

---

FISIOLOGIA PÓS-COLHEITA DE ABACAXI  
CULTIVARES PÉROLA E SMOOTH CAYENNE

MARIA APARECIDA SILVA  
(Eng<sup>o</sup> de Alimentos)

*orientador:* Prof. Dr. José Luiz  
Vasconcellos da Rocha

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola  
para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

1980

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL

---

---

*Aos meus pais*

## AGRADECIMENTOS

- À Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), pela cessão das instalações físicas, laboratórios e pessoal técnico.
- À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo suporte financeiro através da concessão de bolsa de Mestrado, processo 78/1348.
- Ao Prof. José Luiz Vasconcellos da Rocha, pela iniciação nas atividades de pesquisa e pela orientação do presente trabalho.
- À Prof<sup>a</sup> Maria Amélia Chaib Moraes, pelo desenvolvimento da análise sensorial do trabalho.
- Ao técnico Dagoberto Favoretto Junior, pela inestimável ajuda na parte experimental.

## CONTEÚDO

	página
ÍNDICE DE QUADROS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
RESUMO .....	xvii
ABSTRACT .....	xix
I - INTRODUÇÃO .....	1
II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1 - Generalidades sobre frutas .....	3
2.1.1. Generalidades sobre abacaxi .....	6
2.1.1.1. Botânica .....	6
2.1.1.2. Produção .....	8
2.1.1.3. Composição e Propriedades Físicas .....	9
2.1.1.4. Variedades .....	14
2.1.1.5. Classificação .....	15
2.2 - Fisiologia Pós-colheita .....	17
2.2,1. Respiração .....	18
2.2.1.1. O modelo climatérico .....	23
2.2.1.2. Métodos de determinação da respiração .....	32
2.2.2. Transformações Bioquímicas .....	33
2.2.2.1. Sólidos Solúveis .....	34
2.2.2.2. Acidez .....	34
2.2.2.3. Pectinas .....	35

2.2.2.4. Lipídeos .....	37
2.2.2.5. Pigmentos .....	37
2.2.2.6. Ocorrência nas frutas climatê- ricas e não climatéricas ....	38
2.2.3. Transformações Físicas .....	40
2.2.3.1. Permeabilidade .....	40
2.2.3.2. Perda de Peso .....	40
2.2.4. Fatores que afetam o amadurecimento ..	48
2.2.4.1. Temperatura .....	48
2.2.4.2. Concentração de O <sub>2</sub> e CO <sub>2</sub> na atmosfera .....	51
2.2.4.3. Etileno .....	53
2.2.4.4. Outros gases .....	60
2.2.4.5. Auxinas .....	60
2.2.4.6. Radiação .....	61
2.2.4.7. Umidade do ar .....	61
2.2.4.8. Luz .....	61
2.2.5. Distúrbios Fisiológicos .....	62
2.2.5.1. Fatores pré-colheita .....	62
a - Práticas culturais .....	62
b - Composição mineral .....	63
c - Maturidade .....	63
d - Condições climáticas ....	64
2.2.5.2. Fatores pós-colheita .....	64
a - Temperatura .....	64
b - Concentração de O <sub>2</sub> e CO <sub>2</sub> na atmosfera .....	67
c - Etileno .....	68
d - Umidade .....	68

2.2.6. Fisiologia pós colheita de abacaxi .....	69
2.2.6.1. Respiração .....	69
2.2.6.2. Transformações Bioquímicas .....	71
2.2.6.3. Influência de fatores externos no amadurecimento .....	74
2.2.6.4. Distúrbios Fisiológicos .....	75
2.3 - Armazenamento de frutas .....	76
2.3.1. Tipos .....	77
2.3.1.1. Refrigeração .....	78
2.3.1.2. Atmosfera controlada ..	79
2.3.1.3. Pressão Subatmosférica..	81
2.3.2. Armazenamento de abacaxi .....	81
2.3.2.1. Condições de armazenamento .....	82
2.3.2.2. Moléstias importantes no armazenamento .....	84
2.4. Suco de frutas .....	85
2.4.1. Suco de abacaxi .....	86
III - MATERIAIS E MÉTODOS .....	89
3.1. Material .....	89
3.1.1. Matéria-Prima .....	89
3.1.2. Equipamentos .....	89
3.2. Métodos .....	90
3.2.1. Preparo das amostras .....	90
3.2.2. Dimensão .....	92
3.2.3. Respiração .....	92

3.2.4. Matéria Seca .....	95
3.2.5. Umidade .....	96
3.2.6. Peso Específico .....	96
3.2.7. Acidez .....	97
3.2.8. Sólidos Solúveis .....	97
3.2.9. Cor e Aroma .....	98
3.2.10. Processamento de Suco .....	98
3.2.11. Análise Sensorial .....	98
IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	100
4.1 - Cultivar Pérola .....	100
4.1.1. Respiração .....	100
4.1.2. Matéria Seca .....	106
4.1.3. Umidade .....	107
4.1.4. Peso .....	113
4.1.5. Peso específico .....	113
4.1.6. Acidez .....	117
4.1.7. Sólidos Solúveis .....	117
4.1.8. Cor e Aroma .....	120
4.1.9. Suco .....	123
4.1.10. Análise Sensorial .....	123
4.1.11. Correlação entre respiração e demais transformações .....	132
4.2 - Cultivar Smooth Cayenne .....	133
4.2.1. Respiração .....	133
4.2.2. Matéria Seca .....	139
4.2.3. Umidade .....	142
4.2.4. Peso .....	145
4.2.5. Peso específico .....	148

4.2.6. Acidez .....	148
4.2.7. Sólidos Solúveis .....	150
4.2.8. Cor e Aroma .....	153
4.2.9. Suco .....	153
4.2.10. Análise Sensorial .....	157
4.2.11. Correlação entre respiração e demais transformações .....	161
4.2.12. Tratamento com Benomyl ("Benlate")..	166
4.3 - Comparação entre os cultivares estudados ...	166
V - CONCLUSÕES .....	173
VI - SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	175
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	176
ANEXO I .....	192
ANEXO II .....	197

## ÍNDICE DE QUADROS

Nº	Título	página
1.	Produção de abacaxi no Brasil .....	8
2.	Composição de abacaxi .....	11
3.	Composição mineral de abacaxi .....	12
4.	Composição vitamínica de abacaxi .....	13
5.	Taxas respiratórias de abacaxi .....	71
6.	Condições recomendadas para o armazenamento de abacaxi .....	83
7.	Dimensões de abacaxi cultivar Pérola .....	102
8.	Partes constituintes de abacaxi cultivar Pérola .	102
9.	Taxas respiratórias diárias de abacaxi c.v. Pérola armazenado em condições ambientais, controladas e submetido a resfriamento intermitente (5 dias/semana a 12 C e 80% de umidade relativa e 2 dias/semana a 25-30 C e 60-70% de umidade relativa) .....	104
10.	Perda de matéria seca e umidade calculada de abacaxi c.v. Pérola armazenado em condições ambientais e controladas .....	108
11.	Umidade das partes constituintes (polpa, talo e casca) de abacaxi c.v. Pérola armazenado em condições ambientais e controladas, segundo três cortes transversais (ápice, meio e base) .....	111

12.	Transformações físicas de abacaxi c.v. Pérola armazenado em condições ambientais e controladas ...	114
13.	Transformações bioquímicas de abacaxi c.v. Pérola armazenado em condições ambientais e controladas .	118
14.	Variações de cor externa e de aroma de abacaxi c.v. Pérola armazenado em condições ambientais e controladas .....	121
15.	Dados de composição de suco obtido durante o armazenamento de abacaxi c.v. Pérola em condições ambientais e controladas .....	124
16.	Análise sensorial de abacaxi c.v. Pérola armazenado em condições ambientais e controladas .....	125
17.	Análise sensorial de suco obtido durante o armazenamento de abacaxi c.v. Pérola em condições ambientais e controladas .....	125
18.	Dimensões de abacaxi cultivar Smooth Cayenne ...	135
19.	Partes constituintes de abacaxi cultivar Smooth Cayenne .....	135
20.	Taxas respiratórias diárias de abacaxi c.v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais, controladas e submetido a resfriamento intermitente ( 5 dias/semana a 12 C e 80% de umidade realtiva e 2 dias/semana a 25-30 C e 60-70% de umidade relativa)	137
21.	Perda de matéria seca e umidade calculada de abacaxi	

	xi c.v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais e controladas .....	140
22.	Umidade das partes constituintes (polpa, talo e casca) de abacaxi c.v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais e controladas, segundo três cortes transversais (ápice, meio e base) .....	143
23.	Transformações físicas de abacaxi c.v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais e controladas .....	146
24.	Transformações bioquímicas de abacaxi c.v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais e controladas .....	151
25.	Variações de cor externa e de aroma de abacaxi c.v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais e controladas .....	154
26.	Dados de composição de suco obtido durante o armazenamento de abacaxi c.v. Smooth Cayenne em condições ambientais e controladas .....	156
27.	Análise sensorial de abacaxi c.v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais e controladas .	158
28.	Análise sensorial de suco obtido durante o armazenamento de abacaxi c.v. Smooth Cayenne em condições ambientais e controladas .....	158

## ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Título	página
1.	Interrelações metabólicas entre as diversas substâncias de reserva .....	20
2.	Modelo respiratório para frutas climatéricas, exemplificadas pelo abacate, e para frutas não climatéricas, exemplificadas pelo limão .....	23
3.	Fatores relacionados com a transpiração de frutas e hortaliças .....	47
4.	Influência da concentração de etileno na absorção de oxigênio por frutas climatéricas .....	54
5.	Influência da concentração de etileno na absorção de oxigênio por frutas não climatéricas ..	56
6.	Esquema do Diaferômetro .....	93
7.	Esquema do aparato utilizado para determinação do peso específico de abacaxi .....	96
8.	Modelo de ficha utilizado para análise sensorial de abacaxi .....	99
9.	Forma e dimensão de abacaxi cultivar Pérola. Escala 1:2 .....	101

10.	Variações médias da taxa respiratória de abacaxi c.v. Pérola armazenado em condições ambientais, controladas e submetido a resfriamento intermitente .....	105
11.	Perda de matéria seca, em relação ao peso seco inicial, de abacaxi c.v. Pérola durante o armazenamento em condições ambientais e controladas ..	109
12.	Variações médias do teor de umidade, em base úmida, de abacaxi c.v. Pérola durante o armazenamento em condições ambientais e controladas .....	109
13.	Variações médias do teor de umidade, em base úmida, das partes constituintes de abacaxi c.v. Pérola armazenado em condições ambientais e controladas .....	112
14.	Variações médias da perda total de peso ( perda acumulada e taxa de perda) de abacaxi c.v. Pérola durante o armazenamento em condições ambientais e controladas .....	115
15.	Variações médias do peso específico real de abacaxi c.v. Pérola armazenado em condições ambientais e controladas.....	116
16.	Transformações bioquímicas de abacaxi c.v. Pérola durante o armazenamento em condições ambientais e controladas .....	119

17.	Abacaxi c.v. Pérola armazenado a 25-30 <sup>o</sup> C e 60-70% de umidade relativa (ã direita) e a 12 <sup>o</sup> C e 80% de umidade relativa (ã esquerda), 20 dias apõs a colheita .....	122
18.	Análise sensorial de abacaxi c.v. Pérola durante o armazenamento em condições ambientais e controladas .....	126
19.	Análise sensorial, do suco obtido em diferentes fases do armazenamento de abacaxi, c.v. Pérola , em condições ambientais e controladas .....	127
20.	Correlação entre preferência e acidez total titulável de abacaxi c. v. Pérola armazenado em condições ambientais e controladas e de seu suco processado .....	129
21.	Correlação entre preferência e teor de sólidos solúveis de abacaxi c. v. Pérola armazenado em condições ambientais e controladas e de seu suco processado .....	130
22.	Correlação entre preferência e relação de sólidos solúveis/acidez de abacaxi c. v. Pérola armazenado em condições ambientais e controladas e de seu suco processado .....	131
23.	Forma e dimensão de abacaxi cultivar Smooth Cayenne. Escala 1:2 .....	134
24.	Variações médias da taxa respiratória de abacaxi c. v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambi	

	entais, controladas e submetido a resfriamento intermitente .....	138
25.	Perda de matéria seca, em relação ao peso inicial, de abacaxi c. v. Smooth Cayenne durante o armazenamento em condições ambientais e controladas ...	141
26.	Variações médias do teor de umidade, em base úmida, de abacaxi c. v. Smooth Cayenne durante o armazenamento em condições ambientais e controladas	141
27.	Variações médias do teor de umidade, em base úmida, das partes constituintes de abacaxi c. v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais e controladas .....	144
28.	Variações médias da perda total de peso (perda acumulada e taxa de perda) de abacaxi c.v. Smooth Cayenne durante o armazenamento em condições ambientais e controladas .....	147
29.	Variações médias do peso específico real de abacaxi c. v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais e controladas .....	149
30	Transformações bioquímicas de abacaxi c. v. Smooth Cayenne durante o armazenamento em condições ambientais e controladas .....	152
31.	Abacaxi c. v. Smooth Cayenne armazenado a 25-30°C e 60-70% de umidade relativa (à direita) e a 12°C e 80% de umidade relativa (à esquerda), 20 dias após a colheita .....	155

32.	Análise sensorial de abacaxi c. v. Smooth Cayenne durante o armazenamento em condições ambientais e controladas .....	159
33.	Análise sensorial do suco obtido em diferentes fases do armazenamento de abacaxi, c. v. Smooth Cayenne, em condições ambientais e controladas ....	160
34.	Correlação entre preferência e acidez total titulável de abacaxi c.v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais e controladas e de seu suco processado .....	162
35.	Correlação entre preferência e teor de sólidos solúveis de abacaxi c. v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais e controladas e de seu suco processado .....	163
36.	Correlação entre preferência e relação sólidos solúveis/acidez de abacaxi c. v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais e controladas e de seu suco processado .....	164

## RESUMO

Poucos trabalhos têm sido realizados sobre a fisiologia pós-colheita de frutas brasileiras. O abacaxi foi escolhido para esse estudo por ser de grande importância comercial, constituindo-se o Brasil num de seus principais países produtores e exportadores. No presente trabalho, onde se empregou os cultivares Pérola e Smooth Cayenne, o armazenamento foi feito em duas condições: a) ambiente (25-30°C e 60-70% de umidade relativa) e b) controlada (12°C e 80% de umidade relativa). As curvas de respiração foram obtidas através da determinação diária das taxas respiratórias. Também diária foi a determinação da perda total de peso. A determinação da variação do peso específico foi feita em dias alternados, bem como a da acidez, sólidos solúveis, umidade e análise sensorial. O processamento de suco ocorreu em diferentes estágios de maturação. Os dois cultivares estudados apresentaram curvas de respiração, bem como variações no teor de sólidos solúveis e na acidez, semelhantes às de frutas climatéricas. O cultivar Pérola mostrou vida de armazenamento mais longa que o cultivar Smooth Cayenne e, para ambos, a condição controlada duplicou o tempo de estocagem em relação à condição ambiente. Também, nos dois cultivares, verificou-se que a umidade do abacaxi se distribui de forma longitudinal, sendo a base a região menos úmida e o ápice a mais úmida. Em relação às partes constituin

tes, a mais úmida foi a polpa, seguida pelo talo e pela casca. De maneira geral, o cultivar Pérola "in natura" foi mais apreciado sensorialmente que o cultivar Smooth Cayenne; no entanto o inverso ocorreu com relação ao suco.

---

---

## ABSTRACT

---

At the present work were studied the postharvest physiology of pineapple, Pérola and Smooth Cayenne cultivars, at different storage conditions: natural conditions (25-30°C and 60-70% of relative humidity) and controlled conditions (12°C and 80% of relative humidity). Both cultivars presented the respiration curves and biochemical transformations such as soluble solids and total titratable acidity variation similar to the climateric fruits. The storage life of Pérola was longer than the Smooth Cayenne. At controlled conditions both cultivars had twice the storage life than at natural conditions. In the pineapple, the humidity showed longwise distribution, the base was the less humid and the top was the most humid. In general, the "in natura" Pérola cultivar was more appreciated than the Smooth Cayenne, and the Smooth Cayenne juice was more appreciated than the Pérola juice.

## I - INTRODUÇÃO

---

As frutas sempre tiveram certa importância para o Brasil, tanto por serem os maiores fornecedores de vitaminas e minerais dentre os alimentos consumidos pelos brasileiros, como pela grande produção e possibilidade de exportação e industrialização.

Muito se perde em frutas após a colheita, devido à sazonalidade da produção, grande volume, fácil deterioração e armazenamento inadequado. Entretanto, estatísticas com relação a essas perdas ainda não foram efetuadas, por causa da dificuldade em reunir os dados.

Os maiores problemas que envolvem as frutas e perecíveis em geral, estão relacionados com o armazenamento e com a determinação do ponto de maturação. No primeiro caso, é necessário a determinação de parâmetros específicos do produto a ser estocado, para se obter a carga térmica total a ser retirada, e assim efetuar um armazenamento refrigerado adequado. Dentre esses parâmetros, destaca-se o calor de respiração do produto, ocasionado pela produção de energia no processo respiratório pós-colheita, podendo ser avaliado através das taxas respiratórias. No segundo caso, não se sabe ao certo em que estágio da maturação ocorrem determinados teores de sólidos solúveis, de acidez e algumas propriedades sensoriais, cujos valores são exigidos para a industrialização e para a exportação.

Vários pesquisadores têm estudado a fisiologia pós-colheita de vegetais, porém, a maioria desses trabalhos é de origem europeia ou americana e, devido às diferenças climáticas, genéticas e das variedades, nem sempre podem ser aplicados em nosso país. É necessário, pois, que estudos semelhantes a esses sejam desenvolvidos para produtos brasileiros.

Algumas frutas brasileiras já foram estudadas, mas algumas de grande expressão no mercado, como o abacaxi, ainda não.

O Brasil figura entre os maiores produtores de abacaxi do mundo e, embora exporte uma pequena percentagem de produção, encontra-se entre os maiores exportadores da fruta "in natura". Ultimamente vem crescendo, também, o interesse do mercado internacional em relação à importação de suco de abacaxi.

Considerando a importância desse produto, o presente trabalho tem como finalidade o estudo da maturação pós-colheita de abacaxi, cultivares Pérola e Smooth Cayenne, em duas condições de armazenamento (ambiente e refrigerada), visando:

- obtenção das curvas de respiração;
- determinação da variação das transformações bioquímicas (acidez e sólidos solúveis) e físicas (perda de peso e peso específico) durante a maturação;
- correlação da variação das transformações bioquímicas e físicas com as taxas respiratórias;
- avaliação do ponto de maturação (relação sólidos solúveis/acidez) ideal para o consumo "in natura" e para o processamento de suco, através de análise sensorial.

## II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 - Generalidades sobre frutas

As frutas se desenvolvem, geralmente, de acordo com sua posição na planta em contato com o ar, e não com a terra (89). Uma fruta é considerada "fisiologicamente madura" quando alcança o final do crescimento e tem desenvolvida a habilidade para amadurecer normalmente depois da colheita; "comercialmente madura" é a fruta que já desenvolveu características desejáveis o suficiente para ser consumida (52).

O grau de maturação e a variedade da fruta podem ser definidos tanto pela cor da casca como pela cor da polpa (89). O conteúdo de água das frutas é elevado, sendo consideradas produtos perecíveis (89).

No geral possuem açúcares em abundância, bem como grande quantidade de amido. Os constituintes da parede celular são moléculas complexas tais como celulose, hemicelulose e substâncias péc-ticas, que são fatores determinantes da textura das frutas (52). Para a maioria das frutas, as concentrações de fibra se encontram entre 0,5 e 1,0% (89). As substâncias péc-ticas se encontram sob a forma de pectina solúvel e protopectina insolúvel (89).

No mercado de frutas, um dos principais fatores para sua

aceitação é o sabor, que é influenciado diretamente, além de outros compostos, pela classe e quantidade de açúcares presentes (24). As frutas são normalmente ácidas, com pH entre 2 e 4 e conteúdo de ácido não ultrapassando 70 meq/100g. Os ácidos mais comuns e abundantes são o cítrico e o málico, embora apareçam outros em pequenas quantidades (52).

Na maioria das frutas o conteúdo de proteína é baixo, menos que 1% do peso úmido. As proteínas têm função extremamente importante, não somente por serem componentes das estruturas citoplasmática e nuclear, mas também, por incluírem as enzimas essencialmente envolvidas no metabolismo durante o crescimento, desenvolvimento e no comportamento pós-colheita de produtos vivos (52).

A maior parte das frutas possui um conteúdo de lipídeos entre 0,1 e 0,2% (89), raramente excede 1% do peso úmido (52). Estão associados especialmente com a estrutura e função das membranas (52).

Os 3 maiores grupos de pigmentos presentes nas frutas são: clorofila, carotenóides e antocianinas (52,70).

O valor nutricional das frutas é devido ao seu suprimento de ácido ascórbico (vit. C),  $\beta$ -caroteno (pró-vit. A), vitaminas do complexo B, principalmente ácido fólico, e elementos minerais, especialmente cálcio e ferro. O conteúdo total de minerais nas frutas (representado pelo teor de cinza) varia de 0,1% em alguns casos até 4,4% em outros. O mineral mais abundante é o potássio, ocorre principalmente combinado com ácidos orgânicos; o pH do tecido é controlado pelo balanço potássio/ácido orgânico. Outro mineral de importância é o cálcio que está associado, principalmente, com a parede celular. Magnésio é um constituinte da molécula de clorofila

e o fósforo é um componente de proteínas citoplasmáticas e nucleares, tem importante papel no metabolismo de carboidratos e na transferência de energia (52).

O sabor e o aroma das frutas são devidos às substâncias voláteis e não voláteis que se encontram em diferentes proporções na casca e nos tecidos comestíveis, nem todos já foram identificados, por se encontrarem em quantidades muito pequenas ou por não ser possível isolá-los facilmente. Algumas dessas substâncias são específicas de cada variedade, outras são comuns a todas as frutas (89). Os compostos químicos mais encontrados são estéres de alcoois alifáticos e ácidos graxos de cadeia curta (82). A intensidade do sabor pode depender parcialmente da variedade da fruta, de suas condições de desenvolvimento e do seu estágio de maturação (52, 89). Os sabores básicos agridoce e adstringente das frutas são devido aos açúcares, ácidos e taninos (89).

Algumas das principais propriedades físicas das frutas se referem a peso, peso específico, calor específico, porosidade, quantidade de suco, textura e proporção das partes constituintes (89).

Um trabalho realizado por KUSHMAN (72) mostrou a relação existente entre o teor de matéria seca e o peso específico para nove produtos. Numa faixa de 3 a 35%, o teor de matéria seca é diretamente proporcional ao peso específico, ou seja, quanto maior o teor de matéria seca, maior o peso específico e vice-versa.

HULSEY & NELSON (60) sugeriram a determinação do peso específico através da utilização do Instron universal e forneceram a equação matemática necessária para tanto. Os resultados obtidos por es

se método parecem ser muito mais precisos do que os obtidos por métodos tradicionais.

Quanto ao calor específico, para as frutas os valores variam entre 0,85 e 0,95, dependendo do conteúdo de água dos tecidos (52).

É importante considerar que as propriedades físicas variam com o estado de maturação das frutas, bem como com a variedade das mesmas (89).

HALL (52) classificou as frutas de acordo com a sua vida de armazenamento em: extremamente perecíveis - vida muito curta (0-4 semanas), perecíveis - vida curta (4-8 semanas), ligeiramente perecíveis - vida média (6-12 semanas) e não perecíveis - vida longa (mais que 12 semanas).

MORALES DE LEÓN (89) apresentou um critério de classificação de frutas quanto ao sabor, sendo: sabor simples, moderado, acentuado e penetrante. A classificação baseia-se no conteúdo de ácidos, na adstringência e na doçura.

Quanto à textura, as frutas podem ser classificadas em duras, semiduras e suaves. As medidas são feitas através de um penetrômetro de precisão (89).

## 2.1.1 - Generalidades sobre abacaxi

### 2.1.1.1. Botânica

O abacaxizeiro, *Ananas comosus* (L) Merr, é planta perene, monocotiledônea, pertencente à família Bromeliaceae, que apresenta espécies epífitas e terrestres (17, 33, 50, 90). O abacaxi é

a fruta da planta tropical *Ananas ananas* (68).

É originário do continente americano, sendo encontrado desde a América Central até o norte da Argentina. O centro de origem parece ter sido o Brasil Central, de onde se disseminou para as demais regiões (17, 33). A ausência de sementes nas variedades cultivadas é atribuída à antiguidade de sua domesticação, que remonta de muitos séculos, antes da era pré-colombiana. Atualmente, a cultura de abacaxi tem sido feita em todo o mundo tropical e subtropical (17).

