, uma vez que depen- de de muitas variáveis, torna-se necessário considerar a polpa do fruto para se ter dados de maturação real.

Assim sendo, para se conhecer a maturação real, é imprescindível considerar a polpa do fruto.

Nesse sentido, o "Institute Français de Recherches Frutières D'Ou tre.Mer" (I.F.A.C.), recomenda cortá-lo transversalmente, na altura do maior diâmetro, a fim de verificar qual a percentagem de área amarela translúcida existe na superfície da secção obtida, pois quanto maior fôr essa área, mais avançada estará a maturação (55).

De acôrdo com o I.F.A.C., para os abacaxis da variedade Cayenne , que necessitam suportar uma viagem de 10 dias, sob temperatura média de 129C a percentagem de polpa amarela translúcida não deve ultrapassar 50% da polpa total (51).

Singleton, citado por Py e Tisseau (51), conseguiu reunir os dois aspéctos, ou seja, cor da casca e translucidez da polpa. Numerou cada uma dessas características de 1 a 5, seguindo respectivamente, grau de coloração do fruto e translucidez de polpa.

Segundo esse padrão, os frutos mais preferidos para exportação "in natura", foram os do tipo 4-2 ou 5-2 e os mais rejeitados, do tipo 1-4 ou 1-5.

Leverington (38) estudou a possível relação entre tamanho, cor ex terna e maturidade do fruto, tendo verificado que os frutos grandes co lhidos no verão, geralmente desenvolvem um estado semi-translúcido quan do estão cerca de 1/4 coloridos, os médios atingem o mesmo estado, cêrca de metade colorido e os pequenos, mesmo apresentando-se completamente amarelos, têm apenas iniciado o estado de translucidez.

Bowden (7) estabelece a translucidez como índice de maturidade do abacaxi e correlaciona com a palatabilidade. Testes realizados em fruto fresco e enlatado em amostras de baixa, média e alta translucidez, reve lam que os abacaxis de média translucidez apresentam-se como os melhores em ambos os casos. Os resultados podem ser observados no quadro 17.

Pg. N.º 58
 Proc. N.º 2383/73
 Rnd. Tv

Qualidade Palativa do Abacaxi Frêsko
 e Enlatado em Função da Translucidez

Forma	Translucidez			Significância
	Baixa	Média	Alta	
Frêsko	3,14	4,34	3,37	M > B, A **
Enlatado	4,09	4,35	3,48	B, M > A **

Fonte: Bowden, R.P. - Food Technology in Australia
 19, (9), 424, 1967.

Obs: As notas variaram de 0 a 6 (indesejável a
 excelente). As letras B, M e A signi-
 ficam, respectivamente, baixa, média e
 alta translucidez.