O abacaxi é uma fruta composta ou múltipla, isto é, é uma coleção de pequenos frutos ("olhos do abacaxi") (33, 79, 90). Esses pequenos frutos (frutinhos) evoluem individualmente, coalescem-se, formando a fruta composta (33, 79).

O fruto é partenocárpico, ou seja, se forma sem o consenso da fecundação. Esta fecundação pode ser possível, mas, em geral, as variedades cultivadas são auto-estéreis. Sob o ponto de vista botânico, a parte comestível do abacaxi não é um fruto, mas sim o produto da coalescência dos frutinhos individuais, sépalas, brácteas e do pedúnculo ou eixo. Chama-se a isso sincarpo ou infrutescência (50).

Um aspecto importante no desenvolvimento do abacaxi pertence à sequência do florescimento. Este se inicia na base do pedúnculo e progride de forma espiral até o ápice (33, 107). Por esse motivo, num dado tempo, a fruta inteira apresenta diversos estágios discretos de desenvolvimento físico-químico (33); tendo uma composição química bastante heterogênea, com os componentes de acidez se concentrando mais na periferia e no ápice dos frutos, e os açúcares e componentes voláteis aromáticos se concentrando mais no terço

inferior, ou seja, na base dos frutos (107).

O abacaxi é muito sensível a baixas temperaturas e sua atividade de crescimento se reduz drasticamente quando a temperatura do solo atinge 20°C (19). O crescimento de abacaxi, representado pelas mudanças de peso, apresenta uma curva sigmóide (52).

#### 2.1.1.2. Produção

Segundo dados da FAO (42), o Brasil é o 2º produtor mundial de abacaxi, o 1º lugar é ocupado pelos E.U.A., devido à grande produção do Havaí. Porém, dados da produção mundial de 1978 (41) colocam o Brasil em 4º lugar, com um total de 569 000 toneladas, a Tailândia é o maior produtor, seguido pela China e, em 3º lugar, está os Estados Unidos da América.

O quadro 1 apresenta os dados de produção de abacaxi no Brasil de 1973 a 1978, produção total e dos maiores estados produtores.

QUADRO 1 - Produção de abacaxi no Brasil  
(1 000 frutos)

ESTADOS	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Minas Gerais	59 600	59 000	66 200	71 200	69 800	69 600
Paraíba	59 300	47 700	51 200	69 800	96 600	107 700
São Paulo	58 600	62 300	40 700	35 300	31 100	27 400
Bahia	26 200	30 000	45 000	51 000	59 700	60 200
E. Santo	21 100	21 000	41 500	20 600	14 400	13 800
Pernambuco	18 400	36 400	25 600	26 900	27 700	23 700
TOTAL	326 000	329 000	351 00	346 000	366 000	379 000

FONTE: *Anuário Estatístico do Brasil - 1978* (18).

A partir de 1977, a Paraíba tornou-se o estado de maior produção e, segundo os dados preliminares da produção de 1979, vem mantendo a primeira posição.

### 2.1.1.3. Composição e Propriedades Físicas

Há notáveis variações entre as variedades no que se refere à pigmentação da polpa e composição química (19).

A maior parte dos constituintes dos carboidratos do abacaxi são os açúcares simples: glucose (1,0 - 3,2% do peso úmido), frutose (0,6 - 2,3%) e sacarose (5,9 - 12,0%) (33).

Os autores divergem um pouco quanto à composição ácida do abacaxi. HALL (52) afirma que o ácido orgânico mais comum e abundante no abacaxi é o ácido cítrico. DULL (33), numa análise mais completa, apresentou a composição quali e quantitativa, sendo 0,32 - 1,22% de ácido cítrico (em relação ao peso úmido), 0,1 - 0,47% de ácido málico e 0,005% de ácido oxálico, num total variando entre 0,6 e 1,62%, expresso em ácido cítrico. CARMAGO *et al.* (24) utilizaram diversos métodos para a determinação quali e quantitativa, foram encontrados resultados semelhantes quanto à quantidade total, em torno de 0,64%, porém diferentes quanto à composição qualitativa; o ácido dominante encontrado em todos os métodos foi o cítrico, seguido pelo málico e, em alguns métodos, um terceiro ácido, o ácido succínico; a composição relativa entre esses ácidos variou de método para método.

Pela portaria nº 1 000 de 08/10/59 ficou estabelecido que para a exportação de abacaxi, os frutos têm que conter, no mínimo, 40% de suco e a relação acidez: sólidos solúveis deve estar dentro

dos limites estabelecidos para cada região produtora, como segue (17): Norte, Nordeste e Leste, 1:10 a 1:12; região Central e Meridional, 1:8 a 1:10; sendo que os sólidos solúveis são expressos em °Brix e acidez em porcentagem (g ácido cítrico/100 ml de suco).

De maneira geral, o abacaxi apresenta um conteúdo de pectina muito pequeno quando comparado a outras frutas, em torno de 0,01 a 0,06% (89).

A bromelina, enzima proteolítica presente no abacaxi, só é encontrada na fruta madura (89).

O abacaxi tem um razoável valor nutritivo. A fruta fresca é boa fonte de vitamina A e B<sub>1</sub>, contendo também, quantidades moderadas de Vitamina C e um pouco de vitamina B<sub>2</sub> (39). Outros (24) consideram-no como fonte de vitamina C.

O conteúdo total de sais minerais do abacaxi está em torno de 0,3% (89), sendo o teor de potássio especialmente alto, quando comparado com outros minerais (24).

Interessante trabalho sobre os componentes (isolamento e identificação) do aroma do abacaxi foi realizado por SILVERSTEIN (110).

Nos quadros 2, 3 e 4 relacionamos a composição de abacaxi de diferentes variedades, encontrada por diversos autores.

Em média, o peso mínimo de abacaxi é de 1 000g e o peso máximo de 4 000g, constituindo-se 41% do seu peso de parte não comestível (89). Em relação às partes constituintes, a variedade Jupí apresenta 25% de casca, 65% de polpa e 5% talo, enquanto que a variedade Pernambuco apresenta 37%, 55% e 8%, respectivamente (19).

QUADRO 2 - Composição de abacaxi

Referência	Variedade	H <sub>2</sub> O	Solíd- dos T	Sol. In.	Aç. T	Aç.R.	Sacar	Acidez	pH	Prot. % x 6.25	Gord.	Cin- zas	Fibra
		%	%	%	%	%	%	%			%	%	%
JONHSON	(67) Pernambuco		15,60	1,68	13,03	4,33	8,27	0,56		0,41		0,49	
	S. Cayenne		12,93	1,27	11,08	3,17	7,51	0,44		0,40		0,38	
DULL	(33) S. Cayenne	81,2*	10,80*					0,60*				0,30*	
		86,2**	17,50**					1,62**				0,42**	
YOUNG	(128)	85,0			13,57			0,45		0,50	tr.		
MOHSENIN	(87)				12,59			1,02		0,50	1,1	0,53	
BIALE	(10)	85,0			14,00			0,70		0,40	0,2	0,40	
BRASIL	(19) Jupi				14,81				4,25				
	Pernambuco				15,98				3,50				
KADANS	(68)				13,70					0,40	0,2		
MORALES	(89)	85,4			13,70			0,50		0,40	0,2	0,30	0,40
CAMARGO	(24)	85,58			9,90			0,64		0,44	0,09	0,36	0,51
BIELIG	(12)	85,3			12,30	3,74	7,89	0,38-1,28		0,40			

\* Valores mínimos.

\*\* Valores máximos.

Quadro 3 - Composição mineral de abacaxi

Referência	Variedade	Ca	Fe	P	K	Na	Mg	S	Cl
(mg por 100g)									
YOUNG	(128)	17	0,5	7,8	247	1,6	16,9	2,6	28,5
BIALE	(10)	16	0,3	11					
KADANS	(68)	16	3	11	150				
DULL	(33) S. Cayenne	7-16	0,3	6-21	11-330	14	11	7	46
MORALES	(89)	18	0,5	8					
CAMARGO	(24)	19,49	0,65	10,12	187,65		16,96		

Quadro 4 - Composição vitamínica de abacaxi

Referência	Variedade	Vit. A UI/100g	Vit. B <sub>1</sub>	Vit. B <sub>2</sub> (mg por 100g)	Niacina	Vit. C
YOUNG (128)		71	0,08	0,028	0,2	17
BIALE (10)			0,08	0,02	0,2	24
KADANS (68)		130	0,08	0,02	0,2	24
DULL (33)	S. Cayenne		0,06-0,125	0,02-0,088	0,2-0,28	10 - 25
MORALES (89)			0,08	0,04	0,2	61
CAMARGO (24)						35,18
HALL (52)						25
BIELIG (12)						25

PANTASTICO (90) apresenta valores de peso específico e porosidade, sendo 1,012g/ml e 13,3% para abacaxi maduro e 0,974g/ml e 10,5% para a variedade "Los Andes". A porosidade nesse caso é do tecido comestível da fruta.

Quanto ao teor energético, o abacaxi contém 53 kcal/100g e 52 kcal/100g, segundo YOUNG (128) e KADANS (68) respectivamente.

Existe influência da altitude no tamanho e composição de abacaxi, maior produção e melhor qualidade foram obtidas em altitudes mais elevadas. Os resultados obtidas para 700 e 90m de altitude foram, para peso médio, 2,02kg e 1,69kg respectivamente; largura média de 13,2 e 12,6cm; altura média de 17,3 e 16,0 cm; acidez média de 9,6 e 9,0% e relação matéria seca: acidez de 1,70 e 1,97 , respectivamente (43).

#### 2.1.1.4. Variedades

As principais variedades cultivadas são: a) variedade Smooth Cayenne, a única cultivada no Havaí, também encontrada em grande quantidade na Tailândia e Filipinas (79, 107); b) variedade Queen, cultivada na Austrália e África do Sul (17, 79); c) variedade Singapore, cresce na Península da Malásia (79); d) variedade Red-Spanish, cultivada nas Antilhas e América Central (17, 79); e) variedade Pernambuco, compreendendo algumas subvariedades como Pérola e Jupi, é cultivada no Brasil (107) e f) variedade Criolla, grandemente cultivada no México (64).

As principais variedades cultivadas no Brasil são: Pérola ou Branco de Pernambuco, Smooth Cayenne e Amarelo ou Boituva (107). A mais cultivada é a variedade Pérola (60% da produção da

Paraíba, 100% das de Minas Gerais e Bahia); a variedade Smooth Cayenne, que é utilizada mundialmente para industrialização, está sendo introduzida gradativamente no Brasil, atualmente é cultivada no Estado de São Paulo e Paraíba (17, 20, 79).

No Brasil, a variedade Smooth Cayenne revelou ótimas características sensoriais e comerciais e está se difundindo em todas as regiões produtoras do país, principalmente porque possui melhores características para a industrialização do que as outras variedades tradicionalmente cultivadas. Os frutos são grandes, pesando em média 2,5 quilos, são de forma cilíndrica, com diâmetro máximo próximo à base. Cor amarelada da casca, polpa amarela com elevado teor de açúcares e ácidos (17). Já a variedade Pérola ou Branco de Pernambuco apresenta cor externa verde amarelada e a polpa, com fibras curtas, de cor amarelo palha quase branca, rica em suco de baixa acidez (17, 50). Os frutos são pequenos, pesando em média de 1,0 a 1,5 quilos. O abacaxi Boituva ou amarelo comum é de forma cilíndrico-cônica e de coloração esverdeada, os frutos são de tamanho médio de 1,0 a 2,0 quilos (17). A polpa é pouco fibrosa e de cor amarelada, o suco é ligeiramente ácido (17, 50).

#### 2.1.1.5. Classificação

A classificação normalmente utilizada, não só para o mercado "in natura" como também para a indústria é a seguinte: a) frutos grandes, de 2,0 a 2,5 quilos ou mais; b) frutos médios de 1,5 a 2,0 quilos e c) frutos pequenos de 1,0 a 1,5 quilos (17).

De acordo com o critério de classificação adotado pelo Ministério da Agricultura americano (124), o abacaxi é classificado em 3 categorias: "Fancy" (luxo), 1 e 2. As diferenças entre essas

categorias estão principalmente no número de coroas, no comprimento da coroa, na integridade da casca e no aspecto da base (50).

O abacaxi foi classificado como perecível segundo o critério apresentado por HALL (52), ou seja, de vida curta (4-8 semanas).

Quanto à variedade, divide-se em 2 tipos básicos, considerando-se exclusivamente a coloração da polpa do fruto: tipo I (amarelo) e tipo II (branco) (17).

Segundo PANTATICO (90), o abacaxi figura entre os vegetais pesados ("heavy"), pois seu peso está numa faixa de 1000 a 5000g.

O abacaxi com casca é classificado como fruta relativamente dura e como relativamente suave quando sem casca (89).

A classificação quando ao estado de maturação, segundo PANTASTICO *et al.* (94), é a seguinte: nº 0, todos os frutinhos estão totalmente verdes, sem nenhum traço de amarelo; nº 1, não mais que 20% de frutinhos predominantemente amarelo; nº 2, frutinhos amarelos entre 20 e 40%; nº 3, frutinhos amarelos entre 40 e 65%; nº 4, frutinhos amarelos entre 65 e 90%; nº 5, nada menos que 90% de frutinhos amarelos e não mais que 20% de frutinhos avermelhados; nº 6, 20 a 100% dos frutinhos são predominantemente vermelho-amarronzados e nº 7, totalmente vermelho amarronzado, já apresentando sinais de deterioração.

Classifica-se o abacaxi como fruta de sabor acentuado, segundo a escala de sabor proposta por MORALES DE LEÓN (89). De acordo com uma classificação numérica de sabor de frutas tropicais, o abacaxi recebe o valor 100, enquanto goiaba recebe 83, manga recebe

75, banana recebe 48, abacate recebe 40 e mamão recebe 39 (89).

## 2.2 - Fisiologia pós-colheita

A evolução da fruta é uma consequência, em primeiro lugar, de sua estrutura e composição inicial e, em segundo, de seu metabolismo, que é afetado pelas condições externas (123). A idade da fruta é determinada tomando-se como referência o início do crescimento, ou seja, o tempo onde caem as pétalas dos botões de flor (103). Toda a vida da fruta na árvore é um preparo à maturação. Conforme o lugar, o ano, a localização na planta, a competição com as folhas pela água, os sais minerais ou a luz, a fruta vai se encontrar mais ou menos preparada à maturação ulterior. Os tratamentos químicos de toda natureza podem intervir. É também nesse momento que se produzem as alterações geradoras de certos distúrbios fisiológicos (122). A qualidade das frutas e hortaliças não pode ser melhorada, mas pode ser preservada. Boa qualidade é obtida quando a colheita é feita no estágio adequado de maturação. Frutas colhidas imaturas fisiologicamente serão de baixa qualidade e terão amadurecimento impróprio. Por outro lado, se a colheita é retardada, as frutas podem aumentar sua susceptibilidade à deterioração, resultando em baixa qualidade, portanto baixo valor de mercado (94).

Na história de vida de cada fruta podem ser distinguidos 4 estágios: divisão celular, alargamento celular, maturação e senescência (11). Após a colheita, a fruta tem uma vida independente, na qual utiliza os substratos acumulados durante o crescimento e desenvolvimento (10). As transformações químicas que ocorrem na fruta colhida são relacionadas, direta ou indiretamente, às ativida

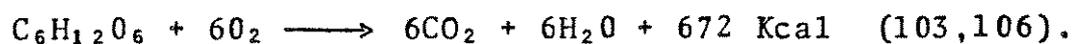
des oxidativas e fermentativas referentes às oxidações biológicas (10).

Depois de colhidas, as frutas recebem do ambiente nada mais do que oxigênio e, algumas vezes, vapor de água ou dióxido de carbono e liberam, ao mesmo tempo, dióxido de carbono, etileno, voláteis e vapor de água. As trocas gasosas, entre as células vivas de fruta e o ar, são o principal motivo pelo qual a atmosfera interna circun-dante das células não tem a mesma composição do ar (123).

Depois da colheita, a respiração assume o papel principal (10, 52) e a fruta não mais depende da absorção de água e mine-rais pelas raízes, nem da condução pelos tecidos vasculares e nem de atividade fotossintética das folhas. O fisiologista celular encara a respiração como um processo de oxidação de substâncias predomina-mente orgânicas. Este processo se dá através de sistemas enzimá-ticos derivados da célula ou pela própria célula (10).

### 2.2.1 - Respiração

A respiração é um processo oxidativo complexo, composto basicamente da glicólise aeróbica seguida do ciclo de Krebs, dessa forma produz, no final, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), água e libera energia em forma de calor e de compostos altamente energéticos tal como o ATP (adenosina trifosfato) (10, 95, 103), este último prova-velmente em quantidades muito pequenas em frutas colhidas (103). A energia liberada também pode ser usada para sínteses adicionais (52). É representada simplificadamente pela reação abaixo,



No ciclo de Krebs, que ocorre no mitocôndria (95), os elétrons são transferidos do substrato para o oxigênio através de coenzimas NAD, FAD, dos citocromos e da enzima citocromo oxidase. A glicólise propriamente dita, que ocorre no citoplasma (95), é o processo de quebra que produz o ácido pirúvico (10). Na ausência de oxigênio, glicólise anaeróbica, há produção de  $\text{CO}_2$  e etanol através da ação da carboxilase e álcool desidrogenase, este processo é também chamado de fermentação (10, 103). Teoricamente há produção líquida de, pelo menos, 15 moléculas de ATP para cada molécula de ácido pirúvico oxidada no ciclo de Krebs (10). Obviamente, a energia que se torna disponível é muito maior na respiração do que na fermentação (10, 52).

Outras substâncias podem ser utilizadas como substrato na respiração além da glicose, a figura 1 mostra como estas substâncias são degradadas a  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .

A produção de calor pela respiração é o principal fator no dimensionamento e operação dos equipamentos de armazenamento refrigerado, porque afeta a carga térmica (8, 52, 103), a quantidade de circulação de ar requerida, a densidade de carga e os métodos de embalagem e empilhamento (8).

A água formada no processo respiratório torna-se parte do conteúdo de água da célula, onde pode ser utilizada na hidrólise de amido ou de outras substâncias (103).

A pouca eficiência do ácido cítrico em estimular a respiração, leva à hipótese de que a parte do ciclo de Krebs, que envolve este ácido, é lenta ou falta nas frutas (123). Os ácidos orgânicos extracíclicos, ou aqueles que se acumulam no tecido sem par

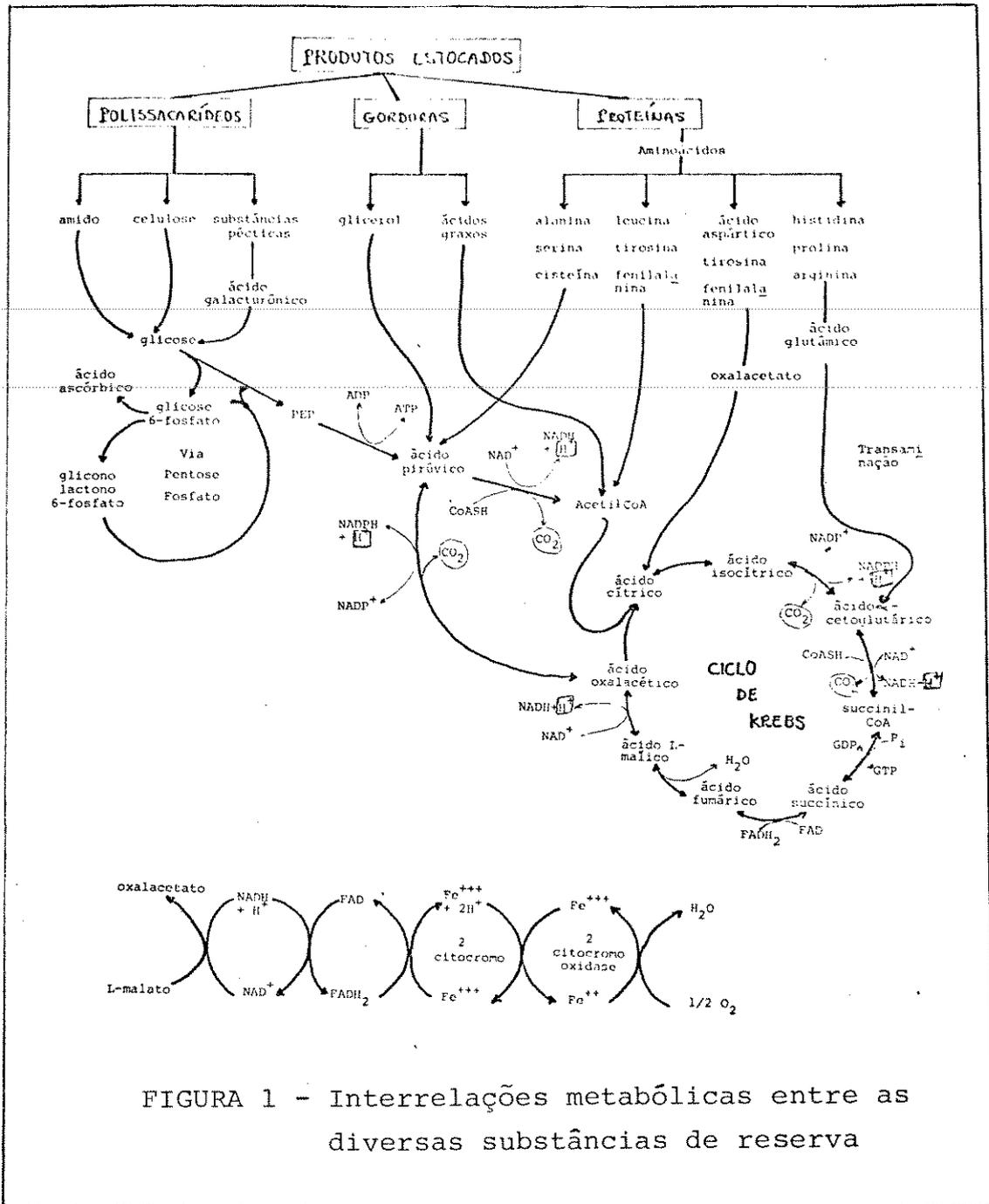


FIGURA 1 - Interrelações metabólicas entre as diversas substâncias de reserva

FONTE: PHAN et alli (95).

participar na operação do ciclo de Krebs, estão fisicamente removidos dos centros respiratórios, eles estão dentro dos vacúolos (95).

Dá-se o nome de quociente respiratório à relação de volume de gás carbônico produzido e o volume de oxigênio absorvido durante o processo respiratório (73, 103). É usado na determina-

ção da natureza do substrato utilizado na respiração, da totalidade da reação respiratória e do grau de processo aeróbico ou anaeróbico. Geralmente é igual a 1 quando açúcares estão sendo metabolizados. Valor maior que 1 indica que substratos bastante oxigenados estão sendo utilizados na respiração, ou seja, ácidos orgânicos; ou que outro processo esteja ocorrendo paralelo à respiração com alta taxa de produção de  $\text{CO}_2$ , mostrou-se que pode ser a descarboxilação dos ácidos málico e cítrico. Se o valor do quociente respiratório é menor que 1, há várias possibilidades: 1) o substrato tem uma relação entre oxigênio e carbono menor do que uma hexose (ácidos graxos); 2) a oxidação não é completa, parando, por exemplo, a nível do ácido succínico ou outros intermediários, e 3) o  $\text{CO}_2$  produzido é utilizado em processos sintéticos, por exemplo, formação de ácido oxaloacético e málico a partir de piruvato e  $\text{CO}_2$  (103). O quociente respiratório varia com as condições tais como obstrução da entrada de oxigênio, temperatura, etc. Sob atmosfera controlada, o quociente respiratório é maior por causa da baixa concentração de  $\text{O}_2$  (103). Antigamente, estimava-se somente o  $\text{CO}_2$  produzido e assumia-se que era igual ao  $\text{O}_2$  consumido. Se fosse este o caso, o valor de QR permaneceria sempre nas proximidades de 1 (103).

Permanece obscuro como é usada a energia liberada no processo respiratório. Uma explicação simplista seria considerar que a energia produzida durante o clímatérico é utilizada na síntese de enzimas envolvidas no amadurecimento (54). As reações do metabolismo durante o amadurecimento consiste de degradação e também de sínteses (etileno, pigmentos, proteínas, voláteis, etc) (103, 122). A necessidade de fonte de energia evidencia a importância da respiração no amadurecimento (122). A manutenção da integridade das células e de

seu metabolismo requer um suprimento constante de energia da respiração (52). A respiração é inerente a todas as células vivas (103).

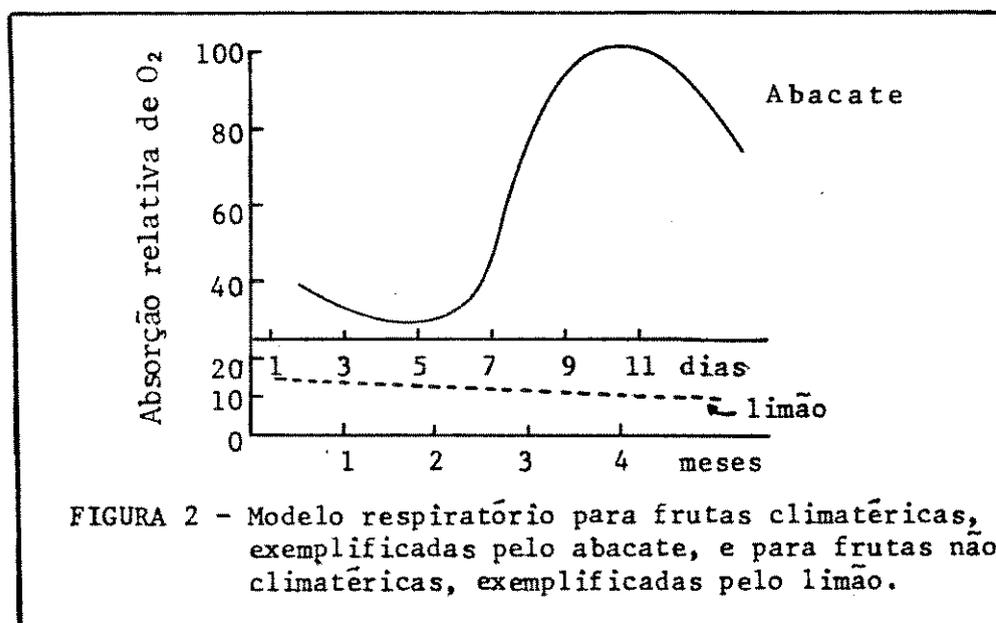
Alguns aspectos relacionados com o amadurecimento ainda estão em controvérsia, mas alguns avanços foram feitos: a) o conceito de que energia é requerida para o amadurecimento em contraste com o primeiro parecer, onde o processo de amadurecimento é de natureza catabólica; e b) estudos pelo microscópio eletrônico mostrando que uma intensa desorganização ocorre no protoplasto durante o amadurecimento (54). O papel capital da respiração, sem o qual não há maturação possível, está ligado ao bom funcionamento dos mitocôndrias (52, 122).

A velocidade de respiração é um bom índice da duração da fruta após a colheita. A intensidade respiratória é considerada como uma medida da velocidade com que se processa o metabolismo. Altas taxas respiratórias são usualmente associadas a vida de armazenamento curta. A respiração é afetada por um grande número de fatores internos e externos (52, 95). Dentre os internos, destacam-se a umidade do produto, pois aumentando o conteúdo de água produz-se um aumento nas atividades metabólicas; o tamanho do produto, por exemplo, uma batata pequena tem uma respiração maior do que uma grande, isto porque tecidos de pequeno tamanho tem uma maior área de superfície exposta à atmosfera, portanto mais  $O_2$  pode se difundir através dela; cobertura natural, ou seja, produtos com boa cobertura de casca exibem uma baixa velocidade de respiração; e tipo de tecido, obviamente tecidos jovens apresentam maior intensidade respiratória do que órgãos latentes ou inativos (95).

## 2.2.1.1. O modelo climatérico

Em 1925, KIDD & WEST (*apud* 10, 83), introduziram o termo climatérico para o aumento bem delineado que ocorre na evolução de  $\text{CO}_2$  próximo ao fim do amadurecimento.

BIALE (10) descreve a evolução de  $\text{CO}_2$  após a colheita (figura 2): imediatamente após a colheita há uma diminuição da absorção de  $\text{O}_2$  ou liberação de  $\text{CO}_2$ , seguido de um severo aumento. O menor valor obtido antes do aumento é denominado "mínimo pré-climatérico". Este mínimo pode escapar à observação quando há um espaço de tempo muito grande entre a colheita e o início das medidas de atividade respiratória, ou quando o material é colocado sob condições que favoreçam as transformações rápidas. O valor máximo de respiração é denominado "máximo climatérico" e é seguido de um período conhecido como estágio "pós-climatérico, onde há um declínio de ati



FONTE: BIALE (10).

vidade respiratória (10). Os valores máximos e mínimos, bem como o espaço de tempo entre eles, caracteriza uma dada fruta em condições externas definidas. O período de tempo, entre a colheita e o mínimo pré-climatérico, varia consideravelmente com o estado de maturação na colheita (10, 15). Se a temperatura de estudo é muito alta, o aumento na produção de  $\text{CO}_2$  começa antes de alcançar o mínimo pré-climatérico, por outro lado, em baixas temperaturas, a diferença entre o máximo e o mínimo pode ser tão pequena que não é significativa para algumas espécies (11).

Estudos com partículas citoplasmáticas acoplados às investigações de proteínas, atividades enzimáticas e cursos metabólicos, sugeriram que sínteses ativas caracterizam as frutas durante a ascensão climatérica (10).

Alguns trabalhos revistos por RHODES (101), sugeriram fortemente, que a síntese de novas proteínas enzimáticas é a característica dominante do aumento de atividades metabólica durante o climatérico e que, as mudanças na permeabilidade celular, exercem um papel regulador secundário.

A adição de DNF (dinitrofenol), que é um agente desacoplador da fosforilação oxidativa, aumenta o consumo de oxigênio só se for feita na fase pré-climatérica. Portanto sugeriu-se que, talvez DNF, ou alguma substância parecida, seja produzido durante o amadurecimento. É evidente deste experimento, e de outros, que a relação entre a oxidação e fosforilação passam por importante mudança no curso do climatérico (123).

EBERHARDT (*apud* 123) notou que as sínteses que ocorrem durante o amadurecimento de frutas, incluindo, por exemplo, proteí-

nas, voláteis e pigmentos, não aconteceriam se o amadurecimento fosse marcado pelo desacoplamento entre a respiração e fosforilação.

Recentes provas mostram que as capacidades para fosforilação e síntese são retidas durante o climatérico, pois o mitocôndria não mostra nenhuma evidência de desorganização (54).

A perturbação da organização celular deve influenciar a respiração aeróbica, pois estimula a glicólise. O pequeno aumento em ATP, associado com o amadurecimento, favorece esta opinião. A formação de sacarose e a síntese de proteínas são, frequentemente, concomitantes ao amadurecimento, a preponderância de um ou de outro depende da fruta. Um bom argumento a ser feito é que a formação de sacarose e a síntese de proteínas são as consequências da ascensão climatérica, um reflexo fisiológico de uma vaga na síntese de ATP, resultante do descontrole da respiração (112).

Parece que o aumento da atividade do mitocôndria durante o climatérico é devido a um aumento em seu número (59).

O climatérico pode ser considerado como uma linha divisória na fisiologia da fruta, onde se distingue o desenvolvimento e a maturação de um lado e a senescência do outro (10). Sendo a senescência uma desorganização progressiva do processo metabólico da célula (52).

O climatérico autógeno é o súbito aumento na respiração antes da senescência, que ocorre sem a influência de agentes externos (11).

O climatérico na respiração de certos frutos ocorre, geralmente, no início do amadurecimento. O pico na respiração nem sempre coincide com o pico do amadurecimento (103).

Segundo BIALE (11), o climatérico denota "o início do fim". Qualquer tratamento ou condição que retarde o início do climatérico, retarda também a senescência.

RHODES (101) considera que o evento que marca a transição, entre a fase de crescimento e a senescência da fruta, é o aumento de biossíntese de etileno a concentrações estimulantes e não o aumento na respiração. Essa produção autocatalítica de etileno inicia uma série de transformações bioquímicas, incluindo um aumento na respiração, que conduzem ao amadurecimento.

É necessário encarar o climatérico com apenas um dos muitos passos em direção à fruta madura e não como o responsável por todas as transformações que ocorrem no amadurecimento (59).

Embora as taxas respiratórias de frutas polpudas aumentem durante o amadurecimento, a respiração não é a causa do amadurecimento mas antes, o subproduto de todas as mudanças na textura, cor e transformações químicas que ocorrem na fruta (103).

A fase climatérica é um período de aumento de etileno, síntese de RNA e proteína, de aumento da atividade respiratória, de colapso seletivo de certas estruturas celulares e de reorganização de outras novas (101). Com respeito ao pico climatérico, há mudanças na cor, reações que provocam o desenvolvimento de características do "flavor", amolecimento dos tecidos e outros. Mas nenhuma delas tem, até o momento, uma explicação adequada. Por exemplo, a clorofila desaparece, mas pouco se sabe em relação às enzimas responsáveis pela perda, encontrou-se um aumento na atividade de clorofilase, que remove o grupo fitol, mas isto não resultaria na perda de cor. Pequenas mudanças na permeabilidade celular foram observadas durante o climatérico, mas parecem não ter nenhum efeito no desenvolvimento do climatérico (59).

A textura da polpa de algumas frutas conhecidas como ideal para consumo ("eating-ripeness") está estritamente associada com o pico climatérico, bem como as mudanças de cor, que ocorrem durante ou imediatamente após o pico. Parece também que as transformações protoplasmáticas durante o climatérico diminuem acentuadamente a resistência das células à moléstias (10, 11).

O estágio de maturação ideal para consumo não é, necessariamente, um reflexo universal de um ponto semelhante fisiologicamente no progresso da fruta, desde a fertilização até a senescência. O amadurecimento é o produto de uma série inteira de transformações bioquímicas, que podem não ser relacionadas diretamente uma com as outras e podem ter diferentes seqüências de tempo em diferentes frutas (59).

Para frutas tropicais e subtropicais, o estágio de "eating-ripeness", é tão somente, durante o pico climatérico. Para frutas de regiões temperadas e algumas subtropicais, o amadurecimento só se completa algum tempo depois do climatérico (101).

Uma das características comuns entre a maioria das frutas climatéricas é o fato delas conterem alguma substância de reserva, tal como amido ou gordura e suportarem o amadurecimento depois de terem sido colhidas fisiologicamente maduras (11).

Pode ser que o climatérico na respiração das frutas seja um evento insignificante no vasto quadro bioquímico da vida da planta (59). Simplesmente uma das muitas transformações subjacentes à reorganização do metabolismo que eventualmente conduz ao amadurecimento (101).

RHODES (101) concorda com PRATT & GOESCHL que afirmam que "o modelo respiratório somente reflete os requerimentos energéticos para vários processos do amadurecimento, mais ou menos simultâneos, porém separados". É possível impedir algumas trans-

formações do amadurecimento sem mexer com a variação respiratória. No entanto, em nenhum caso estudado foi possível promover as transformações do amadurecimento, em frutas com climatérico bem definido, sem também induzir o início da ascensão climatérica (101).

A universidade do modelo climatérico proposto por KIDD & WEST foi derrubada por BIALE em 1954, como consequência de seus estudos de frutas cítricas. Nesses estudos, BIALE observou que algumas frutas não apresentavam transformações bem marcantes e que a respiração não apresentava um máximo, mas sim, diminuía lentamente no decorrer do armazenamento. Denominou-as frutas não-climatéricas (10). Muitas dessas frutas, no entanto, mostram um aumento na taxa respiratória, com um concomitante aumento na produção de etileno, em algum ponto ao longo da linha de desenvolvimento (95). Estas frutas devem estar num estágio ótimo para consumo já na colheita, para uma melhor qualidade devem permanecer na árvore até que a composição desejada seja alcançada (10, 54, 95). Nesta classe de frutas, o estágio de maturação é seguido pela senescência das células, aparentemente sem qualquer aumento marcante na quantidade de CO<sub>2</sub> liberado (11). Algumas das frutas pertencentes a esta classe caracterizam-se pela baixa atividade respiratória, mas isto não é uma condição obrigatória para todas as frutas deste tipo (10).

Existem evidências de que não há ocorrência de climatérico em citros em atmosfera de composição normal. Aparentemente, é necessário uma estimulação da atividade respiratória para que os citros apresentem um climatérico, esta estimulação pode ser através do aumento da concentração de oxigênio na atmosfera (11). O aumento brusco experimentado pela intensidade respiratória "aparente" de frutas não climatéricas foi, em todos os casos estudados (25), si -

multânea ao desenvolvimento de fungos, especialmente *Penicillium digitatum*, sendo tanto mais intenso quanto maior foi o ataque fúngico.

Algumas frutas não amadurecem na árvore. Tudo se passa, como se, no pé, a maturação estivesse inibida. É então, frequente que a colheita acelere a maturação (101, 122).

BIALE (10) considerou que os estudos de frutas não climatéricas, exceto os citros, eram pouco conclusivos até aquela data.

HULME *et al.* (59) sugeriram que a distinção entre frutas climatéricas e não climatéricas é mais aparente do que real.

A classificação mais usada foi proposta por IWATA *et al.* em 1969 (*apud* 95), onde existe 3 tipos de modelo respiratório para frutas colhidas. São: a) Tipo de decréscimo gradual, no qual a taxa respiratória decresce gradualmente durante o processo de amadurecimento, por exemplo, os citos; b) Tipo de aumento temporário, no qual a taxa respiratória aumenta temporariamente e o completo amadurecimento ocorre depois do pico da respiração, por exemplo, tomate, banana, manga, abacate; e c) Tipo pico atrasado, onde o máximo da taxa respiratória ocorre quando a fruta está entre madura e "passada", por exemplo, morango, pessego e caqui.

RHODES (101) observou que as transformações associadas com o amadurecimento ocorrem lentamente, sem violentas mudanças na demanda de energia, em um longo período de tempo para as frutas chamadas não-climatéricas e violentamente, num curto período de tempo para as climatéricas, com alta demanda de energia que é, provavelmente, a responsável pelo pico de respiração no climatérico.

O pequeno aumento na quantidade de proteínas encontrado

em muitas frutas durante o climatérico, não é devido ao aumento da respiração nem uma causa dele, por fornecer mais enzimas respiratórias, pois o rearranjo de proteínas (enzimas) é muito maior do que o mero aumento em proteína sugeriria, no entanto, o aumento de energia resultante do aumento da respiração é de alguma importância para este rearranjo. Nas chamadas frutas não climatéricas, os rearranjos de enzimas durante a maturação podem ser estendidos por um período de tempo relativamente largo e, portanto, não parecem tão dramáticas como aqueles das frutas climatéricas, onde o climatérico e o aparecimento das enzimas do amadurecimento estão estreitamente relacionados, juntos (59).

DILLEY & KLEIN (30) concluíram que o amadurecimento normal de pera requer a síntese coordenada de enzimas, envolvidas nas várias reações de amadurecimento. A síntese destas enzimas ocorre, na maior parte, durante os primeiros estágios do amadurecimento, antes que transformações físicas marcantes tornem-se aparentes no tecido. Para o início do amadurecimento é requerido etileno em concentrações fisiologicamente ativa (30, 58).

Geralmente as taxas de respiração são mais altas para frutas climatéricas do que para frutas não climatéricas. A maioria dos frutos tropicais caracteriza-se por apresentar uma alta proporção entre o máximo climatérico e o mínimo climatérico, conseqüentemente apresenta uma inclinação bastante acentuada durante a ascensão climatérica (10). As frutas oriundas de clima frio, que crescem lentamente, apresentam uma baixa intensidade respiratória (14).

As variações nas tendências respiratórias entre as frutas pode ser devido às características estruturais (95). Geralmente quanto maior for a produção de  $\text{CO}_2$ , menor será a vida de esto-

cagem (11). Entretanto, não se pode concluir que as diferenças na vida de estocagem de frutas podem ser explicadas simplesmente pela estação de crescimento, taxas respiratórias ou quantidades de etileno produzido. É muito mais complexo que isto, envolve fatores genéticos que controlam o crescimento, desenvolvimento, o comportamento pós-colheita e as diferenças fisiológicas e morfológicas (103).

Muitos trabalhos citados por ULRICH (123) afirmam que as mudanças de volume e composição da atmosfera interna da fruta, durante o amadurecimento e senescência, são importantes.

Nos produtos químicos utilizados no combate às moles-tias dos vegetais, encontram-se produtos que são estimulantes da respiração, como o Dithane, e os que são inibidores como o Benlate (14).

KIDD & WEST ( *apud* 101) mostraram que, uma vez que a ascensão climatérica da fruta é iniciada, o processo de amadurecimento é irreversível, pode ser diminuído, mas não detido, pela aplicação de fatores externos.

Os modelos respiratórios de frutas tropicais e subtropi-cais são influenciados, pelo menos parcialmente, pela composição do produto e pelas transformações químicas associadas com o amadurecimento. Destaca-se a importância de algumas substâncias tais como proteínas, que compõem as enzimas; minerais, principalmente ferro, magnésio e fósforo como fosfato orgânico; vitaminas, especialmente tiamina, niacina e riboflavina. Segundo BIALE (10), "pode-se dizer que as proteínas, ácidos, vitaminas e minerais se associam formando a maquinaria do metabolismo e que os carboidratos, as gorduras e, talvez, alguns constituintes das paredes celulares são o combustível

que supre esta maquinaria".

Para o transporte e o armazenamento, é de grande importância saber-se em que parte da curva de respiração os mesmos ocorrem. Frutas que foram armazenadas no momento da ascensão da curva de respiração não são de boa conservação. O mais aconselhável é armazená-las quando a respiração é mínima (14).

#### 2.2.1.2. Métodos de determinação da respiração

A maioria dos investigadores de fisiologia de frutas tem medido a respiração através da evolução de dióxido de carbono. A maioria dos métodos usados consiste em passar ar livre de  $\text{CO}_2$ , em uma velocidade constante, sobre o material que respira e recolhê-lo em um absorvedor contendo o álcali adequado. Poucos trabalhos têm sido realizados no sentido de determinar as velocidades de ar limitante para esses experimentos (11).

A respiração pode ser medida pela determinação da quantidade de substrato perdido, do  $\text{O}_2$  absorvido,  $\text{CO}_2$  liberado, calor produzido e energia despreendida. Na prática, a água resultante do processo respiratório não é determinada por que a reação ocorre num meio aquoso e a quantia de água produzida é "uma gota no oceano". A energia despreendida também não é determinada, por causa das diferentes formas de energia produzidas pelo processo e que não podem ser medidas com um único instrumento. A medida da perda de substrato, indicada pelas mudanças no peso seco, pode ser difícil de ser feita devido à variação em transformações absolutas no peso seco. As medidas de  $\text{CO}_2$  e  $\text{O}_2$  são usualmente empregadas, tanto a taxa de utilização de  $\text{O}_2$  como a taxa de produção de  $\text{CO}_2$  são determinadas

(95).

Os métodos de respiração que dependem da absorção de  $\text{CO}_2$  por um álcali requerem medidas de quantidades relativamente grandes de  $\text{CO}_2$ . No caso de uma única fruta ou de um material com baixa atividade respiratória, estes testes teriam várias horas de duração (11).

Pode se medir a respiração através das medidas de oxigênio, para tanto tem-se o analisador de oxigênio que se baseia em propriedades paramagnéticas do  $\text{O}_2$  (11). Recentemente (1979) foi proposto um método colorimétrico para determinação do  $\text{CO}_2$  em estudos de respiração (99).

Os materiais utilizados para os estudos de respiração consistem de amostras compostas, frutas únicas e de fatias de tecido. As fatias de tecido são particularmente utilizadas no estudo dos mecanismos respiratórios da fruta (11).

Pode se chegar a conclusões diferentes, em relação ao substrato utilizado na respiração, dependendo de que medida foi usada como teste da atividade respiratória, se a liberação de  $\text{CO}_2$  ou o consumo de  $\text{O}_2$ . No caso de ácidos, a adição de piruvato ou malato em pedaços de maçã produziram um aumento na liberação de  $\text{CO}_2$ , mas quase nenhuma mudança no consumo de  $\text{O}_2$  (123).

### 2.2.2 - Transformações Bioquímicas

KIDD (*apud* 11) descreveu, em 1934, as transformações químicas associadas com a respiração em maçã. No primeiro estágio de ativa divisão celular, as proteínas formavam o principal constituinte do citoplasma, células não vacuolares. Amido e açúcares es-

tavam presentes em quantidades muito pequenas e a síntese de ácido málico aumentava ativamente. Durante o estágio de alargamento celular, os vacúolos eram formados e aumentavam de tamanho até ocupar 80% do volume da célula. Os grãos de amido apareciam no citoplasma e os açúcares nos vacuólos, principalmente. O conteúdo total de açúcares aumentou e consistia de glucose, frutose e sacarose, a concentração de ácido málico também aumentou. No terceiro estágio, maturação, houve uma acumulação lenta e contínua de açúcares e produção de substâncias responsáveis pelo aroma e "flavor", mas o conteúdo de ácidos diminuiu constantemente.

#### 2.2.2.1. Sólidos solúveis

O conteúdo de sólidos solúveis é influenciado pelo suprimento de nutrientes das árvores, sistemas de irrigação e pela pulverização de pesticidas (10). Os sólidos solúveis são compostos, em sua maior parte, de sacarose, frutose e glucose (10, 52). Os polissacarídeos da parede das células são quebrados durante o amadurecimento. O exame microscópico mostrou que a parede celular vai se tornando muito fina, podendo entrar em colapso em frutas muito maduras ("passadas") (123). A maioria dos carboidratos solúveis, além do amido, são completamente metabolizados enquanto a fruta amadurece (82). As enzimas amilases controlam as transformações de amido em açúcares (52).

#### 2.2.2.2. Acidez

A acidez total, determinada por titulação com uma base padrão, representa a fração de ácidos orgânicos livres. Po-

rêm, pode se encontrar ácidos orgânicos na forma de sais. Ácido cítrico e málico e seus respectivos sais formam o principal sistema tampão de sucos cítricos. A máxima ação tampão é do lado ácido por causa da alta proporção de ácidos livres para sais. Como um resultado desta situação, o pH de sucos cítricos varia muito pouco durante a maturação, enquanto que a acidez titulável varia com o grau de maturidade da fruta (10).

Os ácidos orgânicos não contribuem para o aumento dos açúcares durante o climatérico e não são formados durante o decréscimo de açúcares no período pós-climatérico (123).

O conteúdo total de ácidos das frutas alcança, geralmente, um máximo durante o desenvolvimento na árvore e mostra um declínio aproximadamente linear durante o período de estocagem (52, 54). Contrariamente, FERNANDES *et al.* (37) encontraram que a acidez de banana prata, expressa em porcentagem de ácido málico, aumentou de um valor de 0,25 em banana verde para 0,67 em banana madura, caindo para 0,52 em banana muito madura. Uma revisão bastante complexa sobre o metabolismo e distribuição de ácidos orgânicos nos vegetais foi feita por THIMANN & BARNER (119).

#### 2.2.2.3. Pectinas

A manutenção de qualidade das frutas e do seu poder de venda são muito afetados pelo tecido que está em contato direto com o ambiente externo. As enzimas pectinesterase e poligalacturonase, presentes neste tecido, agem durante o amadurecimento transformando a protopectina insolúvel da lamela intermediária em pectinas solúveis, causando o amadurecimento da polpa (10). As enzimas pectino

líticas estão relacionadas com o amolecimento durante o amadurecimento (52). MATTOO *et al.* (82) afirmam que esse amolecimento não é causado só pela quebra da protopectina, mas também pela hidrólise do amido ou gorduras e que a síntese de lignina em algumas frutas pode afetar adversamente a textura.

A protopectina decresce e a pectina aumenta (89, 123), esta transformação é acompanhada por um decréscimo na viscosidade relativa dos extratos de pectina, pectato e protopectina (despolimerização). O conteúdo de metoxil das frações decresce durante a estocagem na maioria dos casos (123). As enzimas pécticas (pectinesterase e poligalacturonase) desenvolvem-se durante o amadurecimento e ocorrem em quantidades mensuráveis, apenas em frutas maduras (123). A protopectinase é provavelmente, a principal responsável pelos estágios precoces de amolecimento (59), ULRICH (123), com base em trabalhos de outros autores, escreveu que parece não haver redução das cadeias de moléculas de pectina durante o amadurecimento, a solubilização seria explicada pela diminuição de  $Ca^{++}$  nas membranas acompanhada de um aumento de  $H^+$ . Durante o amadurecimento há um aumento do teor de pectatos e pectínatos solúveis, enquanto que o teor de substâncias pécticas total decresce (82).

As transformações nos compostos pécticos durante o amadurecimento envolvem mais que uma simples transformação de frações insolúveis em solúveis. O grau de esterificação, o comprimento da cadeia molecular, a configuração espacial e a complexidade das estruturas ramificadas influenciam as propriedades de solubilidade e de geleificação (REEVES (*apud* 54)). Do ponto de vista do fisiologista, as pectinas são importantes tanto como fatores principais no processo de amolecimento como por causa de sua possível contribui-

ção no metabolismo da célula (10), pois podem servir como fonte potencial de ácidos, açúcares e outras substâncias respiratórias durante o amadurecimento (82).