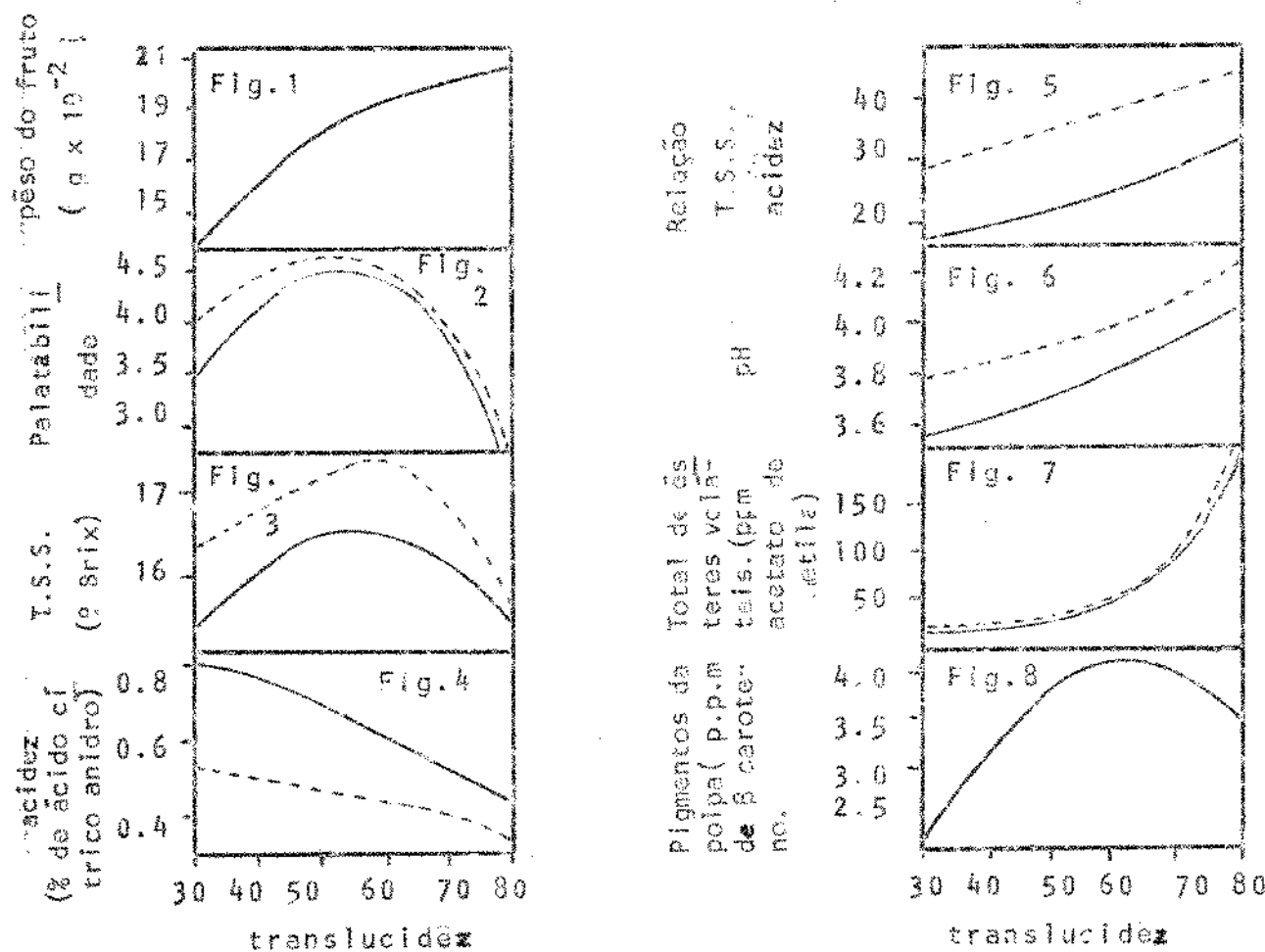
2385/73

Continuando seus estudos nesse aspecto, Bowden (8), utilizando abaxi da variedade Cayenne, colhido no verão, relaciona translucidez com outras características. A mesma foi determinada na fatia central do fruto. As amostras foram classificadas em quatro tipos de translucidez, a saber: 23-25, 40-52, 57-69 e 74-86, os quais correspondem na avaliação visual, ao opaco, semi-translúcido, translúcido e muito translúcido.

Foi verificado então que a máxima palatabilidade corresponde a um ponto entre semi-translúcido e translúcido e ainda que, peso do fruto, sólidos totais, relação Brix/acidez, pH, total de ésteres voláteis e pigmentos da polpa aumentam com a translucidez, enquanto que a acidez, ao contrário, diminui com o aumento da translucidez. Na figura 13 pode-se constatar essa afirmação.

Singleton e Gortner (63), afirmam que cerca de duas semanas antes do fruto apresentar a casca metade amarela, isto é, maduro, cessa a acumulação de sacarose, e há um pequeno aumento de açúcares invertidos, sendo o fruto considerado nesse estágio, como quase ótimo para a industrialização.

FIGURA 13: Correlação entre translucidez e qualidades características do abacaxi.



Fonte: Bowden, R.P. - Further studies on ripeness in pineapples. Food Technology in Australia, 21, nº 4, p. 160, 1969.

----- linha pontilhada: estação de 1966
 ————— linha cheia : estação de 1967

7. CORRELAÇÕES ENTRE AS ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E A MATURAÇÃO DO
ABACAXI

Montenegro (43) verificou haver boa correlação entre coloração da casca e da polpa e o teor de sólidos solúveis, durante o desenvolvimento do fruto da variedade Pernambuco, considerando os seguintes estágios de desenvolvimento:

Estágio 1: casca verde, polpa branca, compacta e fibrosa.

Estágio 2: casca ainda verde, porém clara na parte superior; polpa branca com partes amarelo-palha, sendo aquela firme e essa sucosa; fruto sem perfume:

Estágio 3: centro dos segmentos da casca levemente alaranjado e apenas cerca de 3% dos segmentos da base quase que totalmente alaranjados com centro avermelhados; polpa amarelo-pálida com algumas partes esbranquiçadas; perfume muito fraco, quase imperceptível.

Estágio 4: cerca de 20-40 % dos segmentos da base avermelhados, a polpa é amarelo-pálida e muito sucosa; notável perfume.

Estágio 5: área alaranjada abrangendo de 50 a 100% da superfície do fruto.

A diferença entre cada estágio foi de 5 a 7 dias e os resultados obtidos podem ser observados no quadro 18. Foi verificado ainda que, os frutos nos estágios 3 e 4 apresentam melhor sabor, tendo sido sugerido pelo autor (43) que os frutos destinados a mercados próximos e distantes, devem ser colhidos respectivamente nos estágios 3 e 2, sendo para a indústria indicado o estágio 1.