#### 2.2.2.4. Lipídeos

Recentemente foi reconhecido que apesar do baixo conteúdo de lipídeos nas frutas, estes exercem um papel muito importante na manutenção de textura, flavor, pigmentos, etc. Provavelmente não aumentam durante o amadurecimento (82).

#### 2.2.2.5. Pigmentos

Para a maioria das frutas, o primeiro sinal de amadurecimento é o desaparecimento da cor verde. O conteúdo de clorofila diminui lentamente, geralmente uma certa quantidade de pigmento verde permanece na fruta, especialmente nos tecidos internos. O desverdecimento é um processo muito complexo, que ainda não está completamente elucidado (82).

MATTOO *et al.* (82) mostraram que há uma síntese drástica de carotenóides durante os últimos passos do amadurecimento. Por causa dos possíveis passos comuns na síntese de caroteno e fitol, alguns autores sugeriram que o material despreendido durante a degradação da clorofila poderia ser usado na síntese de carotenóides. No entanto, a quantidade de carotenóides sintetizada é muito maior do que a quantidade de clorofila degradada.

Durante o amadurecimento a cor verde desaparece gradualmente e aparece a cor amarelada, ou seja, a clorofila é destruída e

o pigmento amarelo da casca e polpa aumenta de quantidade bem como se torna mais visível (73, 82, 103). As antocianinas que dão as típicas cores vermelho e azul de algumas frutas, podem aumentar durante o amadurecimento (103).

Com o aumento da atividade oxidativa durante o amadurecimento, há um aumento considerável das enzimas oxidativas catalase e peroxidase (82).

#### 2.2.2.6. Ocorrência nas frutas climatéricas e não climatéricas

De maneira geral, durante o amadurecimento, as frutas climatéricas apresentam diminuição no teor de amido e aumento nos açúcares totais, aumento no pH, decréscimo da acidez (10, 11, 52, 59, 82, 101, 103), um ligeiro declínio na matéria seca (10, 11, 101), aumento acentuado na respiração (11), aumento marcante na quantidade de carotenóides (70, 101, 103, 123), perda de clorofila (59, 101, 103) e desenvolvimento do "flavor", que é conectado com o desenvolvimento de compostos voláteis (59, 82, 101, 103).

Na fase pós-climatérica, a diminuição da taxa respiratória é acompanhada de uma diminuição do  $CO_2$  e recuperação parcial do nível de oxigênio na atmosfera interna. Durante o período de amolecimento, os tecidos oferecem uma maior resistência ao movimento de gases, o que é indicado pela pressão negativa medida por um manômetro. Por essa razão, avançou a idéia de que condições anaeróbicas internas causam a produção de substâncias tóxicas que são responsáveis pela senescência e colapso funcional (11).

BIALE (1946) (apud 10), comparou o consumo de açúcar com

a produção  $\text{CO}_2$  e concluiu que o açúcar consumido tinha sido insuficiente para aquela produção de  $\text{CO}_2$ , portanto outros compostos deviam estar sendo utilizados, proteínas por exemplo.

KIDD & WEST (*apud* 11) encontraram que a quantidade total de  $\text{CO}_2$  liberado entre a colheita e o fim de vida de estocagem, em diferentes condições, foi a mesma. Fica claro, portanto, que não foi falta de "combustível" o que causou o colapso da "maquinaria" respiratória, mas sim, a própria desorganização da "maquinaria" (11).

O típico exemplo de fruta não climatérica é a laranja. Durante a maturação de laranja, há um aumento gradual no teor de sólidos solúveis totais e um decréscimo da acidez. Como as transformações se dão muito lentamente, as laranjas podem ser deixadas na árvore por um tempo considerável depois de terem alcançado o estágio maduro. Os citros (laranja, limão, tangerina) são carentes de amido, portanto, um aumento no teor de açúcar só pode ocorrer às expensas dos constituintes das paredes celulares, tais como pectinas e hemicelulose (10).

O fim da vida de uma fruta é uma lenta agonia, mas é frequentemente precedido por um período de grande atividade, embora o crescimento esteja concluído. O amadurecimento é caracterizado por intensas oxidações, onde o mitocôndria tem um importante papel; pelo aparecimento ou aumento de certos constituintes, tais como pigmentos, voláteis, etileno, sacarose, pectina solúvel e finalmente, pelo decréscimo de outros constituintes tais como os ácidos orgânicos, a clorofila e as auxinas. Não é possível dizer se uma dessas

modificações é o ponto inicial de séries inteiras (123).

### 2.2.3 - Transformações Físicas

#### 2.2.3.1. Permeabilidade

As transformações na permeabilidade das membranas celulares imediatamente antes ou durante o amadurecimento de frutas, bem como durante a senescência em outros tecidos da planta, são indicadas pela saída de solutos, aumento do espaço livre e presença de líquido obstruindo os espaços intercelulares (54). Quão menos permeáveis são os poros, mais a maturação é retardada. Um déficit elevado de água pode acarretar a impermeabilidade dos poros (122). À medida que a fruta amadurece, a casca torna-se mais espessa e menos permeável encerrando um sistema gasoso, chamado atmosfera interna, que preenche os espaços intercelulares. Tem sido mostrado que frutas jovens tem um conteúdo de  $O_2$  na atmosfera interna maior que frutas maduras. A explicação usualmente utilizada é a alta permeabilidade, mais precisamente a livre difusão entre o ar externo e a atmosfera interna. Mas pode haver uma razão bioquímica: os tecidos internos de frutas mais jovens são fotossinteticamente mais ativos e poderiam suprir parte do  $O_2$ . Quando a fruta amadurece, há um decréscimo da clorofila e a fonte autônoma de suprimento torna-se mais fraca (95).

#### 2.2.3.2. Perda de Peso

A perda de peso tem um papel decisivo na qualidade comercial de frutas e na viabilidade econômica dessa comercialização

(100). A maioria das frutas possui um alto teor de umidade, sendo que a perda de peso durante o transporte e a estocagem é um fator econômico sério, especialmente se a fruta é vendida por peso (103).

As causas de perda são atribuídas principalmente à evaporação de água, quando não há aparição de alterações de origem biológica (ataques microbianos, fúngicos, distúrbios fisiológicos). Outras causas podem ser responsáveis, como a liberação de carbono sob a forma de dióxido de carbono por produtos vivos ou de substâncias aromáticas voláteis, mas estas perdas são de importância desprezível na maior parte dos casos (46).

A perda de peso de algumas frutas e verduras foi estudada por REIG (100) em 4 condições de armazenamento.

A quantidade de perda de peso no armazenamento depende do tipo de fruta, tamanho, composição e estrutura, de temperatura da fruta e do ar de câmara, de umidade relativa do ar e, em menor grau da velocidade do ar (52, 103). Quanto menor o tamanho, maior é a área, em proporção ao peso, para a transpiração (52, 59, 103), ou seja, para um mesmo produto o que tiver menor tamanho transpira mais (95). Quanto maior é a temperatura do ar, maior é a sua capacidade de evaporar água e, quanto mais alta a temperatura da fruta, maior é a sua tendência em perder umidade. O efeito da velocidade do ar diminui proporcionalmente ao aumento da umidade relativa (103).

Em baixas temperaturas, a intensidade de transpiração corresponde, aproximadamente, à perda de peso da fruta. Esta relação não mais existe em altas umidades, ou quando a respiração torna-se muito ativa (123).

O calor de respiração é responsável pelo centro da fru

ta ser mais quente que a superfície, o que acarreta perda de umidade mesmo em ar saturado (100% de umidade relativa) (46, 103, 123). Pois, de maneira geral, os produtos que respiram têm 2 formas de dispor da energia gerada: 1) transferência de calor pela criação de um gradiente correspondente de temperatura, 2) evaporação de água segundo o déficit de vapor de água existente (46, 85). O calor de transpiração (calor latente de evaporação de água) é sempre inferior ao calor resultante da respiração, portanto pode haver transpiração em ambiente saturado sem ocorrer condensação, já que a temperatura da região epidérmica é um pouco superior ao do ar ambiente. Essa diferença de temperatura é de ordem de  $0,05^{\circ}\text{C}$  para frutas com forte intensidade respiratória ou armazenadas em altas temperaturas, e de  $0,01^{\circ}\text{C}$  para frutas conservadas em baixas temperaturas ou de baixa intensidade respiratória (46).

Aparentemente, a água migra do centro da fruta para a superfície. A água circula através dos tecidos, sendo despreendida da fruta principalmente na forma líquida; a evaporação ocorre na superfície (123).

A perda de peso é necessariamente pequena, mesmo negativa, se a intensidade respiratória do vegetal é reduzida. Por outro lado, se a taxa de respiração é grande, a perda de peso por transpiração não é necessariamente elevada, pois depende da permeabilidade da epiderme; conduz-se assim a definir, para cada vegetal e, eventualmente, segundo seu estado fisiológico, um coeficiente de evaporação que lhe é particular (46).

A perda de água é uma função linear do déficit de umidade do ambiente, ou seja, de diferença entre a pressão de vapor da água da fruta e a do ar ambiente (14, 52, 103, 122, 123); o coeficiente

angular da curva é proporcional à área da fruta e à velocidade do ar (123). A pressão de vapor da água da fruta é um pouco menor do que a da água pura à mesma temperatura, por causa das substâncias dissolvidas (103).

BUTCHBAKER (23) obteve uma relação curvilínea quando plotou a perda de umidade versus o tempo, com a perda absoluta de umidade se aproximando assintoticamente de um valor máximo com o decorrer do tempo. Este valor máximo foi alcançado quando o produto entrou em equilíbrio com a pressão de vapor do ar ambiente. No entanto, GAC (46) afirma que a perda global de peso não tende a uma assíntota, mas que aumenta de modo mais ou menos linear, segundo o estado fisiológico da fruta.

Quando plotou taxa de perda de umidade versus déficit de pressão de vapor, BUTCHBAKER (23) encontrou um valor maior que zero para a taxa de perda de peso quando o déficit de pressão de vapor foi zero, concluiu, então, que nesse caso a perda de umidade foi devida unicamente ao processo spiratório. Esse mesmo autor ainda observou que batatas recém-colhidas tinham uma taxa de perda de peso maior do que aquelas colhidas há 12 dias, quando submetidas a diferentes déficits de pressão de vapor.

No processo de perda de umidade, as células da superfície tornam-se secas e agem como barreiras à transpiração, diminuindo a taxa de perda de peso (103). Se há perda suficiente de umidade, a fruta decresce de volume e torna-se enrugada (14, 103, 126). Em muitos casos, esses efeitos, enrugamento e encolhimento, contribuem muito mais para as perdas econômicas do que a perda de peso por si só (85). Se a transpiração for reduzida bruscamente, poderá ocorrer, nas proximidades da casca, o acúmulo de outras substâncias

voláteis, que causam a morte das células constituintes da casca (14, 126).

Se a umidade varia muito pouco, significa que a perda de água por transpiração está sendo compensada pelo ganho de água devido à respiração (46, 59, 103). A perda total de peso da fruta não é devido somente à perda de água, mas também, à respiração. Entretanto, a perda de carbono como CO<sub>2</sub> na respiração é uma parte muito pequena da perda de peso total (103). Um mínimo de perda de peso ocorre no final do estágio pré-climatérico (123). Para banana, abacate e pera ficou estabelecido, claramente, que a perda de umidade acelera o amadurecimento dessas frutas. Através de análises estatísticas indicou-se uma relação significativa entre o início do climatérico e a perda de umidade, mas o porquê dessa relação não foi estabelecido (76).

Os principais lugares onde se dá a transpiração são os "hydathodes", estômatos e cutículas. A abertura e fechamento do estômato determina a perda de vapor. Estômato aberto oferece pequena resistência à transpiração, mas quando estão fechados não ocorre nenhum fluxo. O outro caminho é através da cutícula, mas a transpiração é muito restrita aqui. A velocidade de transpiração é muito mais alta em folhas velhas do que em novas, não obstante o fato de que folhas velhas têm cutículas mais espessas (90). No entanto, HALL (52) afirma que qualquer modificação na superfície como espessamento de cutícula, aparecimento de pelos e estômatos podem reduzir a perda de água. Encerando-se a superfície das frutas pode-se reduzir a perda de água em até 50%, sem afetar adversamente a respiração, em uma larga faixa de temperatura. O grau de redução que pode ser seguramente obtido depende da natureza da cobertura, da tempera

tura e natureza do produto. Em vez de encerrar obtêm-se o mesmo efeito quando as frutas são individualmente embaladas em filmes plásticos (52).

De acordo com FIDLER (38), a perda de carbono sob a forma de substâncias voláteis nunca excede, provavelmente, a 1% da perda como dióxido de carbono. Em trabalho mais recente, BLEINROTH (14) afirma que as frutas eliminam 0,1 a 1% de compostos voláteis, incluindo etileno, em comparação com dióxido de carbono.

Num experimento realizado com banana prata, os autores observaram que durante o armazenamento houve uma diminuição do peso total, enquanto que o peso da polpa aumentou e o peso da casca diminuiu, bem como sua espessura (37).

Alguns autores citados por BIALE (10) realizaram um estudo com banana no qual a umidade aumentou durante o amadurecimento. Segundo BIALE (10), esta variação poderia ser explicada pela perda de matéria seca. Cerca de 60% da perda de matéria seca foi devido a um decréscimo no conteúdo total de carboidratos. A variação da matéria seca durante a passagem do estágio maduro para o "passado" pode ser explicada pela utilização dos açúcares como substrato da respiração. A perda de umidade, durante o amadurecimento foi muito maior na casca do que na polpa.

Determina-se uma perda global de peso mínima para produtos refrigerados numa zona relativamente estreita de umidade relativa, geralmente entre 0,80 e 0,90 (46).

MEFFERT (85) fez uma boa revisão da relação entre transferência de massa e de calor em frutas, durante o armazenamento e o transporte.

As relações entre temperatura, umidade relativa e perda de umidade no armazenamento de frutas e hortaliças e os fatores que afetam estas variáveis, incluindo calor de respiração, coeficiente de transpiração do produto, densidade de carga, velocidade do ar através do produto e altura de carga, foram estudados por alguns autores (74, 75, 104) através de análise matemática.

Uma revisão dos trabalhos sobre transpiração de frutas e hortaliças, de 1928 a 1978, foi realizada por SASTRY *et al.* (106). Um resumo dos fatores que afetam a transpiração pode ser visto na figura 3.

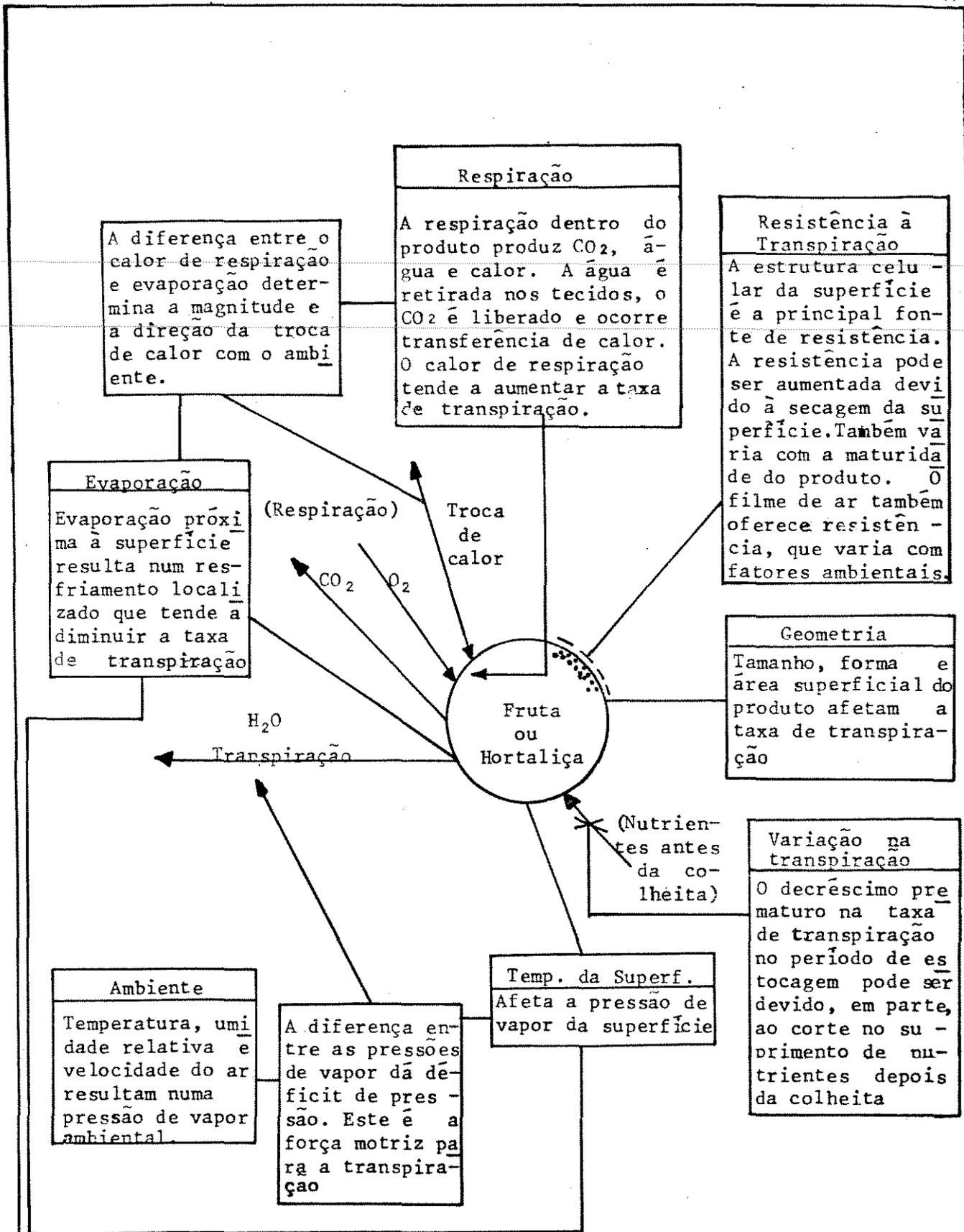


FIGURA 3 - Fatores relacionados com a transpi-  
ração de frutas e hortaliças.

FONTE: SASTRY et al. (106).

#### 2.2.4 - Fatores que afetam o amadurecimento

A preservação de frutas frescas com um mínimo de perda de qualidade durante o período de estocagem, envolve, primeiramente, o retardamento de transformações fisiológicas e bioquímicas associadas com a senescência (54).

Os fatores ambientais que afetam o amadurecimento das frutas são: luz, temperatura e gases atmosféricos. A ecologia do amadurecimento da fruta é sazonal e relacionada com o florescimento, que é controlado pela luz e pela temperatura (70).

##### 2.2.4.1 - Temperatura

O amadurecimento das frutas é muito sensível às condições externas e, em particular, à temperatura, sua ação é mais complexa do que seria uma simples estimulação do metabolismo pelo calor (123). A máxima redução na atividade metabólica viável em estocagem refrigerada é limitada, principalmente, pela temperatura onde ocorre o congelamento do tecido ou danos pelo frio (54). A escolha da temperatura de refrigeração deve ser adaptada ao estado de maturação na colheita e à origem geográfica (132).

VAN'T HOFF introduziu o conceito de coeficiente de temperatura como sendo a razão entre as velocidades de reação em 2 temperaturas diferentes. Denominou de  $Q_{10}$  a relação das velocidades correspondente a uma variação de  $10^{\circ}\text{C}$  na temperatura (10, 103). Dois aspectos devem ser considerados em relação à temperatura: a) o efeito direto sobre a atividade metabólica e b) o efeito indireto causado pela baixa temperatura ou por injúria pelo frio (11), por

tanto a aplicação das considerações de VAN'T HOFF a respiração tem limitações definidas, já que a temperatura exerce efeitos secundários (10). A temperatura tem, às vezes, efeitos mais pronunciados sobre aspectos fisiológicos do que na respiração (10).

Os efeitos da temperatura não são uniformes, pequenas mudanças na temperatura podem ter maior efeito em temperaturas mais baixas do que em mais altas (52). Em todos os casos, a aceleração da produção de  $\text{CO}_2$  em função da temperatura mostrou-se mais pronunciada nas faixas de temperatura mais baixas (10), quer dizer, o aumento na produção de  $\text{CO}_2$  é muito maior ao passar de 10 para 15°C, do que de 15 para 30°C. Entre 0 e 35°C, a taxa respiratória de frutas e hortaliças aumenta de 2 a 2,5 vezes para cada aumento de 10°C na temperatura, sugerindo que os processos biológico e químico são afetados. Acima de 35°C, a velocidade respiratória é o resultado do efeito favorável da temperatura na reatividade química e do efeito inibitório de alta temperatura sobre a atividade enzimática (95). Entretanto, um decréscimo da taxa respiratória em altas temperaturas, também poderia indicar que: a)  $\text{O}_2$  não se difunde rápido o suficiente para manter a taxa respiratória; b)  $\text{CO}_2$  acumula-se nas células a um nível que inibe o metabolismo; c) o suprimento de substâncias oxidáveis pode ser inadequado para manter uma alta taxa respiratória (95). RYALL & PENTZER (103), por outro lado, afirmam que as velocidades de respiração são controladas pela temperatura com um  $Q_{10}$  de cerca de 2,5, numa faixa de -1,11 a 32,22°C, sendo que temperaturas de 29,44 ou acima, geralmente inibem a respiração.

O efeito da temperatura na duração do estágio pré-climático é, geralmente, muito pequeno em comparação ao seu efeito durante a ascensão climatérica (11).

Frutas sensíveis ao frio, quando sujeitas a resfriamento não apresentam o modelo climatérico característico. O modelo climatérico foi encontrado em baixas temperaturas para frutas de zonas temperadas, mas não o foi para frutas tropicais e subtropicais. O climatérico de frutas tropicais foi suprimido tanto em baixas temperaturas como em altas, de onde conclui-se que as frutas tropicais e subtropicais do tipo climatérico têm uma faixa de temperatura mais limitada para o amadurecimento do que os frutos de zonas temperadas (10). Pois são originárias dos trópicos, que têm uma temperatura moderada constante, e fotoperíodo ideal, 12 horas-dia e 12 horas-noite (70).

É curioso como certas variedades não conseguem amadurecer completamente quando colocadas a 15 - 18°C, a não ser que tenham tido um tratamento frio previamente (123).

O quociente respiratório de algumas frutas não climatéricas é bem próximo da unidade, em temperaturas abaixo de 25°C, porém a 38°C, seu valor é maior que 1,5. Isto sugere que, em temperaturas excessivamente altas, estão sendo oxidadas substâncias com alto teor de oxigênio como os ácidos orgânicos, ou reações fermentativas estão predominando. De maneira geral, às frutas não climatéricas parecem tolerar melhor temperaturas mais baixas do que as climatéricas (10).

ULRICH (122) observou que armazenamento à temperatura de crescente dá bons resultados.

As recomendações para temperaturas de estocagem dependem do que causa maiores danos, se são moléstias patológicas ou fi-

siológicas. Há uma tendência de se recomendar maiores temperaturas de estocagem para produtos oriundos de regiões semiáridas do que de semiúmidas (11).

#### 2.2.4.2 - Concentrações de $O_2$ e $CO_2$ na atmosfera

As frutas respiram e amadurecem no ar (78% de nitrogênio, 21% de oxigênio, 0,03%  $CO_2$ , vapor de água e gases inertes, em volume). Dos gases acima, a influência decisiva é exercida pelas concentrações de  $O_2$  e  $CO_2$  e pela difusão destes para dentro e para fora da fruta. Considera-se que a difusão de oxigênio consiste de 2 partes: do ambiente externo até a superfície da fruta e da superfície para o interior da célula (10).

A intensidade de respiração é dependente da concentração de oxigênio, pelo menos em baixos níveis de oxigênio (10). Geralmente se a concentração de  $O_2$  é menor do que no ar, a respiração é retardada (52, 95).

HARVEY & RYGG (*apud* 10) encontram que uma amostra de fruta, colocada num recipiente fechado conectado a um manômetro, mostrou pressão negativa, tornando-se positiva à medida que o oxigênio foi sendo consumido. Eles afirmaram que quanto mais longo o período de pressão negativa, maior máximo de pressão negativa e menor ângulo entre a curva de pressão positiva e a abscissa, resultaria numa maior vitalidade da fruta.