Teaotia e Bhan (65) estudaram as transformações físico-químicas que ocorrem durante o desenvolvimento do abacaxi da variedade Giant Kew. Como pode ser observado no quadro 19, há um contínuo aumento em peso específico, sólidos solúveis totais e açúcares; teor de acidez mostra-se muito variável, enquanto que o teor de amido diminui à medida que o fruto amadurece; a relação Brix/acidez, tem um aumento contínuo a partir do estágio em que o fruto se encontra com a casca verde amarelada. Para esse autor (65) o fruto apresenta seu melhor estado para colheita, quando a casca apresenta-se amarelo ou amarelo-castanho, peso específico de 0,98 a 1,02, total de sólidos solúveis entre 14,8 e 17% e a relação Brix/acidez de 20,83 a 27,24.

QUADRO 18

Transformações durante a maturação do abacaxi
(variedade Pérola)

Estágios	Médias dos			Tratamentos	
	pêso	acidez (%) (ac. citrico)	º Brix	SUCO (%)	Brix/ acidez
1	1366	0,42	11,4	63,4	23,8
2	1622	0,34	12,5	66,5	36,7
3	1635	0,32	12,6	67,0	39,3
4	1507	0,32	13,1	67,5	40,9
5	1504	0,30	13,2	72,5	44,0

Fonte: Montenegro, H.W.S. - Anais da Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz" U.S.P. - Piraci-
caba, São Paulo, vol. XXI, 80, (1964).

QUADRO 19

Mudanças físico-químicas em abacaxi (var. Giant. Kew) em sucessivos estágios de maturação.

Data da colheita	Peso específico	Coloração da casca	T.S.S. (%)	Acidez (% ac.cítrico)	T.S.S./ acidez	Amido	% Açúcares		
							red.	ñ.red.	total
5/7/64	0,867	verde	7,0	0,440	15,91	0,96	2,50	1,94	4,54
10/7/64	0,913	verde	8,8	0,544	15,17	0,61	2,90	3,63	6,72
15/7/64	0,902	verde/amar.	10,0	0,704	14,02	0,48	2,85	4,18	7,26
20/7/64	0,928	verde/amar.	10,0	0,644	15,60	0,54	3,04	4,10	7,33
25/7/64	0,936	verde/amar.	10,5	0,648	16,20	0,48	3,78	4,54	8,56
30 7/64	0,947	am./esverd.	12,5	0,600	20,83	0,41	3,78	4,88	8,93
4/8/64	0,980	amarelo	14,8	0,632	23,35	0,36	4,61	6,98	11,97
9/8/64	1,021	am./intenso	17,0	0,624	27,24	0,28	5,00	9,21	14,70

Fonte: Teatolia, S.S. e Bhan, S. - Indian Agriculturist, 10, 107, 1966

Handwritten notes and stamps in the bottom right corner, including a date stamp "21/5/68" and a signature "N. 2353/23".

Singleton (61), utilizando a variedade Cayenne, translucidez, coloração da casca, ésteres voláteis e pigmentos da polpa, e concluiu que o fruto pode ser considerado comercialmente maduro quando apresenta aproximadamente 70% (3/4) da casca amarela, 70% da polpa translúcida, 50% de ésteres voláteis e 1,90 p.p.m de caroteno na polpa (quadro 20).

Dull e colaboradores (19), construíram gráfico, onde são correlacionados vários constituintes, durante o desenvolvimento do fruto. Segundo esses autores, no Havaí, o padrão para colheita do abacaxí fresco, da variedade Smooth Cayenne, é o estágio 4, ou seja, aquele em que menos de 12% da casca apresenta-se amarela, o que equivale ao início do estágio "ripening" (figura 14).

QUADRO 20

Comparação da data de maturação e composição final
 de lotes de abacaxi (var. Smooth Cayenne)

Data da colheita	Trans_		Coloração da		Êsteres vol.		Pigmento	
	lucidez	%	casca(%	amarela)	(ppm acet.	etila)	na polpa	(ppm carot.)
	Velho	jovem	velho	jovem	velho	jovem	velho	jovem
14/7	50	28	0	0	5	2	0,88	0,80
21/7	52	48	22	0	5	1	1,12	0,88
28/7	<u>70</u>	48	<u>76</u>	20	<u>51</u>	2	<u>1,91</u>	1,37
4/8	78	<u>72</u>	92	<u>72</u>	161	<u>45</u>	1,95	<u>1,82</u>

Fonte: Singleton, V.L. - Journal Food Science, 30 (1):
 98, 1965.

OBS: Os valores sublinhados indicam o estágio em que
 o fruto é considerado comercialmente maduro.