Para frutas tropicais, a produção de  $CO_2$  diminui acen- tuadamente em pressões parciais de  $O_2$  mais baixas que no ar e o início da ascensão climatérica é retardada, enquanto que em níveis de oxigênio mais altos do que no ar, o aumento na respiração foi fracamente significativa. Em alguns casos, a temperatura pode ser o fator

limitante mesmo com abundância de oxigênio (10). Segundo ULRICH (122), tensões de oxigênio elevadas (50% por exemplo) podem estimular a maturação.

Aumentando-se a concentração de dióxido de carbono no ar, há uma diminuição da atividade respiratória (52, 95). O  $\text{CO}_2$  não exerce nenhum efeito marcante na magnitude da respiração na fase pré-climatérica, mas retarda efetivamente o início do climatérico (11), pois retarda as sínteses características da maturação através do retardamento de oxidações celulares (122).

Os efeitos do oxigênio na respiração foram diferentes para os citros. Estes apresentam uma concentração crítica de  $\text{O}_2$ , abaixo ou acima da qual a produção de  $\text{CO}_2$  aumenta. As medidas do quociente respiratório (Q.R.) apresentaram valores praticamente constantes, em torno de 1, para concentrações de  $\text{O}_2$  entre 2,5 e 100%, no entanto, houve um aumento bastante acentuado do Q.R. para concentrações abaixo da crítica (10).

Geralmente, há um pequeno aumento dos valores de Q.R. em baixos níveis de oxigênio, mas as diferenças não são grandes o suficiente para sugerir desvios básicos do processo respiratório normal (11).

Aparentemente, o fato de uma fruta ser climatérica não determina o modo como irá responder às mudanças na concentração de  $\text{O}_2$  (10). Porém, segundo BLEINROTH (15), as frutas climatéricas são menos susceptíveis às condições anaeróbicas, fermentando menos.

O climatérico pode ser suprimido completamente em um ambiente com 10% de  $\text{CO}_2$  e 10% de  $\text{O}_2$ . Porém, as frutas amadurecem normalmente bem como desenvolvem bom "flavor" quando transferidas para ambiente normal (10), embora não respirem tão rapidamente quanto as frutas armazenadas em condições ambientais; aparentemente, persis-

te um efeito residual que prolonga a vida de mercado de frutas armazenadas em atmosfera controlada (11).

Durante o período pós-climatérico, há um aumento acentuado de  $CO_2$  e uma diminuição do conteúdo de  $O_2$  na atmosfera interna (10).

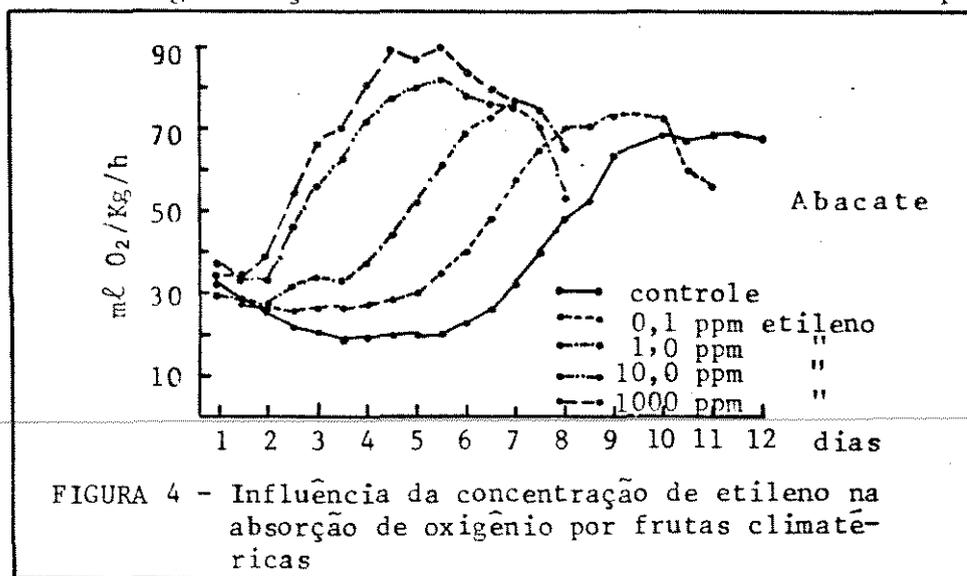
#### 2.2.4.3 - Etileno

O etileno foi determinado por DENNY, em 1924, como sendo o princípio ativo na combustão incompleta de produtos, que ocasiona aceleração da coloração e amadurecimento de frutas e hortaliças (10).

A produção de etileno torna-se indetectável com a aparente cessação, ou próximo da cessação, da divisão celular. Parece que na vida da fruta, o etileno não está envolvido somente na divisão celular e em estágios prematuros de alargamento celular, amadurecimento e senescência (2).

Para frutos climatéricos tratados com etileno há diminuição do período pré-climatérico, mas o máximo climatérico não é afetado (fig. 4) (10, 11, 103). É mais efetivo quando aplicado durante a fase pré-climatérica e em altas temperaturas (15, 95). A transformação de amido em açúcar inicia-se mais cedo, mas a concentração final é a mesma que das frutas não tratadas com etileno (10). BIALE (11) encontrou que, aproximadamente todas as transformações causadas pelo tratamento com etileno, foram transformações que ocorreriam durante o curso normal do amadurecimento. O etileno não exerce nenhum efeito acelerador no amadurecimento nem na respiração, se for aplicado depois do início da ascensão climatérica (10, 11, 15, 95). Em baixas temperaturas (o valor depende da fruta), a evolução de  $CO_2$  é suprimida, tanto em frutas tratadas com etileno como não tratadas, mas ao transferi-las para temperaturas mais altas, torna-se óbvio que o

etileno exerce alguma ação aceleradora mesmo em baixa temperatura (10).



FONTE: BIALE (10)

BURG & BURG (21) afirmam que não há registro de nenhuma fruta climatérica que tenha amadurecido antes de acumular quantidades estimuladoras de etileno; consideram o etileno como hormônio do amadurecimento, RHODES (101) e HULME (57) também. Há considerável evidência de que o etileno é um fator essencial (hormônio do amadurecimento) na sequência de eventos que constituem o amadurecimento; não há dúvidas também, de que em muitas frutas, as quantidades de etileno envolvidas no amadurecimento são bem maiores do que a nível de hormônio. Estes níveis maiores na produção de etileno, geralmente coincidem com o período onde as várias transformações tornam-se aparentes (83).

O amadurecimento de frutas pré-climatéricas pode ser retardado pela redução da concentração de etileno por rápida aeração (54).

As taxas de difusão do etileno podem ser aceleradas trocando-se o ar por uma mistura de hélio-oxigênio, ou mantendo-se a fruta em vácuo parcial. A difusão de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> e etileno através da polpa e casca da fruta segue a lei de FICK (21). Diminuindo-se a pressão de estocagem, há um aumento da difusão de etileno para fora da fruta, provocando um retardamento do amadurecimento pela diminui

ção da concentração de etileno no tecido (54, 103). A diminuição da concentração interna de etileno por vácuo parcial é o princípio da conservação em condições hipobáricas (22).

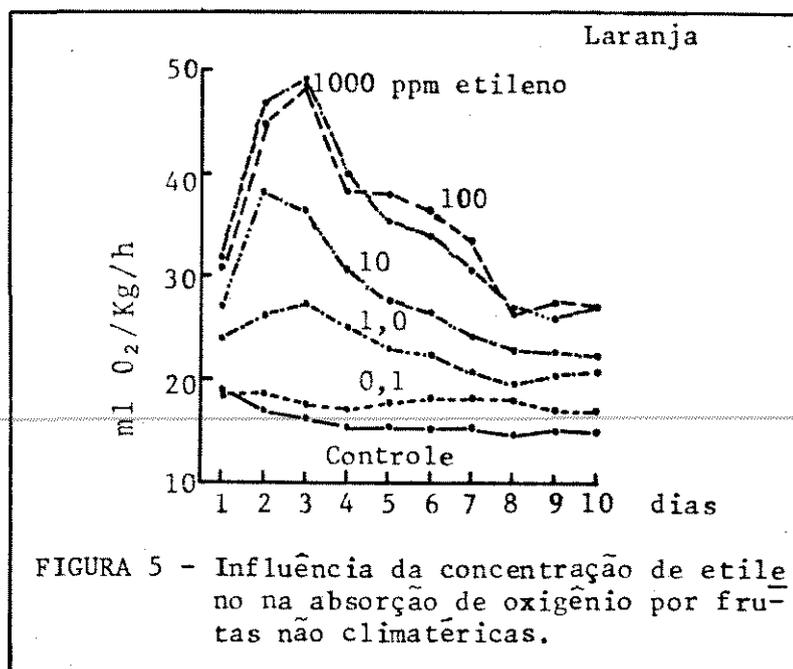
A concentração interna depende da velocidade de produção e da difusão do gás para fora da fruta. Esta última é, principalmente, uma função da relação área/peso e de barreiras à difusão, tais como cascas cerosas ou tecidos densos com pouco espaço intercelular. Em geral, a relação entre a concentração interna, em ppm, e a velocidade de produção, expressa em microlitros por quilo de fruta por hora, está numa faixa de 1,8 a 13,0. No climatérico as frutas têm as mais altas taxas de produção e as mais altas concentrações internas (103).

À medida que aumenta a temperatura, aumenta o efeito do etileno (15, 123), sendo que a temperatura ideal de aplicação está em torno de 20 - 25°C (15). A 20°C obtém-se um valor máximo de etileno interno, maior do que a 12 ou 34°C (122).

A aplicação de etileno em frutas não climatéricas provoca um aumento na produção de CO<sub>2</sub> em qualquer período pós-colheita em que seja aplicado (10, 11). O máximo efeito provocado se dá numa concentração de 100 ppm de etileno, acima desse valor o efeito é o mesmo (figura 5) (10).

Altas concentrações de etileno devem ser evitadas, pois, se altas o suficiente, serão explosivas (103).

Dependendo da resposta obtida ao tratamento com etileno, pode se classificar as frutas em climatéricas ou não climatéricas, é um método de classificação para frutas com comportamento incerto (10).



FONTE: BIALE (10).

A eficiência do tratamento com etileno no amadurecimento, à temperatura ambiente, diminui quando se aumenta o período de estocagem preliminar a frio (123).

O efeito acelerador dos vapores de frutas maduras em frutas verdes já era utilizado mesmo antes de se conhecer a ação do etileno (10).

Além de estar entre os voláteis produzidos por frutas maduras, YOUNG *et al.* (apud 10), mostraram que o etileno também é produzido por *Penicillium digitatum*.

SOLOMOS & LATIES (113) concluíram de seus estudos que o etileno perturba a organização celular das frutas por meios físicos. Segundo PANTASTICO *et al.* (92) não há, no momento, nenhuma evidência que mostre que o etileno faça parte de alguma reação bioquímica

conhecida, ou aja como uma coenzima, um desacoplador ou um cofator. Em escala molecular, ele poderia estar ligado ao íon metal de certas enzimas ou participar num sistema particular de transporte de elétrons. A nível celular, acredita-se que o etileno aumente a permeabilidade das membranas celulares bem como as membranas de partículas subcelulares, tornando assim, o substrato mais acessível às enzimas correspondentes. É evidente que o etileno ( $C_2H_4$ ) é um composto altamente móvel.

Concentrações de 0,05 ppm de etileno, ou mais baixas, parecem não exercer nenhuma função fisiológica (10), enquanto que concentrações próximas de 0,1 ppm na atmosfera, já são fisiologicamente ativas (52).

Alguns trabalhos tem concluído que o sistema de produção de etileno é suprimido em altas concentrações de  $CO_2$ , em condições anaeróbicas (103, 122) ou em concentrações muito baixas de oxigênio (70, 122). No entanto, há produção de um precursor do etileno em condições anaeróbicas (10).

Em frutas que estão amadurecendo, o etileno pode agir como um autocatalisador, acelerando sua própria produção (92, 123). Pode se notar que a indução por etileno não se dá ao mesmo tempo em todas as células e que as primeiras células produtoras, induzindo a maturação de outras, incentivam a síntese de etileno por elas mesmas (122). Uma vez que a formação do etileno tenha sido iniciada, ele pode estimular sua própria produção pela sua habilidade em influenciar a integridade da célula (112). As frutas tornam-se menos sensíveis ao etileno com o amadurecimento, esta diferença é devida às mudanças na produção do etileno endógeno (83).

O etileno estimula a atividade ou a formação de um certo número de enzimas (peroxidase, amonialiase, amilase, pectina metilesterase, etc.) (122).

HANSEN (*apud* 10, 11), encontrou que o pico climatérico coincidiu com o pico de produção de etileno. A taxa de respiração dobrou durante o pico, enquanto que o etileno formado foi 8 vezes maior. Isto ocorreu numa faixa de temperatura de 0 a 20°C, mas difere grandemente em altas temperaturas. Numa faixa de 20 - 40°C, a taxa de produção de CO<sub>2</sub> aumentou constantemente, enquanto que a produção de etileno diminuiu acentuadamente (10, 11), cessando a produção entre 35 e 40°C (103, 125). Com base nesses resultados, BIALE em 1954, concluiu que o etileno é antes um produto do processo de amadurecimento do que um agente causal da ascensão climatérica autógena (10). Trabalhos revistos por PENTZER & HEINZE (96) sugeriram que as transformações nas reações metabólicas, mais universal na natureza do que a evolução do etileno, estão associadas com as transformações características do climatérico. Por outro lado, HANSEN (54) coloca que a difundida ocorrência do etileno em frutas e em outros tecidos das plantas, faz com que ele não possa ser visto, como um subproduto do metabolismo. PANTASTICO *et al.* (92) afirmam que há uma relação causal entre etileno e amadurecimento.

De maneira geral, pode se dividir os autores em dois grupos, os que consideram o etileno como um agente causal do amadurecimento (21, 54, 57, 83, 92, 101) e os que o consideram como subproduto (10, 96, 103).

A produção de etileno começa poucas horas antes do início da ascensão climatérica (59, 92). O pico de produção de etileno não é importante, significante é o ponto onde são produzidas quan

tidades fisiologicamente ativas para iniciar o climatérico (59). O etileno estimula o amadurecimento provavelmente por induzir os sistemas enzimáticos do amadurecimento (52).

A produção de etileno varia para espécies diferentes e entre variedades da mesma espécie (11, 103).

BIALE (11) concluiu que o etileno contribui com cerca de 2/3 do total de carbono liberado sob a forma de voláteis, porém, em trabalho posterior (10), cita um trabalho onde o etileno é apontado como responsável por 70 a 80% do carbono total produzido pelos voláteis. Em relação ao CO<sub>2</sub> as frutas eliminam somente de 0,1 a 1% de voláteis, incluindo o etileno (14).

De maneira geral, quanto menor a quantidade de etileno produzida, maior é a vida de estocagem da fruta (11).

Como os químicos orgânicos podem produzir etileno pela desidratação de álcool etílico, os bioquímicos têm suposto que uma enzima para esta reação exista no tecido da planta. Porém, BIALE (10) injetou etanol marcado em "cherimoya" e este foi metabolizado rapidamente, aumentando a concentração de CO<sub>2</sub>, mas não a de etileno. Tem sido afirmado que etileno é produzido facilmente de etanol, alanina, glicerol, glucose, puruvato, piruvato e isocitrato. Assim, os produtos intermediários do ciclo de Krebs são envolvidos, embora não diretamente. Nas frutas, o precursor de etileno mais comumente aceito é a L-metionina. Mas há também, forte evidências de que o etileno é facilmente formado do ácido linoleico, etanol e  $\beta$ -alanina (92).

#### 2.2.4.4 - Outros gases

SOLOMOS & LATIES (112) observaram que "cyanide", CO e Br<sub>2</sub> vapor induziram o climatérico e aumentaram a produção de etileno, porém os autores não conseguiram estabelecer com certeza se essas substâncias exerciam efeito no amadurecimento independentemente, ou através do etileno.

---

#### 2.2.4.5 - Auxinas

Entre as substâncias não voláteis que afetam o amadurecimento e estocagem de frutas, algumas tem sido testadas, tais como ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético (2,4,5-T), ácido  $\alpha$ -naftalenacético (NAA) e ácido paraclorofenoxiacético (CPA), que são conhecidos como "reguladores de crescimento" ou auxinas (10, 57, 122).

2,4-D e 2,4,5-T geralmente impedem o crescimento de microorganismos e outras doenças nas frutas. Embora em algumas eles não tenham nenhum efeito, em outras, eles aceleram o amadurecimento e, em outras, retardam (11). As substâncias reguladoras do crescimento são, algumas vezes, estimuladoras do amadurecimento em frutas colhidas; parece porém, que o tratamento só é efetivo sob certas condições, particularmente quando a aplicação é feita logo depois da colheita (123).

Uma combinação de etileno e 2,4-D parece ter um maior efeito na respiração e amadurecimento de peras pré-maduras do que qualquer um deles em separado. Sempre que substâncias reguladoras

do crescimento afetam o amadurecimento, elas produzem um maior valor para o pico de liberação de CO<sub>2</sub> do que para frutas não tratadas (11). 2,4-D e IAA (ácido indolacético) aumentam a produção de etileno (83). A ação das auxinas em citros foi oposta a do etileno (10).

As giberelinas retardam a maturação (122). Além dos produtos anteriormente citados, mais dois têm sido testados: alar (ácido N-dimetilaminosuccinâmico) e ethrel (ácido 2-cloroetilfosfônico). O alar ou aminoaldrin ou B9, mantém as frutas mais firmes, retarda a produção de etileno e o climatérico. Sua ação é contrária ao etileno e ao ethrel ou etephon. Pensa-se que o alar possa modificar o equilíbrio hormonal. A associação alar + ethrel permite, às vezes, controlar o amadurecimento e obter frutas de maturação mais homogênea (122). O ethrel age como o etileno e existe condições de ser aplicado no campo (57).

#### 2.2.4.6 - Radiação

As radiações podem agir como estimuladoras ou inibidoras do amadurecimento, dependentemente da espécie (123).

#### 2.2.4.7 - Umidade do ar

A umidade relativa e a velocidade do ar na vizinhança da fruta influenciam a maturação, especialmente a evolução do flavor (123).

#### 2.2.4.8 - Luz

O amadurecimento é muito mais rápido sob luz vermelha

650 nm), outros comprimentos de onda não se mostraram efetivos (70).

Temperatura, conteúdo de oxigênio e dióxido de carbono da atmosfera circundante, etileno e voláteis ativos produzidos pela fruta em certos estágios do amadurecimento, exercem uma influência marcante no aumento respiratório. Do ponto de vista do prolongamento da vida de estocagem, as condições que afetam o climatérico devem ter um efeito quantitativo e não qualitativo (11).

#### 2.2.5 - Distúrbios Fisiológicos

Os distúrbios fisiológicos podem ser de 2 tipos: aqueles são atribuídos a condições do crescimento pré-colheita e aqueles que tem sua origem devido a condições de transporte e estocagem depois da colheita (125).

##### 2.2.5.1 - Fatores Pré-colheita

###### a) Práticas culturais

Até o momento não se tem estudos conclusivos a respeito da influência das práticas culturais nos distúrbios fisiológicos pós-colheita. Sabe-se apenas que o efeito do Nitrogênio é muito pequeno, que o potássio pode aumentar ou diminuir o dano, dependendo da injúria considerada e que o fósforo tem sempre sido benéfico quando utilizado (125). Dentre outras práticas culturais, pode se destacar a irrigação e o desbaste. Quando a primeira é feita inadequada

mente, geralmente é responsável pela redução do tamanho da fruta e rendimento. O desbaste geralmente aumenta o tamanho da fruta, mas pode diminuir o teor de sólidos solúveis e acidez (94).

#### b) Composição mineral

Os elementos minerais têm uma importante influência na qualidade de frutas, e seus níveis afetam o comportamento pós-colheita e a vida de armazenamento (52). Parece haver uma relação entre o teor de cálcio das frutas e o aparecimento de algumas injúrias. O seu exato papel é ainda obscuro, como de todos os minerais, mas parece provável que seja de importância no desenvolvimento de parede celular e que sua falta pode conduzir a uma fraqueza do esqueleto (125).

Tem sido observado um menor grau de colapso por baixa temperatura em maçãs com altos níveis de potássio, fósforo e magnésio do que em maçãs com baixas concentrações desses elementos (125).

#### c) Maturidade

O estágio no qual a fruta é colhida tem profundo efeito sobre o desenvolvimento de distúrbios na estocagem. Se a fruta é colhida muito precoce, seu desenvolvimento e nutrição são interrompidos e pode nunca desenvolver todo o "flavor", por outro lado, se é colhida muito madura, sua maturidade nunca será anulada pelo tratamento subsequente (125). As frutas são mais sensíveis a baixas temperaturas quando colhidas e resfriadas pouco antes do climatérico (96, 125), se colhidas bem antes ou depois, são menos susceptí-

veis (125). RYALL & PENTZER (103), por sua vez, afirmam que frutas verdes são, geralmente, mais sensíveis ao frio do que frutas ma duras.

#### d) Condições climáticas

De todos os fatores pré-colheita que afetam os distúrbios na estocagem, a condição climática é, provavelmente, a mais importante, e é incontrolável (125). O clima afeta a nutrição da fruta e o seu conteúdo de água. Afeta também as características e propriedades físicas da casca, controlando a "ventilação" da fruta. O teor de nitrogênio da fruta varia grandemente com as estações do ano, potássio e fósforo também estão sujeitos a variações sazonais, embora não tão grandes como as do nitrogênio. Entre os constituintes orgânicos, é conhecido que o conteúdo de ácido ascórbico varia com temperaturas de verão; acidez e adstringência também flutuam (125).

### 2.2.5.2 - Fatores Pós-Colheita

#### a) Temperatura

Muitas frutas e hortaliças são prejudicadas fisiologicamente em estocagem a baixa temperatura que são, consideravelmente, acima do ponto de congelamento dos tecidos (52, 93, 96, 103). Os sintomas mais comuns são: descoloração interna e da superfície, corrosão, susceptibilidade à deterioração e fracasso ao amadurecimento (96).

Existem grandes diferenças, quanto à susceptibilidade ao

resfriamento, entre as espécies e mesmo entre as variedades (96).

Frutos e hortaliças tropicais e subtropicais são consideradas mais susceptíveis a baixas temperaturas do que as originárias de zonas temperadas, obviamente é uma generalização ampla, podendo haver algumas exceções (52, 96, 103).

Todas as reações bioquímicas, incluindo a respiração, podem ter coeficientes de temperatura razoavelmente diferentes. Portanto, se uma fruta é exposta a temperaturas extremas (altas ou baixas), algumas reações podem ser aceleradas ou retardadas em excesso, resultando um permanente distúrbio do amadurecimento, talvez por subprodução de certos compostos essenciais ou pela superprodução de substâncias que podem ser tóxicas (125).

Segundo a teoria enunciada por R. PLANCK, há 2 processos bioquímicos, um forma o tóxico na célula e o outro o decompõe. Enquanto as velocidades dos dois processos forem iguais, o tóxico é imediatamente transformado. Quando porém, sob baixa temperatura, as velocidades não coincidirem, poderá haver o acúmulo do tóxico na célula. Em temperaturas mais altas, o tóxico é rapidamente decomposto assim que vai sendo produzido, não se dando o seu acúmulo (14, 103, 125). Por isso há efeitos benéficos quando se expõe as frutas, por um determinado período, a temperaturas mais altas do que o de armazenamento (103).

Recente pesquisa mostrou que a sensibilidade à injúria pelo frio está estritamente associada com a natureza e funcionamento das membranas lipoproteicas na célula, mais precisamente com as transformações nos fosfolipídeos (52). Os tecidos injuriados pelo frio são facilmente invadidos pelos microorganismos causando podri

dão; frequentemente a injúria pelo frio é seguida de séria deterioração (103).

As transformações nos carboidratos durante a estocagem em baixas temperaturas mostra que o equilíbrio de alguns sistemas enzimáticos é perturbado apreciavelmente. O acúmulo de ácidos orgânicos também indica uma mudança no curso de certas funções metabólicas (96).

Um trabalho bastante interessante sobre injúrias pelo frio ("chilling injury") foi realizado por PANTASTICO *et al.* (93), abordando os fatos que afetam as injúrias pelo frio, os meios de controle e as teorias do mecanismo.

Não é somente a baixa temperatura que determina a extensão do dano por temperatura baixa, um fator muito importante é o tempo de exposição. Depois da fruta ter ficado um determinado tempo em baixa temperatura, se colocada numa temperatura mais alta, o metabolismo da fruta recupera o modelo normal durante o período de aquecimento ("warming"). O aquecimento é muito interessante como forma de prevenir a injúria pelo frio (28, 125), pode ser feito de modo intermitente durante o armazenamento (28).

Temperaturas anormalmente baixas produzem efeitos danosos tanto quanto temperaturas anormalmente altas (125). Muitas vezes temperaturas intermediárias são responsáveis por maiores danos do que temperaturas mais baixas ou mais altas (96, 103, 125).

Temperaturas muito altas ou muito baixas reduzem a permeabilidade celular, permitindo que os conteúdos celulares se misturem; presumivelmente estas temperaturas não inativam as enzimas e o escurecimento característico de colapso por baixa temperatura apa

rece (125). O escurecimento é devido ao acúmulo de fenóis oxidados, pois em tecidos avariados, o fenol é, provavelmente, oxidado mais rápido ou reduzido mais devagar do que em tecidos intactos. O escurecimento parece ser devido à atividade da polifenoloxidase em presença de O-difenol e oxigênio. Em células vivas, os fenóis podem não ser capazes de reagir por causa de sua localização nos vacúolos, enquanto que as oxidases estão situadas no protoplasma (123).

---

Estudos com tecidos de frutas e hortaliças sensíveis ao frio indicam que a atividade mitocondrial é afetada durante a estocagem em baixas temperaturas (54, 103).

b) Concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> na atmosfera

Algumas frutas (morangos, amoras, cerejas, uvas, ameixas, etc) não são muito susceptíveis a injúrias por CO<sub>2</sub>, mesmo em altas concentrações (15 - 30%) (125).

Atmosferas enriquecidas com CO<sub>2</sub> causam danos na casca de citros ou "flavors" estranhos (125), bem como são responsáveis pelo aparecimento de uma coloração marron-avermelhada na região central de maçãs (52, 125).

O aumento da concentração de CO<sub>2</sub> inibe certas enzimas (aldeído desidrogenase, succinodesidrogenase, etc) provocando a aparição de sabores estranhos devido à produção de álcool e acetaldeído (122). O acetaldeído é um metabólito ao qual é atribuído um papel chave na deterioração fisiológica de frutas, acumula-se durante o amadurecimento e durante o desenvolvimento de muitos distúrbios fisiológicos. Seu papel na deterioração não é claro, mas sua toxicidade é facilmente demonstrada (111). BLEINROTH *et al.* (16) observa

ram que uma concentração de  $\text{CO}_2$  acima de 10% causa a formação de álcool etílico.

As injúrias provocadas pela concentração de  $\text{CO}_2$  são devido ao acúmulo de substâncias tóxicas pelos tecidos injuriados. Outra teoria seria relacionada com o impedimento de escape do  $\text{CO}_2$  do interior da fruta devido a uma modificação na porosidade da casca (125).

Um mínimo de concentração de oxigênio é necessário para que a respiração possa ocorrer normalmente. Abaixo desse nível ocorre a respiração anaeróbica e é produzido álcool, isto pode causar "flavors" estranhos se a condição é prolongada. Parece que as frutas toleram concentrações de oxigênio até 5%, mas o limite exato para que ocorra amadurecimento normal é variável (125).

A principal injúria causada pela diminuição da concentração de  $\text{O}_2$  é o aparecimento de depressões escuras na casca da fruta (125).

#### c) Etileno

Também pode causar efeitos danosos tais como amadurecimento precoce, desfolhamento em plantas, sabor amargo em cenouras e injúrias na casca de citros, bem como aumentar a susceptibilidade de destes últimos à deterioração (103).

#### d) Umidade

Atmosferas próximas da saturação resultam em rachaduras anormais da casca (principalmente em maçãs e ameixas), enquanto que

em atmosferas muito secas conduzem ao enrugamento (125). Tem sido mostrado que a perda de água nos estágios iniciais da estocagem tem um efeito maior, na severidade do colapso da senescência em maçãs, do que a evaporação posterior. A permeabilidade da casca da fruta, a trocas gasosas, diminui rapidamente quando ocorre evaporação. A perda de água pode ter um efeito físico, resultando na ventilação limitada dos espaços intercelulares (125).

---

É concebível que uma leve perda de água introduza uma lentidão no metabolismo. A respiração de maçãs em atmosfera seca é menor do que em atmosfera úmida, mas este pode ser um efeito físico na porosidade da casca, que resulta numa ventilação limitada dos espaços intercelulares (125). Uma ligeira perda de água pode ser responsável por um "flavor" insuficiente (122).

Dependendo de variedade de fruta e da severidade dos danos, a injúria pode estimular a respiração (95).

#### 2.2.6 - Fisiologia pós-colheita de abacaxi.

O desenvolvimento dos frutos é completado cerca de 140 dias após a floração, e este é o ótimo tempo para colheita (27).

##### 2.2.6.1 - Respiração

O abacaxi, segundo alguns autores (10, 33, 34, 101, 103), é uma fruta não climatérica. Embora RYALL & PENTZER (103) tenham encontrado um comportamento similar ao de banana, abacate e pêsego, frutas tipicamente climatéricas. O termo climatérico é usado no sentido de que profundas transformações bioquímicas ocorrem du-

rante o amadurecimento. Se a respiração alcança um máximo pouco antes, durante ou pouco depois dessas transformações, a fruta é considerada climatérica. Se o máximo de respiração não coincide com essas transformações, então a fruta é considerada não climatérica (33, 64). Frutas colhidas tardiamente mostraram o início de um aumento na respiração, enquanto que frutas colhidas verdes apresentaram um rápido declínio na respiração até um valor mínimo, seguido de um pequeno aumento e posterior declínio (34).

Como o abacaxi é uma fruta composta, poderia se supor que o máximo climatérico para cada frutílo é mascarado pela respiração da fruta total (33, 95). Mas DULL (33)<sup>8</sup> usou 2 espécies de abacaxi, nas quais os frutos individuais não eram fundidos e foi possível medir a taxa respiratória de cada fruto em diferentes estágios de desenvolvimento, novamente não foi encontrado um máximo climatérico. BOSE (*apud* 33, 101), em 1962, relatou que a variedade Kew apresenta um máximo climatérico, todavia as diferenças entre os resultados desses dois autores ainda não foram devidamente explanadas.

A interpretação de dados de respiração para frutas compostas tais como o abacaxi, compostos de frutos em diferentes estágios de desenvolvimento, é difícil e muito cuidado deve ser aplicado nas conclusões (101).

No quadro 5 apresentamos alguns dados de taxas respiratórias de abacaxi.

QUADRO 5 - Taxas respiratórias de abacaxi.

Referência	temperatura (°C)	taxa respiratória (mg CO <sub>2</sub> /Kg/h)
GORE (apud 11)	2,0	5,1
	11,0	8,3
BIALE (11)	30,0	67,2
	25,0	83,0
I.I.F. (61)	4,4 - 5,0	1,4 - 2,3
	15,0 - 15,5	13,2 - 18,2
	20,0 - 21,1	24,1 - 40,0
	25,5 - 26,7	35,5 - 62,7
LUTZ & HARDENBURG (80)	5,0	14,9 - 16,9
	10,0	24,5 - 26,4
	15,0	28,2 - 30,0
	20,0	30,9 - 32,7
HALL (52)	5,0	13,1 - 14,7
	10,0	21,2 - 22,9
	15,0	24,5 - 26,1
	20,0	27,8 - 29,4

#### 2.2.6.2 - Transformações Bioquímicas

O abacaxi não contém amido mesmo quando está verde (89).

Após 15 dias a 24°C, o abacaxi apresenta quase nenhuma variação nos açúcares totais, independente do seu estágio de ma-

maturação inicial, se verde, 1/3 maduro ou mais (27). Para essa mesma temperatura, DULL (33) registrou uma diminuição dos sólidos solúveis.

Há uma diminuição progressiva dos sólidos solúveis da polpa a 10, 12 e 20°C, sendo rápida e marcante a 20°C e lenta e suave a 10 e 12°C (51). A 12°C, há uma redução dos açúcares totais e sólidos solúveis totais, para qualquer estágio de maturação inicial (verde, 1/3 maduro, mais que 1/3 maduro) (27).

O ácido ascórbico praticamente não se modifica durante o armazenamento (33).

GUECHE (51) observou que a acidez titulável de abacaxi Red Spanish, conservado a 20°C, aumenta ligeiramente no início e diminui progressivamente durante o período de conservação. A 10 e 12°C, a acidez aumentou e ultrapassou o teor inicial e, contrariamente ao que se passa a 20°C, a acidez se mantém e praticamente se estabiliza num nível superior ao valor inicial. O pH da polpa varia pouco durante o armazenamento a 20 e 12°C (aumenta ligeiramente a 20°C e diminui a 12°C), a 10°C observou-se uma diminuição marcante depois de 13 dias de armazenamento. Os resultados de acidez apresentados por COTTA NETA & SUBRAMANYAN (27) são um pouco diferentes, a 24°C houve aumento da acidez e a 12°C praticamente não houve variação. DULL (33) não encontrou praticamente nenhuma variação da acidez em armazenamento a 24°C.

A firmeza da polpa (medida na região central da superfície exterior da fruta) diminui significativamente durante o armazenamento a 10, 12 e 20°C. A variação é menos marcante, no entanto nas 2 primeiras temperaturas (51). No final do armazenamento, nas 3 temperaturas, a firmeza da polpa apresenta níveis comparáveis àque

les correspondentes às frutas que amadurecem na planta (51).

A atividade das enzimas desidrogenases varia com a maturação, geralmente diminui com o amadurecimento (123). A presença de várias delas no abacaxi foi mostrada por WATTS & GRISWOLD (*apud* 123). HOBSON (*apud* 82) associou o amadurecimento de abacaxi com o aumento da atividade da enzima poligalacturonase.

~~A temperatura de armazenamento tem uma influência marcante na velocidade de degradação das clorofilas. A temperatura ambiente, 50% da clorofila inicial é degradada em 3 dias e totalmente em 7-8 dias; a 20°C são necessários 6 dias para degradar 50% e 10-12 dias para degradar totalmente; a 12°C são necessários 14 e 27 dias para degradação de 50% e total da clorofila, respectivamente (51). Os carotenóides e antocianinas evoluem fracamente a 12°C, enquanto que a 20°C e à temperatura ambiente diminuem significativamente; à medida que se aumenta a temperatura de armazenamento a casca do abacaxi ganha em tonalidades amareladas e perde em tons vermelhos a 12°C permanece as tonalidades avermelhadas que são tão atraentes (51).~~

A avaliação sensorial de abacaxi armazenado a 24°C mostrou que há preferência pelas frutas colhidas verdes, enquanto que a 12°C, a preferência foi por frutas colhidas 1/3 maduras. No entanto, as frutas armazenadas a 24°C sempre foram preferidas em relação às armazenadas a 12°C, independente do seu estágio de maturação na colheita (27).

O "flavor" de frutas armazenadas não é o mesmo que o de frutas amadurecidas na planta, então DULL (33) concluiu que o processo normal de amadurecimento de abacaxi não ocorre se a fruta for

colhida no início do amadurecimento.

#### 2.2.6.3 - Influência de fatores externos no amadurecimento.

Diminuindo-se a concentração de  $O_2$  na atmosfera, há uma diminuição da velocidade de respiração de abacaxi, no entanto, o aumento da concentração de  $CO_2$  exerce, apenas, uma ligeira diminuição (33).

O tratamento de abacaxi com 100 ppm de etileno na fase de pré-maturação causou um estímulo na respiração, mas não foi associado com sinais visíveis de amadurecimento; a resposta à aplicação de etileno só foi dada pelas frutas colhidas prematuramente (34). Com base nesses resultados, os autores (34) sugeriram que ocorre um climatérico durante o amadurecimento da fruta na planta. O etileno parece estimular a velocidade de respiração de abacaxi enquanto há alguma clorofila remanescente na casca (33).

O abacaxi produz pequenas quantidades de etileno quando comparado com outras frutas (52, 83), sendo que a sua concentração decresce da base em direção ao ápice do abacaxi (33). A concentração interna média é 0,16-0,40 ppm (52, 101).

O florescimento de abacaxi foi induzido por ácido indol-acético (IAA) (21). Diversos autores (5, 97, 114) estudaram a aceleração do amadurecimento de abacaxi pela aplicação de etefon (ácido 2-cloroetilfosfônico) antes da colheita. A aplicação de etefon, em 1 kg de ingrediente ativo/hectare, adiantou a maturação por 4 - 5 dias e melhorou a cor da casca sem qualquer efeito na qualidade interna (cor da polpa, índice de refração, acidez, etc) (43). Os frutos podem ser desverdecidos até uma coloração atrativa amarelo-ala

ranjada da casca, pela imersão numa solução aquosa de ethrel (elefon) a 2000 ppm por 5 min. (27). Entre os agentes que retardam a maturação de abacaxi, destacam-se o ácido 2,4,5 - triclorofenoxiacético (2,4,5-T) e o ácido 1-naftaleno acético (SNA) (49).

#### 2.2.6.4 - Distúrbios Fisiológicos

O abacaxi é injuriado pelo frio em temperaturas abaixo de 7,2 - 10°C (80). Quando está meio maduro é particularmente sensível a temperaturas abaixo de 10°C (53), segundo DULL (33) é quando está verde. O abacaxi verde, no início da maturação, é mais sensível ao frio que o abacaxi semimaduro ou maduro (17). Os sintomas que apresenta quando armazenado em temperaturas entre 0 e 7,2-10°C são: cor verde opaca quando amadurecido (80), despreendimento das folhas da coroa, regiões da polpa com acúmulo de água, escurecimento da região central interna, susceptibilidade à deterioração quando removido do armazenamento (33, 53), pode apresentar também, amadurecimento desigual e pouco desenvolvimento do "flavor" (93). Em temperaturas abaixo de 7°C, o abacaxi apresenta escurecimento interno com aumento da acidez total titulável, acompanhada de inversão da sacarose (17).

MILLER & HEILMAN (*apud* 96) sugeriram que a destruição do ácido ascórbico constitui a primeira fase do desenvolvimento de injúria por baixa temperatura. Com a destruição do ácido ascórbico, há um acúmulo de quinonas, pois estas são convertidas em fenol pelo ácido ascórbico, esse acúmulo provoca a descoloração notada nas frutas resfriadas.

Em temperaturas de 12 ou 20°C não foi observado os sin-

tomas de escurecimento interno ou de outros distúrbios fisiológicos. A 10°C, as frutas não trocaram de cor completamente, embora apresentassem os sinais normais de senescência (51).

O escurecimento interno (endógeno) ocorre frequentemente em simultaneidade com a injúria pelo frio (33). Uma característica precoce do distúrbio é a formação de zonas aquosas na base do frutinho, junto ao talo; quando aumenta a severidade do distúrbio, as zonas se alargam e tornam-se escuras (33, 91). O escurecimento necessita da sucessão de duas fases: resfriamento (indução do escurecimento) seguido de aquecimento (revelação do escurecimento) (118). Há indução de escurecimento interno quando o abacaxi é estocado a 8°C por uma semana, seguido de uma semana a 21°C, porém não ocorre injúria pelo frio (33, 91).

Há o desenvolvimento de escurecimento endógeno mesmo em armazenamento a 16°C (27). Observações preliminares indicaram que o escurecimento endógeno pode ser reduzido por imersão dos frutos em água quente a 56°C por 5 minutos, após armazenamento em 8°C por 12 dias, o tratamento não é efetivo com a extensão do armazenamento (27). AKAMINE *et al.* (3) sugerem um tratamento térmico de 1 dia a 32,3 - 37,8°C para controlar o escurecimento endógeno de frutas armazenadas a 7,2°C. Uma série de trabalhos (113, 115, 116, 117, 118) foi realizada a respeito do escurecimento interno de abacaxi, discutindo o fenômeno em si, bem como os meios de controle.

### 2.3 - Armazenamento de frutas

O objetivo de qualquer armazenamento técnico é diminuir os processos metabólicos e a respiração das frutas, prolongando suas

vidas tanto quanto possível, sem perturbar o metabolismo normal nem causar amadurecimento anormal ou outras transformações indesejáveis (52).

O armazenamento de frutas é altamente importante devido às grandes perdas desses produtos. Tem sido estimado que se perde entre 25 e 80% de frutas e hortaliças depois da colheita. As perdas mais sérias ocorrem nas regiões tropicais (84).

### 2.3.1 - Tipos

Atualmente dispõe-se de 3 tipos de armazenamento, sendo a refrigeração o mais comum, seguido de atmosfera controlada e por último, pressão subatmosférica.

#### 2.3.1.1 - Refrigeração

A refrigeração é um armazenamento que ocorre em baixas temperaturas, sempre acima do ponto de congelamento de fruta, geralmente com temperaturas entre 0 e 15 C (73). Não melhora a qualidade dos produtos, mas apenas diminui a deterioração microbiana, química ou por processos enzimáticos. Quanto mais avançados estão esses processos, torna-se mais difícil retardá-los. No entanto, pode-se esperar bons resultados com a utilização de refrigeração, quando os produtos estão limpos, livres de problemas fisiológicos e de qualquer sinal de ataque microbiano (32, 62, 77, 103).

O tratamento por refrigeração deve ser iniciado imediatamente após a colheita (62, 103). Qualquer atraso na estocagem do produto, reduz a vida de armazenamento, quer seja por causa da

deterioração ou devido às transformações químicas. A refrigeração deve ser contínua (62).

No armazenamento a baixa temperatura, o pré-resfriamento exerce um papel de grande importância, pois será através dele que ocorrerá uma redução rápida da respiração e do crescimento microbiano (69). Todos os métodos de pré-resfriamento, para retirada rápida de calor de matéria-prima, utilizam meios como o ar, água ou gelo. Dentre esses, destacam-se o pré-resfriamento com água resfriada ("hydrocooling"), que consiste na imersão ou pulverização de água a temperatura próxima de 0°C; pré-resfriamento por ar forçado; pré-resfriamento a vácuo ("vacuum cooling"); pré-resfriamento por colocação de gelo sobre a matéria-prima ("top icing") e pré-resfriamento em câmara (69, 108, 127). De maneira geral, o pré-resfriamento com água resfriada é mais rápido, depois é o ar forçado seguido da câmara (127).

Dentre os fatores que afetam um bom armazenamento, destacam-se: temperatura, umidade e circulação de ar, sendo que esta última é de menor importância bem como a iluminação (9, 62, 73, 108, 125). A circulação deve ser moderada para longas estocagens. A criação de zona de estagnação ou de excessivo fluxo de ar deve ser evitada (62, 73, 108, 125).

A circulação do ar na câmara tem duas funções: a de homogeneizar a distribuição do frio e da umidade relativa, e a de conduzir o frio do evaporador para o seu interior (14, 104). Em consideração à perda de umidade do produto, a velocidade de circulação do ar não deve ser muito alta, isto é, não ir além de 0,2m<sup>3</sup>/segundo. Isso corresponde a 20 ou 30 vezes o volume da câmara, por hora, de ar em movimento (14). Ou ainda, o volume de ar deve ser de, pe

lo menos,  $0,8 \text{ m}^3/\text{h}$  por quilograma de produto (104).

A umidade relativa influencia a perda de peso durante a estocagem. Para reduzir a perda utiliza-se altas umidades relativas, mas não tão altas que possam favorecer o crescimento de microorganismos (14, 62, 73, 108, 125). Assim, as umidades relativas recomendadas pelo IIF (61) são adequadas para o não desenvolvimento de microorganismos e para uma perda de peso por evaporação dentro de limites aceitáveis.

Os resultados de alguns trabalhos (6, 7) indicam que a maioria dos vegetais retêm melhor, e por mais tempo, sua qualidade de produto fresco quando estocados a 98 - 100% de umidade relativa do que em níveis mais baixos de umidade. Geralmente, aparência e cor se transformam em menor grau durante a estocagem, enquanto que as qualidades de textura se mantêm melhor por causa de redução de perda de peso (6,7). A condensação que às vezes ocorre na superfície dos produtos, parece ter um efeito benéfico antes de ser prejudicial (9).

Há considerável interesse em purificadores de ar para câmaras de estocagem a frio, para remoção do etileno e outros voláteis (15, 103), bem como de odores indesejáveis (63) e de substâncias tóxicas dos frutos (15). Na prática, os frigoríficos há muito tempo vêm se preocupando com a purificação do ar. Assim, foram utilizados filtros de carvão ativo,  $\text{KMnO}_4$ , aparelhos de ozônio, lavadores de ar e algas umedecidas. Aconselha-se ainda, adicionar ar puro a fim de se expelir ar poluído para fora da câmara (14).

#### 2.3.1.2 - Atmosfera controlada

A atmosfera controlada (AC) é a mais importante inova-

ção na estocagem de frutas e vegetais desde a introdução de refrigeração mecânica (31). Este método, se combinado com a refrigeração, retarda em grande medida a atividade respiratória e pode retardar o amadurecimento, trocas químicas e outros processos de quebra, prolongando a vida da fruta (31, 63). Na atmosfera controlada o conteúdo de oxigênio é abaixo do normal contido no ar (20%), enquanto o conteúdo de nitrogênio é maior que 80%. A concentração mínima de oxigênio, para evitar danos pela anaerobiose, deve ser encontrada experimentalmente para cada espécie e variedade. Um aumento limitado na concentração de dióxido de carbono, frequentemente é favorável ao armazenamento (63).

O armazenamento em atmosfera controlada, chamado de "atmosfera de produtos gerados", é o resultado da acumulação de dióxido de carbono liberado durante a respiração da fruta, que pode ser estabilizado num determinado nível desejado ou pode ser removido por absorção, com o objetivo de abaixar o nível de oxigênio. A "atmosfera externamente gerada" é o caso onde os gases são injetados no interior da câmara (125, 127).

Em atmosfera controlada é possível, para alguns produtos, duplicar o tempo de armazenamento em relação à refrigeração (55).

Os resultados encontrados por alguns autores (120), mostraram que a relação entre o calor de respiração em atmosfera controlada e no ar é bem semelhante para diferentes produtos, variando somente entre 28 e 32%. Isto indica que se a composição de AC é ótima, a redução proporcional do calor de respiração de um produto em AC, em relação ao ar, poderia ser a mesma para todos os produtos.

Um frigorífico de atmosfera controlada tem um custo 20% maior que um frigorífico comum (55). Em frigoríficos normais, as perdas de peso mensais estão em torno de 1%, enquanto que em câmaras de AC, em 0,25% (55). A qualidade e o sabor de fruta fresca são conservados em AC (55, 127).

### 2.3.1.3 - Pressão subatmosférica

---

Estocagem em pressão subatmosférica retarda o amadurecimento, amolecimento e deterioração das frutas. O abaixamento da pressão do ar reduz a quantidade de oxigênio disponível e, consequentemente, retarda o amadurecimento das frutas (29, 105). Entretanto, BURG & BURG (22) afirmaram que alguma coisa mais que a diminuição de  $O_2$  preserva a fruta em vácuo parcial; pode ser a remoção do etileno, já que com a redução de pressão, o gás sintetizado dentro da fruta escapa com mais facilidade, diminuindo a concentração interna. A redução do teor de oxigênio e etileno seria uma explicação para o aumento da vida de estocagem em armazenamento em pressões subatmosféricas (29, 105). Para aplicações práticas, a pressão subatmosférica estabelece um meio de estocagem melhor que a atmosfera controlada, pois o controle da pressão de ar é mais fácil e mais simples do que das concentrações de  $O_2$  e  $CO_2$  (105).

### 2.3.2 - Armazenamento de abacaxi

A maturação de abacaxi é muito rápida à temperatura ambiente, assim sendo, há necessidade de retardá-la desde a colheita pelo uso de refrigeração (17). Por recomendação da (R 1838) (65), o intervalo entre a colheita e a refrigeração deve ser, se pos

sível, menor que 24 horas, não excedendo, em nenhum caso, a 48 horas.

Geralmente, o armazenamento controlado de abacaxi é feito por refrigeração, um único trabalho (1) mostrou o armazenamento em atmosfera controlada (2% de  $O_2$  e 98% de Nitrogênio), todavia este método não foi adotado comercialmente.

---

### 2.3.2.1 - Condições de armazenamento

As condições de armazenamento recomendadas para abacaxi variam de autor para autor, bem como a temperatura crítica, abaixo da qual o armazenamento não deve ser efetuado. Segue no quadro 6 algumas dessas recomendações.

A maioria dos autores não especificam para qual variedade de abacaxi são as condições de armazenamento que recomendam. Apenas alguns o fazem, sendo que as condições recomendadas pela ISO (65) dizem respeito às variedades Smooth Cayenne, Queen, Pernambuco e Red Spanish as recomendações feitas por COTTA NETA & SUBRAMANYAN (27) são para abacaxi Pérola; para Smooth Cayenne e Queen (48) e para variedade Criolla (64).

O tempo de duração relacionado abaixo nem sempre é o tempo total de vida de fruta, em alguns casos ainda tem um tempo de vida fora do armazenamento de 1 semana (17, 53) ou mesmo de 10 a 14 dias (48).