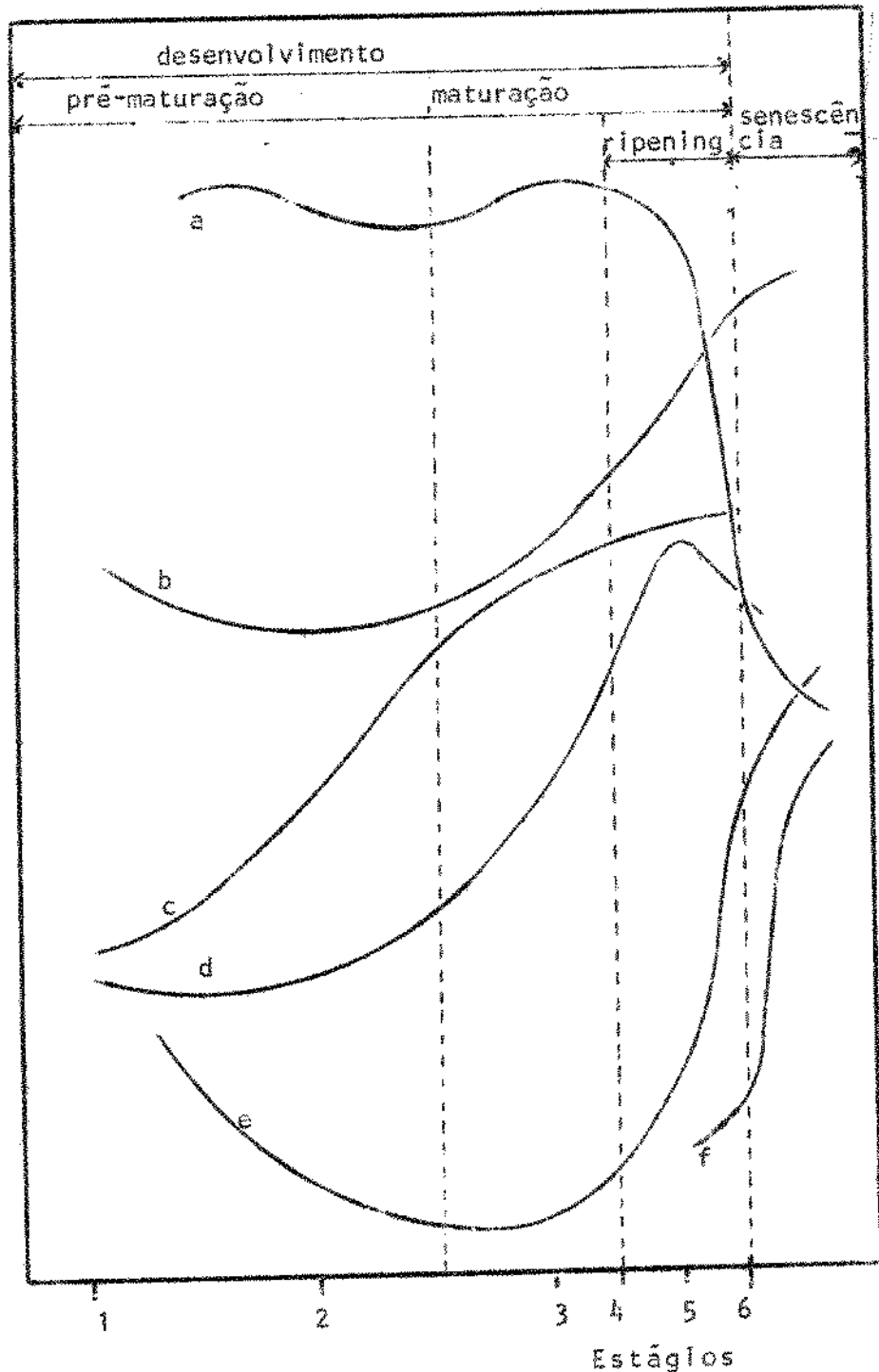


FIGURA 14: Mudanças nas propriedades físico-químicas do abacaxi, durante o desenvolvimento do fruto.

- | | |
|------------------|--------------------------|
| a) clorofila | d) acidez |
| b) Brix da polpa | e) carotenóides da polpa |
| c) peso | f) ésteres |

Fonte: Dull, G.G.; Young, R.E. & Biale, J.B. Respiratory patterns in fruit of pineapple, Ananas comosus, detached at different stages of development. Physiologia Plantarum, 20, p. 1059, 1967.

8. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

O abacaxí apresenta uma composição química variável, uma vez que as modificações bioquímicas durante a maturação do fruto, mostram-se influenciadas por vários fatores, entre os quais, a variedade, as condições ecológicas, o emprego de adubos e o controle artificial da maturação. Assim é que:

- a) a variedade Smooth Cayenne mostra-se geralmente com polpa mais amarela e mais ácida que a Férola;
- b) frutos colhidos no verão mostram-se geralmente mais coloridos, mais aromáticos e menos ácidos que aqueles colhidos no inverno;
- c) dosagem dos elementos N e K influem na coloração dos frutos;
- d) aplicação de compostos químicos, tais como o ácido 2-cloroetil fosfônico (Ethrel) acelera a maturação e uniformização da coloração da casca e da polpa do fruto quando essa aplicação é feita no final do período de desenvolvimento.

No entanto, essa composição química não difere em muito dos outros frutos, destacando-se apenas pelo elevado teor de sacarose o qual supera em muito o de açúcares redutores (36) - e, por apresentar teor de amido muito baixo (0,002%).

Os lipídios e compostos fenólicos não foram ainda devidamente estudados. Dos compostos fenólicos sabe-se que os ácidos cumárico e ferúlico, têm sua ação principal sobre a enzima oxidase do ácido indol-acético, onde atuam respectivamente como coenzima e inibidor, acreditando-se que os mesmos atuam evitando o escurecimento enzimático no fruto(18).

Carboidratos, ácidos, pigmentos e voláteis, são os componentes do abacaxi que têm sido estudados mais detalhadamente, por estarem mais relacionados com seu sabor, cor e aroma. Além desses, as enzimas e compostos nitrogenados, tem sido estudados, inclusive durante o desenvolvimento do fruto.

O teor de sacarose demonstra aumentar sempre durante o período de desenvolvimento do fruto, sendo isso mais acentuado nos 50-60 dias antes do amadurecimento.

A acidez da polpa depende do grau de maturação do fruto e pode variar bastante com as condições ambientais, assim como de uma variedade para outra.

Proc. 81-2383/93
Rub. 7

O principal ácido do abacaxi é o cítrico, vindo em segundo plano o ácido málico.

Os principais pigmentos encontrados no abacaxi são a clorofila e os carotenóides. Em menor escala aparecem as flavonas, antocianinas e chalconas.

Segundo Magistad (40), há uma nítida predominância dos carotenos sobre as xantofilas da polpa do fruto, o que difere dos resultados posteriormente obtidos por Morgan (45) o qual verificou que as xantofilas (violaxantinas, luteoxantinas e neoxantinas) perfazem cerca de 70% do total de carotenóides existentes na polpa.

Os pigmentos carotenóides mostram-se muito sujeitos a sofrer isomerização. Essa isomerização, que ocorre naturalmente nos frutos devido a instabilidade desses pigmentos, é acelerada em determinadas condições. Assim é que, pH baixo, fruto em estágio mais avançado de maturação, fruto danificado e altas temperaturas durante muito tempo acarretam maior isomerização, e portanto, a temperatura e o tempo de processamento industrial devem ser adequadamente controlados, para que se obtenha produto da melhor qualidade.

Durante a maturação há um contínuo aumento no teor de carotenóides da polpa, o qual é mais intenso, a partir do início do "ripening". O mesmo não ocorre com o teor da casca, que se mostra pouco variável, com tendência a diminuir. Há portanto uma completa dissociação entre coloração, da casca e polpa.

Os estudos realizados sobre os componentes voláteis da polpa do abacaxi dizem mais respeito a sua identificação, sendo no quadro 13 apresentada uma relação daqueles já identificados.

A distribuição dos voláteis mostra-se muito variável em função da época em que se dá a maturação.

Realmente, os frutos de verão mostram-se muito mais aromáticos que os de inverno, além de possuírem alto teor de açúcares e acidez elevada. Essa diferença em voláteis é apontada por Haagen-Smit (31) como sendo devido principalmente ao acetato de etila e ao etanol; no entanto, admite-se que são necessários maiores estudos nesse aspecto, isto porque pesquisas têm demonstrado a influência de vários componentes voláteis no sabor e aroma dos frutos. Entre os mais importantes tem-se:

a) os compostos sulfurados - os quais são responsáveis por um sabor estranho no abacaxi, embora isso tenha sido atribuído a uma contaminação do mercaptanoato de metila. A síntese desses compostos ainda é

discutível, sendo mais provável que seja a metionina seu precursor;

b) a 2-5- dimetil-4-hidroxi-3(2H)-furanona foi encontrada em grande quantidade na polpa do fruto, sendo responsável por um forte odor de abacaxi queimado ou caramelizado. Devido a sua instabilidade ao ar, admite-se que sejam responsáveis pela perda de odor e sabor do fruto durante o processamento (55);

c) o β -hidroxi-octanoato de metila, que apesar de apresentar odor repulsivo quando isoladamente, revela-se de certa importância no aroma dos frutos (15).

O álcool 2-2-5- trimetil-5- vinil furfurílico encontrado em outras frutas, tais como uva e damasco (15), possui como precursor o linalol. Trabalhos recentes de Flath Forney (21) determinam a presença desse composto em abacaxi, o que faz admitir que o mesmo atue nesse fruto como precursor daquele referido álcool.

Durante a maturação, os voláteis aumentam gradativamente, sendo esse aumento mais acentuado nos estágios mais avançados.

Das enzimas presentes no abacaxi destacam-se a bromelina, pela sua possível importância comercial e a peroxidase por atuar na oxidação do ácido ascórbico.