Frutas quase maduras tratadas com fungicidas têm uma vida de 30 dias a  $16^{\circ}C$ , e de 15 dias em condições ambientais (27).

Uma temperatura de  $12^{\circ}C$  para armazenamento de abacaxi verde tem causado bastante controvérsia, pois para algumas frutas

QUADRO 6 - Condições recomendadas para o armazenamento de abacaxi

Referência	estágio de maturação	temperatu ra (°C)	umidade relativa (%)	duração do arma zenamento (semanas)	tempera tura crítica (°C)
IIF (61), LORENTZEN (77)	verde	10	90	2-4	
BLEINROTH (14)	verde	10	90	4-5	
HALL (53)	verde 1/2 maduro	12 7-12	90 90	+ de 4 2	
GEIDA (17)	1/2 maduro	8		2-4	
IIF (61)	maduro	4,5 - 7	90	2-4	
BLEINROTH (14)	maduro	5-7	85-90	3-4	
HALL (53)	maduro	7	90		
ISO (65)	qualquer	7,5-8	90	até 5	
COTTA NETA & SUBRAMANYAN (27)	qualquer qualquer	24 12	80-85 80-85	2 + de 3	
LUTZ & HARDEN- BURG (80)	ñ especificado	7,2-12,8	85-90	2-4	7,2-10
GINSBURG & VISAGIE (48)	ñ especificado	7,2		4	
ICAITI (64)	ñ especificado	14	85-90	2-3	6-8
IIF (63)					7-8
RYALL & PENTZER (103)	ñ especificado				7,2-10

do Havai não há amadurecimento de qualidade satisfatória (53), enquanto GUECHE (51) afirma que nessa temperatura não há riscos de distúrbios fisiológicos e que a fruta amadurece normalmente, tendo um ótimo aspecto exterior.

A ISO através de sua recomendação R 1838 (65) recomenda, além das condições de armazenamento, as condições de pré-resfriamento de abacaxi, bem como da circulação de ar no pré-resfriamento e no armazenamento propriamente dito.

#### 2.3.2.2 - Moléstias importantes no armazenamento

Dentre as moléstias que aparecem no abacaxi após a colheita, revisadas muito bem por COOK (26), as que causam maiores perdas no armazenamento são: a "podridão negra" peduncular, a podridão lateral e da coroa e a gomose. A "podridão negra" é causada pelo fungo *Thielaviopsis paradoxa*, que penetra pela base do fruto, subindo pelo talo que, juntamente com a polpa, adquire coloração ligeiramente escura e torna-se aquoso (17, 27, 36, 45, 53). A podridão lateral, que é caracterizada pelo escurecimento e leve endurecimento dos frutinhos atacados, é causada pelos fungos *Penicillium* e *Fusarium* (27, 36, 45). A gomose, também chamada de resinose ou broca dos frutos, é causada pela larva de pequena borboleta (*Tecla brasiliidis*). As larvas perfuram os frutos que reagem com uma exudação em forma de goma, semelhante à resina (50).

Não existe tratamento para gomose após a colheita, esta moléstia deve ser evitada por tratamento da cultura com inseticidas à base de DDT e BHC (50).

O crescimento de *Thielaviopsis paradoxa* é muito ativo a

25°C, pode ser retardado a 12°C e cessado a 8°C (45), também pode ser controlado por meios químicos. Muitos são os tratamentos químicos propostos, tais como mergulhar os pedúnculos das frutas numa solução de 1% de Shirlan por 3 minutos (36, 45), imersão dos pedúnculos em solução alcóolica de Benomil a 2000 ppm por 10 segundos (27), ou em solução de Benomil a 3000 ppm por 3 minutos ou de Tiabendazol a 1000 ppm (36).

A portaria nº 1000 de 8/10/59 estabelece que, para exportação de abacaxi, será condenado o lote ou partida, cuja podridão seja causada pelo fungo *Thielaviopsis paradoxa*, qualquer que seja a porcentagem de podridão encontrada no mesmo (17).

A podridão lateral e da coroa pode ser reduzida por imersão das frutas em uma solução de 0,2g/l de Imazalil ou de 0,4g/l de Bayleton, durante um minuto (45); ou por imersão em solução aquosa de Benomil a 1000 ppm por 5 minutos (27).

Alguns autores (13, 53, 81) afirmam que o Benomil e o Tiabendazol são ineficientes no tratamento de podridões causadas por fungos, além de que, os resíduos remanescentes nas frutas quase sempre excedem os limites permitidos (109).

#### 2.4 - Suco de frutas

Suco de fruta pode ser definido como o líquido obtido, por pressão ou outros meios mecânicos, da parte comestível da fruta. É frequentemente turbido, contendo componentes celulares numa suspensão coloidal com quantidade variável de tecido finamente dividido. Pode conter também, material oleoso ou ceroso e pimentos caro-

tenóides derivados da casca ou pele da fruta. Todos os tipos de suco são inerentemente instáveis, rapidamente são submetidos ao ataque microbiano por organismos já presentes na fruta ou infectados durante o processamento, são sujeitos também a transformações enzimáticas e não-enzimáticas. Portanto, é essencial destruir os microorganismos o mais rápido possível ou prevenir o seu desenvolvimento, e restringir as transformações químicas pelo tratamento térmico para inativação de enzimas ou por refrigeração (98).

Dependendo da espécie de fruta, preparam-se diferentes tipos de suco: suco transparente (maçãs e uvas); suco semitransparente, contendo uma pequena quantidade de tecido homogeneizado (laranja e abacaxi) e néctares, nos quais a polpa se homogeneiza completamente (pera, goiaba e manga) (89).

O processamento de suco é relativamente simples, consistindo de lavagem, seleção e classificação, que é o preparo da fruta. A redução de tamanho e obtenção de suco ocorre através da desintegração, a seguir tem-se a inativação de enzimas, clarificação, correção de açúcar e ácido e homogeneização, depois disso vem a embalagem e esterilização (64).

Poucas frutas tropicais são prensadas atualmente para obtenção de suco, a não ser aquelas que contenham alta porcentagem de suco (89).

Uma revisão bastante completa sobre suco de frutas foi realizada por POLLARD & TIMBERLAKE (98).

#### 2.4.1 - Suco de abacaxi

A mais importante fruta tropical para produção de suco é o abacaxi (98).

Suco de abacaxi é o suco não concentrado proveniente da polpa da fruta ou de partes dela, assim como do talo, de abacaxis maduros e perfeitamente desenvolvidos. Este suco pode ser extraído de qualquer forma, mas em nenhum caso deve ser feita a adição de água. Igualmente, deve estar isento de cascas, fibras e outros materiais grosseiros e sólidos. Pode conter açúcar adicionado e também vitamina C e, neste último caso, a quantidade não deve ser menor que 30 nem maior que 60mg/100g do produto acabado (17). O composto químico dimetilpolisiloxane pode ser adicionado como agente anti-espumante, em quantidade nunca maior que 10 ppm em relação ao peso do produto acabado (17, 35). Evidentemente, toda vez que se fizer adição de açúcar ou de ácido ascórbico, deve ser feita referência especial no rótulo do produto (17).

Os métodos de produção (processamento e equipamentos) de suco de abacaxi foram descritos por MERLICH (86).

MOOKERJI *et al.* (88) recomendam o seguinte processamento para suco simples de abacaxi: prensagem, filtração, aquecimento até 87,8°C com adição de 3% de açúcar, embalagem em garrafas esterilizadas e estocagem a 4,4°C.

O suco de abacaxi é obtido por prensagem, uma vez que essa fruta possui alta porcentagem de suco (89), apresentando aproximadamente 70% de rendimento (12, 89). Para a variedade Criolla, obteve-se um rendimento de 64,5%, não sendo necessário a clarificação do suco (64).

As normas de qualidade para o suco de abacaxi são as seguintes: a) o conteúdo de sólidos solúveis não deve ser menor que 10,5°Brix; b) a acidez titulável não deve ser maior que 1,35g/100 ml de suco, expressa como ácido cítrico (12, 17, 35); c) a relação

sólidos solúveis/acidez total titulável não deve ser inferior a 12 (12, 17) e d) a quantidade de sólidos insolúveis, finamente divididos, não deve ser inferior a 5% nem superior a 30% no produto final (17, 35). Para alcançar o grau A americano para suco de abacaxi, o conteúdo de sólidos solúveis não deve ser menor que 12°Brix e a acidez não deve ser maior que 1,10g/100ml suco (12). A Associação Francesa de Normalização (44) padronizou, recentemente, o suco de abacaxi em 2 tipos: Extra e Standard, sendo que o Extra deve ter um peso específico a 20°C maior ou igual a 1,044, acidez total titulável entre 90 e 135 meq/l e resíduo seco total maior ou igual a 11,2%; enquanto para o Standard requer-se peso específico de 1,042, acidez total titulável entre 80 e 140 meq/l e resíduo seco total maior ou igual a 11,0%.

A composição de 100 g de suco de abacaxi enlatado, fornecida por TRESSLER (121), é como segue: 49 calorias; 86,2g de água; 0,3g de proteína; 0,1g de gordura; 0,4g de cinzas; 13g de carboidratos total; 0,1g de fibra; 15mg de cálcio; 8mg de fósforo; 0,5mg de Ferro; 0,5 mg de sódio; 140mg de potássio; 80 UI de vitamina A; 0,05mg de vitamina B<sub>1</sub>; 0,02mg de vitamina B<sub>2</sub>; 9mg de vitamina C e 0,2mg de ácido nicotínico.

SGARBIERI (107) encontrou em seu trabalho que o suco de abacaxi com a relação sólidos solúveis/acidez em torno de 20, é altamente aceitável.

A análise de suco de abacaxi c.v. Pérola realizada (19), apresentou os seguintes resultados: 13,65% de açúcares totais 0,42% de acidez titulável (expressa como ácido cítrico), pH 3,50 e traços de pectina.

### III - MATERIAL E MÉTODOS

---

#### 3.1 - Material

##### 3.1.1. Matéria-prima

Estudou-se abacaxi (*Ananas comosus*, Merr) cultivares Pé rola e Smooth Cayenne, o primeiro foi procedente da região de Sapé e Mari na Paraíba, adquiridos na CEASA - Campinas; o segundo foi obtido na Fazenda Sete Lagoas, município de Mogi-Guaçu (SP).

##### 3.1.1. Equipamentos

Diaferômetro (respirômetro) MG4-724, marca Kipp & Zonen, DELFT-Holande.

Potenciômetro, marca Beckman Expandomatic SS-2.

Refratômetro de Abbe, marca Carl Zeiss.

Geladeira doméstica comum equipada com termostato FANEM, com faixa de temperatura de -10 a 50°C. Umidade relativa maior do que a do ambiente devido à colocação de recipientes com água no interior da mesma.

Outros equipamentos de laboratório: balança analítica e semi-analítica, higrotermôgrafo, estufa simples, estufa com convecção forçada de ar, etc.

### 3.2 - Métodos

#### 3.2.1 Preparo das amostras

No caso de abacaxi cultivar Pérola, as 150 frutas foram escolhidas no mesmo estágio de maturação e, a seguir, foram encaminhadas ao Laboratório de Matérias Primas da FEEAA (UNICAMP), onde foram selecionadas quanto às características morfológicas de cor, tamanho e estado fitossanitário, formando-se uma amostragem homogênea para as diversas determinações, cujo estado de maturação era o verde.

No caso de abacaxi cultivar Smooth Cayenne, a seleção quanto às características morfológicas de cor, tamanho e estado fitossanitário foi feita antes da colheita, portanto, as frutas colhidas formavam uma amostra bastante homogênea. Após a colheita, as 150 frutas foram encaminhadas para o Laboratório de Matérias Primas da FEAA, onde os pedúnculos das mesmas foram tratados com uma solução alcoólica de Benomyl<sup>(\*)</sup>, manteve-se um lote de 10 frutas sem tratamento, à temperatura ambiente, para observar o efeito do fungicida utilizado. O estágio de maturação dessas amostras também era o verde.

O estudo foi realizado em duas condições de armazenamento: a) ambiente (25-30°C e 60-70% de umidade relativa) e b) controlada (12°C e 80% de umidade relativa)<sup>(\*\*)</sup>.

Foram formadas 8 amostras de 4 frutas cada uma para o

---

(\*) Solução alcoólica de Benomyl: 900 ml de água destilada, 100 ml de álcool etílico e 2 g de Benomyl.

(\*\*) A temperatura de 12°C foi obtida após alguns ensaios experimentais pois, à temperatura geralmente recomendada pela literatura (10°C), o abacaxi sofria injúrias pelo frio. Embora a umidade relativa recomendada seja 90%, utilizou-se 80% devido às limitações do equipamento empregado.

experimento de respiração, 3 para o armazenamento ambiente, 3 para o armazenamento refrigerado e 2 foram submetidas ao seguinte tratamento: 5 dias/semana em condições controladas (12°C e 80% de umidade relativa) e 2 dias/semana em condições ambientais (25-30°C e 60-70% de umidade relativa). Os resultados, para cada condição de armazenamento, foram avaliados em função da média. As determinações foram diárias, contínuas, desde o início do experimento até o ponto em que o produto foi considerado deteriorado e impróprio para o consumo.

As determinações de perda de peso total foram realizadas diariamente durante o período de conservação do produto, utilizando-se as mesmas amostras do experimento de respiração.

Para as análises químicas (pH, acidez total titulável e sólidos solúveis), sensoriais e determinação de umidade foram tomados 2 lotes, 1 para cada condição de armazenamento. Às segundas, quartas e sextas-feiras eram tomados 2 indivíduos de cada lote, descascados, retirados os talos, cortados em cubos, misturados, formando a amostra. Os dados analíticos foram obtidos através de 3 repetições. No caso da determinação de umidade, as amostras das partes constituintes (casca, talo e polpa) foram obtidas segundo um eixo longitudinal (da região próxima ao pedúnculo, denominada base; do meio e da região próxima à coroa, denominada ápice) e os resultados foram avaliados em função da média de 2 repetições.

As determinações de peso específico foram realizadas com 1 lote de 10 indivíduos para cada condição de armazenamento, sendo que os resultados foram avaliados em função da média.

Para processamento de suco foram reservados 2 lotes, 1

para cada condição de armazenamento.

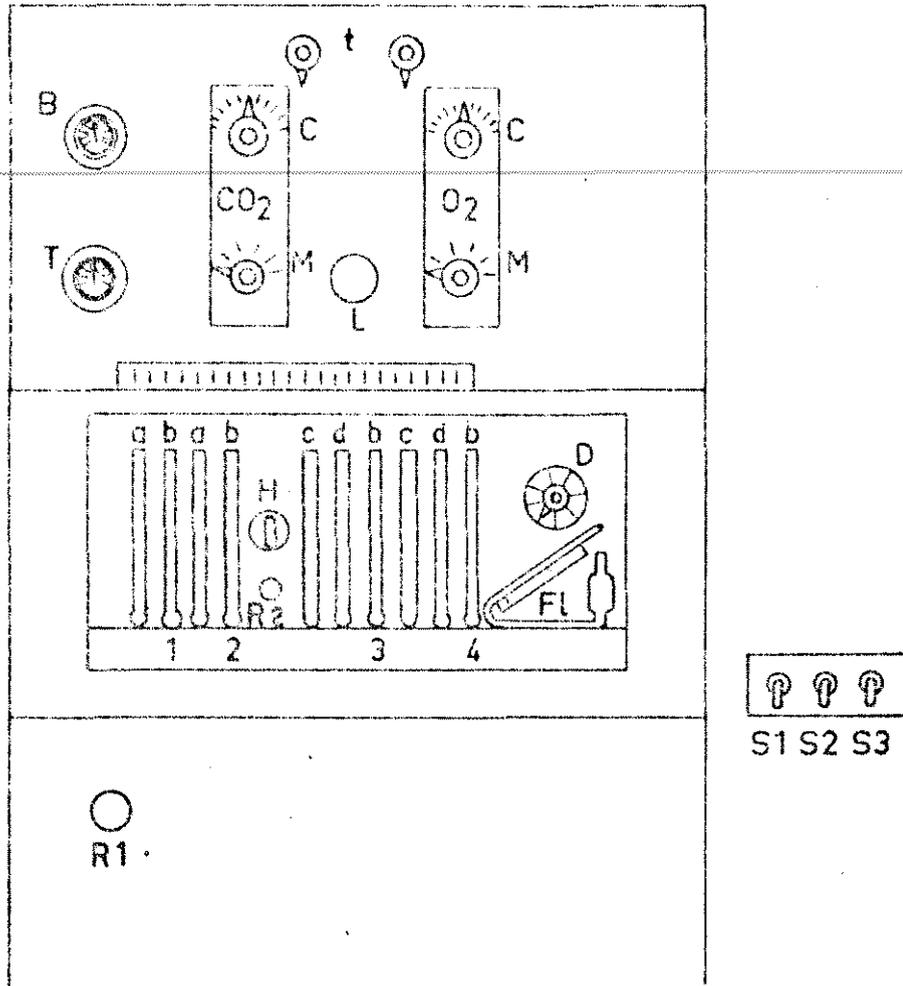
### 3.2.2. Dimensão

As dimensões do abacaxi foram obtidas pela média das medidas de 10 frutas, determinadas com paquímetro e régua milimetrada. As medidas foram tomadas no sentido longitudinal (altura da fruta e da coroa) e no sentido transversal (diâmetro maior e menor).

### 3.2.3 - Respiração

O aparelho utilizado para a determinação da respiração das frutas durante a maturação foi o Diaferômetro e acessórios (campânulas, tabelas e papel milimetrado) (figura 6). Este aparelho foi adaptado para a avaliação de respiração de produtos vegetais, pois é usualmente empregado para fins médicos, em teste de metabolismo basal. O mesmo já foi usado para determinação da taxa respiratória de algumas frutas e hortaliças, tendo-se obtido bons resultados (102). A operação do aparelho é simples, em primeiro lugar é necessário determinar o fluxo de ar para cada produto e qual a quantidade de amostra que deve ser utilizada (78). Nesse caso, determinou-se um fluxo nominal de ar de 0,81/mín e amostras de, aproximadamente, 6 kg cada uma. Para se fazer as medidas é necessário proceder à calibração do mesmo, de acordo com as instruções técnicas do catálogo que o acompanha (71).

Para as determinações de respiração, as amostras de abacaxi foram colocadas no interior da campânula 10-15 minutos antes de serem iniciadas as leituras. Decorrido esse tempo, o aparelho



- |  |  |
|--|--|
| D. Flow rate selector                    | C. Compensation potentiometers           |
| F1 Valve for adjustment of main air flow | L. Lamp holder                           |
| F2 Flow meter                            | t. Galvanometer torsion heads            |
| H Cock base line deflection              | R2 Correcting valve                      |
| a Saturator tubes                        | S1. Main switch                          |
| b Condenser tubes                        | S2. Switch for pump                      |
| c CO <sub>2</sub> absorbers              | S3. Switch for galvanometer illumination |
| d Drying tubes                           | T. Thermometer                           |
| M. Galvanometer attenuators              | B. Barometer                             |

FIGURA 6 - Esquema do Diaferômetro.

foi operado de acordo com as recomendações técnicas especificadas nas instruções. As leituras foram transferidas para o papel milimetrado, usando-se o eixo horizontal para a indicação do tempo (1 cm igual a 1 minuto) e, o eixo vertical, para a marcação dos valores de deflexão de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> (1mm igual a 1 unidade de deflexão).

Terminadas as leituras das deflexões, a interpretação dos pontos obtidos era feita da seguinte maneira: com uma régua unia-se o ponto inicial e final, traçando-se uma reta, denominada linha base; a seguir, deslocava-se a régua, paralelamente à reta obtida, até os pontos máximos de deflexão, traçando-se outra reta, linha de deflexão. A linha base e a de deflexão são paralelas, porém, não necessariamente horizontais. A distância vertical entre as 2 retas representa o valor da deflexão em milímetros (anexo I).

Ao término de cada determinação, pesava-se a amostra e procedia-se às leituras de temperatura e pressão barométrica, indicadas pelos respectivos instrumentos do Diaferômetro.

A taxa respiratória (TR) foi calculada utilizando-se a seguinte fórmula:

$$TR(\text{mgCO}_2/\text{Kg/h}) = \frac{v_{\text{O}_2}(\text{l/min}) \times 60(\text{min/h}) \times 10^3(\text{ml/l}) \times \gamma_{\text{CO}_2}(\text{mg/ml})}{P_s(\text{Kg})}$$

onde,

$$v_{\text{O}_2} = \text{vazão de oxigênio} = \Delta\text{O}_2/100 \times \mu \times f_{\text{ar}} ;$$

$$\Delta\text{O}_2 = \delta\text{O}_2 \times \text{cte O}_2 (\% \text{O}_2/\text{mm}); \text{ constante de O}_2 \text{ (anexo I)} ;$$

$$\mu = \text{fator de correção do aparelho, } f(T,P); \text{ (anexo I)} ;$$

$$f_{\text{ar}} = \text{fluxo de ar corrigido} = 0,77\text{l/min, (anexo I)} ;$$

$$\gamma_{\text{CO}_2} = \text{peso específico do CO}_2 = 1,9766 \text{ mg/ml.}$$

Na fórmula acima utiliza-se a vazão de  $O_2$ , pois a quantidade de oxigênio absorvida é totalmente utilizada para oxidação, enquanto que não se pode afirmar que o  $CO_2$  liberado seja totalmente produzido pela respiração (103). É utilizado o peso específico de  $CO_2$  porque a taxa respiratória é usualmente expressa em miligramas de dióxido de carbono (103).

#### 3.2.4. Matéria Seca

A matéria seca perdida foi determinada considerando - se que o  $CO_2$  liberado durante o armazenamento é responsável por 100% dessa perda. Na realidade, a perda de matéria seca é devido ao  $CO_2$  liberado, etileno e outros voláteis, mas a quantidade de etileno e de outros voláteis é desprezível em relação a de  $CO_2$  (14, 38). Foi calculada da seguinte forma:

$$PMS(\text{mg mat.seca/Kg/dia}) = \frac{v_{CO_2}(\text{l/min}) \times 60(\text{min/h}) \times 24(\text{h/dia}) \times 10^3(\text{ml/l}) \times \gamma_{CO_2}(\text{mg/ml})}{P_u(\text{Kg})}$$

onde,

$PMS$  = perda de matéria seca;

$v_{CO_2}$  = vazão de  $CO_2$  =  $\Delta CO_2/100 \times \mu \times 0,77 \text{ l/min}$ ;

$\Delta CO_2$  =  $\delta CO_2(\text{mm}) \times \text{cte } CO_2(\%CO_2/\text{mm}) - 0,1\Delta O_2$  .

A perda de matéria seca foi expressa em porcentagem, considerando-se a perda acumulada, sendo que o peso seco inicial foi obtido através da determinação de umidade no 1º dia do experimento.

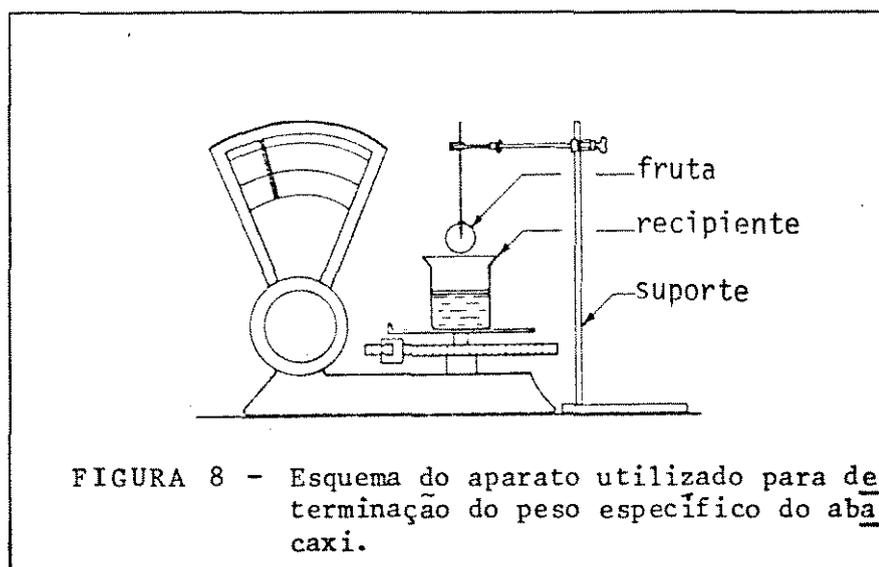
### 3.2.5. Umidade

A umidade do abacaxi foi determinada do seguinte modo : 24 horas em estufa a  $75^{\circ}\text{C}$  seguido de 8 horas em estufa a  $105^{\circ}\text{C}$  com circulação forçada de ar.