A atividade da peroxidase diminui nos primeiros estágios do desenvolvimento do fruto e aumentam nos finais, ocorrendo o inverso com a protease.

A maioria dos compostos nitrogenados da polpa do fruto mostra tendência a aumentar cerca de 40 dias antes do fruto ficar maduro, com exceção do nitrogênio protéico.

Os aminoácidos livres apresentam teor mínimo no estágio de maturação, com exceção da metionina que aumenta progressivamente durante o desenvolvimento do fruto, sendo que os essenciais apresentam maior teor no estágio de pré-maturação.

Com relação ao valor nutritivo destacam-se no abacaxi os açúcares, pelo seu valor energético, e a vitamina C, cujo teor é relativamente alto. Com exceção do triptofano, os aminoácidos essenciais ao homem estão todos presentes no abacaxi, embora em pequeno teor. Proteínas também são presentes embora em pequenas quantidades.

A relação Brix/acidez aumenta tanto no início como no fim do desenvolvimento do fruto.

Entre as propriedades físicas do fruto, observa-se que a densidade aumenta com o desenvolvimento do fruto, sendo mais efetiva no período final. 10
2383/73

Viscosidade, tensão superficial, máxima absorvância ao ultra-violeta e tendência a formar espuma revelam-se influenciados tanto pelo desenvolvimento do fruto, como pelas condições de "short-term".

Com o que foi exposto pode-se concluir que:

a) os teores dos pigmentos da casca e da polpa, na maioria dos casos, não demonstram nenhuma correlação durante o desenvolvimento do fruto;

b) os açúcares redutores têm seu maior aumento no início do "ripening", tornando-se depois proporcionais ao aumento da sacarose;

c) Os ésteres voláteis só aparecem com mais intensidade no estágio final de maturação;

d) a acidez total mostra-se muito variável, com as condições ecológicas e as variedades hortícolas de abacaxi, assim como, com o estágio de desenvolvimento do fruto;

e) marcantes modificações dos constituintes ocorrem nos últimos 40 dias de desenvolvimento do fruto;

f) várias características físicas e químicas e organolépticas, podem ser apontadas como bons índices na determinação da qualidade e da maturação do abacaxi, mas não devem ser tomadas isoladamente;

h) devido à complexidade da determinação do estágio ótimo para colheita, recomenda-se que no Brasil, sejam feitas nas principais regiões produtoras, estudos referentes à sua correlação com as diversas características físicas, químicas e organolépticas do fruto.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fls. N.º 51
Proc. N.º 8283/73
Rub. TV

1. AUDINAY, A. Essai de controle artificiel de la maturation de l'ananas par l'ethrel. Fruits, 25 (10), p. 695, 1970.
2. BARBIER, M. Les effects de l'acid β - naphtoxiacetic du fruit de l'ananas. Fruits, 19 (6), p. 323, 1964.
3. BENTO DA SILVA, C. A. Prováveis correlações entre a biossíntese de carotenoides e a maturação do maracujá. Tese apresentada à Faculdade de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Mestre em Ciências em Tecnologia de Alimentos. Outubro de 1972.
4. BIALE, Y. B. The postharvest biochemistry of tropical and sub-tropical fruits. Advances in Food Research, 10, p. 293, 1960.
5. _____ & YOUNG, R. E. Bioquímica de la maturación de los frutos. Endeavour, p. 164, octubre 1962.
6. BLEINROTH, E. Fisiologia da maturação das frutas e hortaliças: apostila. Faculdade de Tecnologia de Alimentos. Campinas - São Paulo - Brasil, 1969.
7. BOWDEN, R. P. Translucency as an index of ripeness in pineapples. Food Technology in Australia, 19 (9), june, 1967.
8. _____. Further studies on ripeness in pineapples. Food Technology in Australia, 21 (4), p. 160, april, 1969.
9. _____. Effects of alfa-naph-thalene acetic acid on the processing quality of pineapples. Food Technology in Australia, 21 (9), p. 454, 1969.

10. BRASIL. Ministério do Interior. Contribuição ao desenvolvimento da agropecuária. Convênio Grupo Executivo de Irrigação para o Desenvolvimento Agrícola e Fundação Centro Tropical de Pesquisas e Tecnologia de Alimentos. Abacaxi, 1, p. 1, 1972.
11. _____. Ministério do Interior. Estudo do mercado de produtos agropecuários do nordeste. Convênio Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste e Departamento de Agricultura e Abastecimento. Abacaxi, p. 1, 1971.
12. BRAVERMAN, J. B. S. Introducción a la bioquímica de los alimentos. Ediciones Omega, S.A. Casanova, 220, Barcelona, 1967.
13. BUREN, J. V. Fruit phenolic. Chapter 11, p. 269. In Hulme, A. C., ed. Biochemistry of fruits and their products, I, Acad. Press, London and New York, 1970.
14. COLLINS, J. L. The Pineapple. London, Leonard Hill, 1960.
15. CREVELING, R. K; SILVERSTEIN, R. M. & GENNIENGs, W. G. Volatile components of pineapple. Journal Food Sci., 33 (3), p. 284, 1968.
16. CZYHRINCIW, N. Tropical fruit technology. Advances in Food Research, 17, p. 153, 1969.
17. DARROCH, J. G. & GORTNER, W. A. Vitamin C in canned pineapple products at the retail level. Agricultural and Food Chemistry, 13 (1), p. 27, 1965.
18. DULL, G. G. The Pineapple General, chapter 9A, p. 303. In Hulme, A. C., ed. The biochemistry of fruits and their products, II, Academic Press, London and New York, 1971.

- 73
2383/13
iv
19. _____; YOUNG, R. E. & BIALE, J. B. Respiratory patterns in fruit of pineapple, Ananas comosus. Detached at different stages of development. *Physiologia Plantarum*, 20, p. 1059, 1967.
 20. DUPAIGNE, M. Les differences d'indice de maturité entre les diverses parties des fruits (oranges et ananas). *C. R. S. Acad. Agric. France*, p. 737, decembre, 1953.
 21. FLATH, R. A. & FORREY, R. R. Volatile components of Smooth Cayenne pineapple. *J. Agric. Food Chem.*, 18 (2), p. 306, 1970
 22. GIACOMELLI, E. J. Curso de Abacaxicultura em Nível Pós-Graduado: Resumo das aulas teóricas ministradas na Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 1969.
 23. GORTNER, W. A. A short-term effect of weather on malic acid in pineapple fruit. *J. Food Sci.*, 28 (2), p. 191, 1963.
 24. _____. Chemical and physical development of the pineapple fruit. IV. Plant pigment constituents. *J. Food Sci.*, 30 (1), p. 30, 1965.
 25. _____. Relation of chemical structure to plant growth-regulator activity in the pineapple plant: Retarding senescence of pineapples fruit with applications of 2, 4, 5 - Trichlorophenoxyacetic acid and 1 - naphthaleneacetic acid. *J. Food Sci.* 34 (6), p. 577, 1969.
 26. _____; DULL, G. G. & Krauss, B. H. Fruit development, maturation, ripening and senescence. A biochemical basis for horticultural terminology. *Hort. Science*, 2 (4), p. 141, winter 1967.

27. _____; & KENT, M. J. The coenzyme requirement and enzyme inhibitors of pineapple indoleacetic acid oxidase. J. of Biological Chemistry, 233, p. 731, 1958

28. _____; & SINGLETON, V. L. Carotenoid pigments of pineapple fruit. II. Influence of fruit ripness, handling and processing on pigment isomerization. J. Food Sci., 26 (1), p. 53, 1961.

29. _____ & _____. Chemical and physical development of the pineapple fruit. III. Nitrogenous and enzyme constituents. J. Food Sci. 30 (1), p. 24, 1965.

30. GUERNELLI, O. Produtos da industrialização do abacaxi (informação pessoal).

31. HAAGEN-SMIT, A. J. et al. Chemical studies of pineapple (Ananas sativus, Lindl.). I. The Volatile flavor and color constituents of pineapple. J. Ame. Chem. Soc, 67, p. 1646, 1945.

32. _____ et _____. Chemical studies of pineapple (Ananas sativus, Lindl.). II. Isolation and identification of a sulfur-containing ester in pineapple. J. Ame. Chem. Soc., 67, p. 1651, 1945.

33. HEINICKE, R. M & GORTNER, W. A. Stem bromelain. A new protease preparation from pineapple plants. Economic botany, 11, p. 225, 1957.

34. HOPE, T. Pineapple maturity. ed. Agric. J, 89, p. 429, 1963.

35. HOWARD, G. E. and HOFFMAN, A. A study of the volatile flavouring constituents of canned Malayan pineapple. J. Sci. Agric., 18, p. 106, march, 1967.
36. HUET, R. La composition chimique de l'ananas. Fruits, 13 (5), p. 183, 1958.
37. JOHNSON, N. O. The pineapple Honolulu, Paradise of the Pacific Press, 1935.
38. LEVERINGTON, R. E. Problems associated with the processing of pineapple juice in Queensland. Food Technology in Australia, 14 (12), p. 594, december, 1962.
39. _____. Technological advances in the pineapple industry in Queensland. Food Technology in Australia, p. 166, april, 1971.
40. MAGISTAD, O. C. Carotene and xanthophyll in pineapple. Plant Physiology, 10, p. 187, 1935.
41. MC GLASSON, W. B. The ethylene factor. Chapter 16, p. 475. In Hulme, A. C., ed. The biochemistry of fruits and their products. V. 1, Acad. Press, London and New York, 1970.
42. MILLER, E. V. & SCHALL, E. E. Individual Variation of the fruits of the pineapple (Ananas comosus, L., Nerr.) in regard to certain constituents of the juice. Food Research, 16, p. 252, 1951.
43. MONTENEGRO, H. W. S. Maturação do abacaxi. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - U.S.P. Piracicaba, São Paulo, 21, p. 80, 1964.

- 76
Rev. 2353/73
Rev. TV
44. _____; TORRES, G. & SILVA, G. Ensaio de adubação em Ananas comosus no Brasil. Fertilité, 29, p. 23, 1967.
 45. MORGAN, R. C. Chemical studies on concentrated pineapple juice. 1. Carotenoid composition of fresh pineapple. J. Food Sci., 31 (2), p. 213, 1966.
 46. NURSTEN, H. E. Volatile compounds: The aroma of fruits, A. C., ed. The biochemistry of fruits and their products. V. 1, Acad. Press, London and New York, 1970.
 47. PILNICK, W. & VORAGEN, A. G. J. Pectic substances and other uranoids. Chapter 3, p. 53. In Hulme, A. C., ed. The biochemistry of fruits and their products, V. 1, Acad. Press, London and New York, 1970.
 48. PIZA JÚNIOR, C. T. Frutificação do abacaxi. Contrôles da época. Divulgação Agrônômica da Shell, nº 24, p. 5, 1968.
 49. POIGNANT, A. La maturation contrôlée de l'ananas. I. Retards de la maturité par des régulateurs de croissance. Fruits, 25 (10), p. 877, 1970.
 50. _____. La maturation contrôlée de l'ananas. II. L'ethrel et son action au cours des phases ascendante et descendante de la maturité. Fruits, 26 (1), p. 23, 1971.
 51. PY, C. & TISSEAU, M. - A. La pinã tropical (L' ananas). Trad. de Fermin Palomeque. Editorial Blume, Barcelona, 1969. (Colección agricultura Tropical).

- 72
2383/73
N
52. RANSON, S. L. & THOMAS, M. Crasulacean acid metabolism. Annual Review of Plant Physiology, 11, p. 81, 1960.
 53. RHODES, M. J. C. The climateric and ripening of fruits. Chapter 17, p. 521. In Hulme, A. C., ed. The biochemistry of fruits and their products, V. 1, Acad. Press. London and New York, 1970.
 54. RODEN, J. O. et al. Volatile flavor and aroma components of pineapple. I. Isolation and tentative identification of 2,5-dimetil-4-hidroxy-3 (2h)-furanone. J. Food Sci. 30, p. 280, 1965.
 55. _____ et. al. Volatile flavor and flavor components of pineapple. III. The sulfur-containing components. J. Food. Sci., 31 (5), p. 721, 1966.
 56. SGARBIERI, V. C. Composição do abacaxi. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas - São Paulo, p. 37, 1966.
 57. SIDERIS, C. P. & KRAUSS, B. H. Growth phenomena of pineapple fruits. Growth, 2 (2), p. 181, 1938.
 58. SILVERSTEIN, R. M. Pineapple flavor. Chapter 21, p. 540. In Schultz, Day and Libbey, ed. Chemistry and physiology of Flavor. The A. V. I. Publishing Company INC. 1967.
 59. _____. The pineapple flavor. Chapter 9B, p. 325. In Hulme, A. C., ed. The biochemistry of fruits and their products. V. 2, Acad. Press, London and New York, 1971.

60. _____ et al. Volatile flavor and aroma components of pineapple. II. Isolation and identification of chavicol and γ - caprolactona. J. Food Sci., 30 (4), p. 668, 1965.
61. SINGLETON, V. L. Chemical and physical development of the pineapple fruit. I. Weight per fruitlet and other physical attributes. J. Food Sci., 30 (1), p. 98, 1965.
62. _____: GORTNER, W. A & YOUNG, H. Y. Carotenoid pigments of pineapple fruit. I. Acid catalized isomerization of the pigments. J. Food Sci., 26 (1), p. 49, 1961.
63. _____, & GORTNER, W. A. Chemical and physical development of the pineapple fruit. II. Carbohydrate and acid constituents. J. Food Sci., 30 (1), p. 19, 1965.
64. SOUZA JUNIOR, A. J. de Industrialização do abacaxi. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas - São Paulo, nº 30, p. 1, junho, 1972.
65. TEAOTIA, S. S. & BHAN, S. Determination of maturity for harvesting pineapple fruit. (Ananas comosus (L.) Herr.). Variety Giant Kew. Indian Agriculturist, 10, p. 107, 1966.
66. WATTS, J. H. & GRISWOLD, R. M. Enzyme and ascorbic and content of fresch and frozen pineapple. Food Research, 18, p.162,1953.
67. WEE, Y. C. The effects of planofix on the pineapple fruit. Malays. Pineapple, nº 1, p. 35, 1971.
68. _____ & NG, J. C. The effects of ethwel on The Singapore Spanish pineapple. Malays. Pineapple, nº 1, p. 5, 1971.