A variação da umidade do abacaxi inteiro foi calculada considerando-se a variação do peso úmido e do peso seco, sendo que a umidade inicial foi a média ponderada da umidade das partes constituintes.

### 3.2.6. Peso Específico

O peso específico (PE) foi determinado pelo princípio de Archimedes, baseando-se no deslocamento de água quando a fruta é imersa sem tocar as paredes do recipiente (figura 8).



FONTE: MOHSENIN (87).

Foi calculado da seguinte forma (87):

$$PE(g/cm^3) = \frac{P_{ab} (g) \times \gamma_{H_2O} (g/cm^3)}{P_d (g)}$$

onde,

$P_{ab}$  = peso do abacaxi;

$\gamma_{H_2O}$  = peso específico da água =  $1g/cm^3$ ;

$P_d$  = peso da água deslocada

~~$P_d$  = peso (recipiente + água + abacaxi submerso) - peso (re-  
cipiente + água).~~

### 3.2.7. Acidez

O pH foi determinado usando-se um potenciômetro e a acidez total titulável (ATT) foi determinada por titulação potenciométrica com NaOH 0,1N (ISO R750) (66), utilizando-se a seguinte fórmula:

$$ATT(g \text{ Ac. cítrico}/100m\ell \text{ suco}) = \frac{V_{NaOH} (m\ell) \times N (eq/\ell) \times E (g/eq) \times 10^{-3} \left(\frac{\ell}{m\ell}\right)}{100 \text{ m}\ell \text{ suco}}$$

N = normalidade do NaOH=0,1028N (para o cultivar Pérola)  
0,1096N (para o cultivar Smooth Cayenne)

E = equivalente-grama do ácido cítrico = 64,042 g.

### 3.2.8. Sólidos Solúveis

A leitura de sólidos solúveis da polpa, homogeneizada em liquidificador e filtrada, foi feita no refratômetro, corrigindo-se as leituras em função da temperatura e da concentração do ácido cítrico, se necessário (40).

### 3.2.9. Cor e Aroma

A cor e o aroma foram avaliados subjetivamente. A escala de variação de cor foi de verde no extremo esquerdo a avermelha do no extremo direito, passando pelo amarelo e laranja. No caso do aroma, as variações foram: imperceptível, perceptível, suave, forte, intenso e fermentado.

---

Tanto cor como aroma foram observados diariamente durante o armazenamento.

### 3.2.10. Processamento de Suco

Os sucos foram do tipo simples, ou seja, não concentrados. As frutas depois de lavadas foram descascadas e prensadas. O produto da prensagem foi filtrado em peneiras Mesh 48 (abertura de 0,295mm), obteve-se assim o suco (12, 56). Este foi aquecido a 75°C por 15 minutos, sendo então colocado em garrafas esterilizadas de 500 ml e estocado a 10°C (35, 88). A composição do suco quanto à acidez e sólidos solúveis foi determinada antes do aquecimento. O suco foi submetido à análise sensorial 2 a 3 dias depois de processado.

### 3.2.11. Análise Sensorial

Foi feita análise sensorial quanto à acidez, doçura e preferência dos provadores com relação a abacaxi submetido a duas condições de armazenamento (ambiente e refrigerado), tanto o produto "in natura" como sucos processados em diferentes estágios de maturação. Para isso utilizou-se 10 provadores adultos, homens e mulheres. A análise foi feita através de uma escala não estruturada.

da de 9 pontos (figura 9), utilizando-se amostra única. Os resultados obtidos foram avaliados pela média de cada dia de análise (4, 47).

NOME _____		DATA _____	
Prove por favor as amostras e na escala abaixo indique a acidez, doçura e preferência.			
<u>Acidez</u>	<u>Doçura</u>	<u>Preferência</u>	
9 ——— Excessiva   8 ———   7 ———   6 ———   5 ———   4 ———   3 ———   2 ———   1 ———   0 ——— Fraca	9 ——— Excessiva   8 ———   7 ———   6 ———   5 ———   4 ———   3 ———   2 ———   1 ———   0 ——— Fraca	9 ——— Gostei muitíssimo   8 ———   7 ———   6 ———   5 ———   4 ———   3 ———   2 ———   1 ———   0 ——— Fraca	
Comentários: _____			
_____			
FIGURA 9 - Modelo de ficha utilizado para a análise sensorial de abacaxi			

## IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. - Cultivar Pérola

O abacaxi (*Ananas comosus*, Merr) cultivar Pérola foi colhido no dia 05/11/79, tendo chegado ao laboratório em 13/11/79 com uma umidade inicial de 85,01%.

A forma da fruta é caracterizada pela figura 9, as dimensões se encontram no quadro 7 e a proporção entre as partes constituintes no quadro 8.

#### 4.1.1 - Respiração

No anexo II encontram-se os dados obtidos de deflexão de  $O_2$  e  $CO_2$ , pressão barométrica, temperatura e peso das amostras nos experimentos de respiração, enquanto que o quadro 9 apresenta os valores das taxas respiratórias para as duas condições de armazenamento utilizadas e para o tratamento de resfriamento intermitente. A figura 10 apresenta as curvas de respiração para os três casos.

Em condições ambientais apresentou um valor máximo de taxa respiratória no 16º dia após a colheita (68, 52 mg $CO_2$ /Kg/h), a partir desse dia diminuiu, aumentando novamente com o início da senescência. Depois de atingir o valor máximo de taxa respiratória, o abacaxi c.v. Pérola se conservou apenas três dias em boas condições.

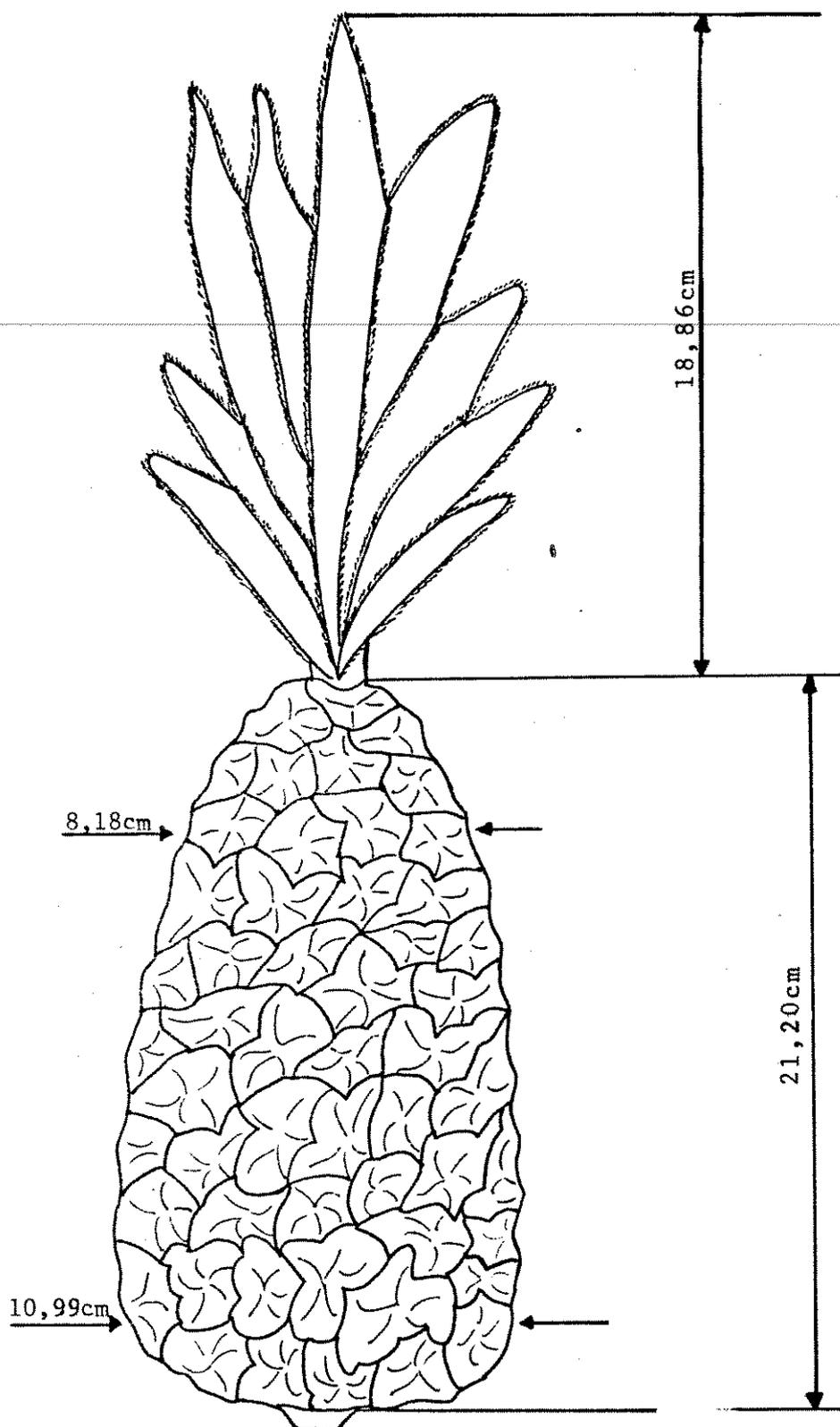


FIGURA 9 - Forma e dimensão de abacaxi cultivar Pérola.  
Escala 1:2.

QUADRO 7 - Dimensões de abacaxi cultivar Pérola

Amostra	Diâm. menor (cm)	Diâm. maior (cm)	Altura (cm)	Alt. coroa (cm)
1	7,962	10,824	22,80	16,80
2	8,270	10,672	22,65	14,40
3	8,396	11,188	19,80	20,30
4	8,256	11,772	24,35	18,80
5	8,088	11,218	22,00	17,30
6	8,182	10,792	21,10	22,80
7	8,220	10,268	19,75	20,00
8	7,800	11,210	20,95	15,80
9	8,462	10,664	10,95	22,75
10	8,122	11,258	21,65	19,25
Média	8,176	10,987	21,20	18,82

QUADRO 8 - Partes constituintes de abacaxi cultivar Pérola

Amostra	Peso (g)	Coroa (%)	Casca (%)	Talo (%)	Polpa (%)
1	1759,2	4,83	21,59	6,25	67,33
2	1443,5	4,15	24,57	6,57	64,71
3	1600,9	5,31	22,19	5,00	67,50
4	1944,7	4,88	20,57	5,40	69,15
5	1679,1	5,06	15,18	5,36	74,40
6	1800,8	6,11	19,72	5,28	68,89
7	1541,1	6,17	18,83	5,52	69,48
8	1600,3	4,69	19,06	4,38	71,87
9	1348,5	8,15	18,89	4,81	68,15
10	1862,0	4,84	20,16	5,11	69,89
Média	1658,0	5,41	20,08	5,37	69,14

Em condições controladas, o valor máximo da taxa respiratória ( $41,21 \text{ mgCO}_2/\text{Kg/h}$ ) ocorreu no 30º dia após a colheita, depois disso a fruta ainda se conservou em boas condições por mais nove dias, após esse tempo, iniciou-se a senescência dos tecidos havendo aumento da taxa respiratória.

As amostras submetidas a resfriamento intermitente apresentaram taxas respiratórias correspondentes às condições estudadas, ou seja, quando estavam em condições controladas apresentavam taxas respiratórias semelhantes às das amostras que estavam em condições controladas desde o início do experimento, o mesmo ocorrendo quando eram colocadas em condições ambientais. Porém isso se deu até o 24º dia pós-colheita, a partir daí as amostras já não diminuíam a taxa respiratória quando colocadas em condições controladas, ao nível daquelas que lá se encontravam desde o início. Apesar disso, ainda se conservaram mais nove dias em boas condições.

Pode se verificar pela curva de resfriamento intermitente da figura 10, que o abacaxi conservado a  $12^\circ\text{C}$  e 80% de umidade relativa, quando colocado em condições ambientais, reagiu rapidamente readquirindo o seu metabolismo normal nessas condições, o que sugere que o abacaxi armazenado dessa forma não sofreu nenhuma influência definitiva no seu metabolismo, mas que a temperatura de  $12^\circ\text{C}$  apenas retardou as transformações sem nenhum efeito prejudicial. Assim, o abacaxi pode ser armazenado nessas condições em larga escala e a comercialização ser feita em condições ambientais.

Observando-se as curvas da figura 10, verificou-se que, tanto em condições ambientais como em condições controladas, o abacaxi c.v. Pérola apresentou-se com comportamento similar ao de uma fruta climatérica.

QUADRO 9 - Taxas respiratórias diárias de abacaxi c.v. Pérola mantido em condições ambientais, controladas e submetidas a intermiente (5 dias a 12°C e 86% U.R. e 2 dias a 25-30°C e 60-70% U.R.).

Tempo pós colheita (dias)	25-30°C e 60-70% umidade relativa				12°C e 80% umidade relativa				Aquecimento intermitente		
	Taxa respiratória (mgCO <sub>2</sub> /Kg/h)				Taxa respiratória (mgCO <sub>2</sub> /Kg/h)				Taxa resp. (mgCO <sub>2</sub> /Kg/h)		
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média	Amostra 1	Amostra 2	Média
9	70,6	57,8	28,8	52,4	21,4	17,1	23,5	20,7	4,2	...	4,2
10	53,6	85,8	53,3	64,3	8,5	16,9	11,7	12,4	34,0	24,3	29,1
11	12,5	24,7	8,2	15,1	25,4	25,3	11,7	20,8	17,0	32,4	24,7
12	52,5	45,0	20,5	39,7	42,4	38,0	43,8	41,1	29,6	36,2	32,9
13	20,6	28,6	32,8	27,3	46,6	67,5	54,5	56,2	67,7	68,5	68,1
14	20,6	8,2	8,2	12,3	8,5	8,5	15,6	10,9	38,2	52,5	45,3
15	41,7	45,1	41,6	42,9	4,3	12,8	33,7	13,6	34,1	112,9	73,5
16	49,5	90,2	65,9	68,5	8,5	12,7	7,9	9,7	17,1	0,0	8,6
17	16,5	24,8	33,0	24,7	8,5	16,9	11,8	12,4	21,1	8,0	14,6
18	13,7	25,2	33,1	24,0	12,9	12,8	7,9	11,2	4,3	24,4	14,3
19	73,4	79,1	77,5	76,7	20,8	24,9	42,4	29,4	37,8	40,0	38,9
20	20,2	54,9	61,4	45,5	17,0	43,3	31,2	30,3	33,7	32,1	32,9
21	34,2	101,1	62,1	65,8	8,6	8,6	11,8	9,7	72,9	110,2	91,5
22	20,7	46,1	80,0	48,9	17,3	25,7	19,8	20,9	59,8	61,1	60,5
23	68,7	51,6	52,9	57,7	25,6	33,9	39,0	32,8	25,5	40,5	33,0
24					17,1	17,1	8,0	14,0	17,3	12,3	14,8
25					12,9	17,1	31,7	20,6	25,9	28,7	27,3
26					4,3	4,3	19,7	9,4	25,7	28,6	27,2
27					10,6	12,7	15,6	12,9	33,5	33,6	33,6
28					21,3	29,6	39,0	30,0	61,6	61,8	61,7
29					5,3	12,7	15,7	11,2	45,1		45,1
30					58,9	21,0	43,0	41,2	56,6		56,6
31					10,8	34,3	19,6	21,5	11,3		11,3
32					16,0	21,2	15,7	17,6	5,6		5,6
33					5,3	16,9	3,9	8,7			
34					10,7	8,5	15,6	11,7			
35					21,2	4,2	7,8	11,1			
36					47,9	33,9	27,4	36,4			
37					37,3	25,4	50,8	37,8			
38					31,8	25,4	31,2	29,5			
39					85,5	67,7	66,3	73,2			
40					31,0	33,8	42,8	34,9			
41					31,2	25,5	19,5	25,4			
42					39,3	29,9	23,7	31,0			
43					31,5	34,1	35,3	33,6			
44					46,9	38,2	39,2	41,4			

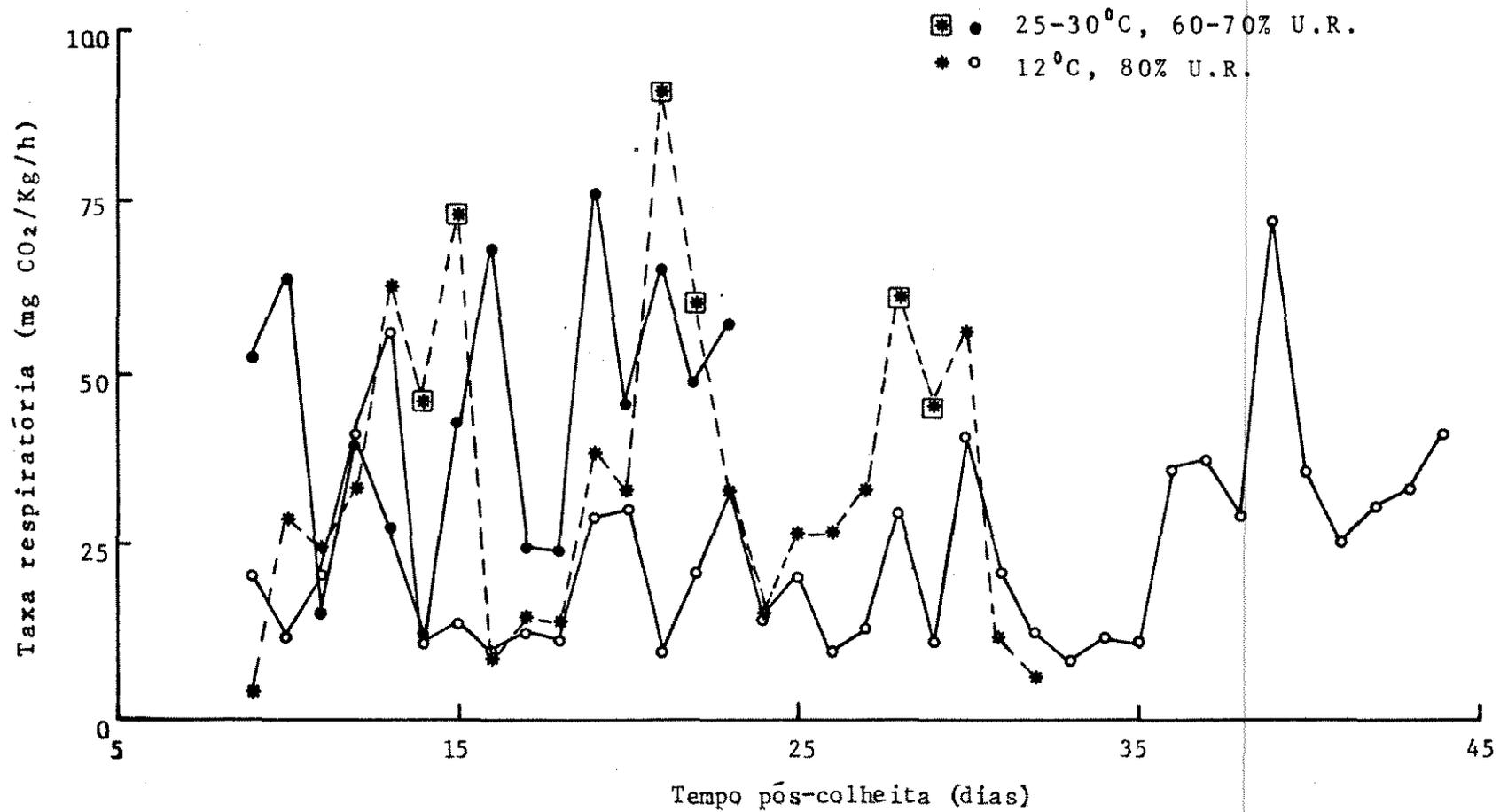


FIGURA 10 - Variações médias das taxas respiratórias de abacaxi c. v. Pérola armazenado em condições ambientais, controladas e submetido a resfriamento intermitente.

Considerando-se que o abacaxi c.v. Pérola é uma fruta climatérica, tem-se que a fase pré-climatérica teve duração de três dias em condições ambientais e dez dias em condições controladas, a ascensão climatérica durou quatro e onze dias para condições ambientais e controladas, respectivamente; o climatérico durou um dia em ambas as condições, a fase pós-climatérica se deu em três dias para condições ambientais e nove dias para condições controladas, totalizando um tempo de conservação, em boas condições, de dezoito dias em condições ambientais e de trinta e nove dias em condições controladas. No final da senescência (23º dia para condições ambientais e 44º dia para condições controladas) a fruta se encontrava em estado totalmente impróprio para consumo.

#### 4.1.2 - Matéria seca

Pelas curvas da figura 11 e pelos dados apresentados no quadro 10, pode-se observar que os valores da perda de matéria seca acumulada foram praticamente coincidentes para as duas condições de armazenamento no fim da fase de ascensão climatérica (15º e 28º dia pós-colheita para condições ambientais e controladas, respectivamente), logo após o climatérico (17º e 32º dia) e no início da senescência (20º e 39º).

Isto significa que a matéria seca disponível em qualquer uma das fases era a mesma, apenas a taxa de degradação é que foi menor em condições controladas. Este fenômeno foi observado pela primeira vez por KIDD & WEST (*apud* 11).

Pode se dizer então, que a quantidade de substrato (matéria seca) utilizada no processo respiratório é pré-determinada, ou seja, para iniciar a ascensão climatérica é necessário ter gasto uma

certa quantidade de substrato, o tempo que isso leva é variável, depende das condições de armazenamento; o mesmo ocorre para a fruta alcançar o climatérico e a senescência.

Observa-se que a perda de matéria seca calculada em função do peso úmido, mostrada no quadro 10, é muito pequena. No início da senescência tem-se 0,164% de perda em condições ambientais (20º dia pós-colheita) e 0,161% em condições controladas (39º dia), que são quantidades desprezíveis. Portanto, pode se considerar que a perda de peso de abacaxi c.v. Pérola é devido, quase que exclusivamente, à perda de água. Como a perda de matéria seca é praticamente desprezível, desprezível será, também, a variação no peso seco, portanto, na fórmula que calcula a taxa respiratória (item 3.2.3) pode se utilizar o peso seco inicial para todo o experimento.

#### 4.1.3 - Umidade

A umidade calculada (quadro 10 e figura 12) diminuiu acentuadamente em condições ambientais, onde o valor obtido no início da senescência (80,53%) não foi alcançado na outra condição, cujo valor foi de 81,72% para a época correspondente.

O cultivar Pérola apresentou, no início da senescência (fim das boas condições de consumo), em condições ambientais, uma perda de 5,27% do seu teor de umidade inicial e, em condições controladas, uma perda de 3,87%. Verifica-se, portanto, que a umidade relativa utilizada nas condições controladas não foi suficientemente alta para diminuir, consideravelmente, a perda de água por evaporação.

O estudo da variação de umidade em relação às partes constituintes de abacaxi c.v. Pérola não está completo, pois foi

QUADRO 10 - Perda de matéria seca e umidade calculada de abacaxi c.v. Pérola armazenada em condições ambientais e controladas.

Tempo pós colheita (dias)	25-30°C e 60-70% umidade relativa					12°C e 80% umidade relativa				
	Perda de Matéria Seca				Umidade	Perda de Matéria Seca				Umidade
	(mg/Kg/dia)	(mg/Kg)	(%) <sup>1</sup>	(%) <sup>2</sup>	(%) <sup>1</sup>	(mg/Kg/dia)	(mg/Kg)	(%) <sup>1</sup>	(%) <sup>2</sup>	(%) <sup>1</sup>
8					85,01					85,01 <sup>3</sup>
9	59,6	59,6	0,006	0,040	84,82	21,1	21,1	0,002	0,014	84,89
10	153,5	213,1	0,021	0,142	84,59	19,5	40,6	0,004	0,027	84,81
11	77,2	290,3	0,029	0,194	84,34	27,5	68,1	0,007	0,045	84,73
12	177,4	467,7	0,047	0,312	84,14	14,3	82,4	0,009	0,055	84,62
13	180,0	647,7	0,065	0,432	83,86	4,7	87,1	0,009	0,058	84,53
14	108,5	756,2	0,076	0,504	83,53	28,5	115,6	0,011	0,077	84,35
15	129,8	886,0	0,089	0,591	83,16	40,5	156,1	0,016	0,104	84,25
16	185,4	1071,4	0,107	0,714	82,74	27,0	183,1	0,018	0,122	84,15
17	83,2	1154,6	0,115	0,770	82,16	43,5	226,6	0,023	0,151	84,04
18	89,7	1244,3	0,124	0,829	81,43	31,5	258,1	0,026	0,172	83,93
19	192,3	1436,6	0,144	0,958	80,91	67,8	325,9	0,033	0,217	83,88
20	200,6	1637,1	0,164	1,091	80,53	75,8	401,7	0,040	0,268	83,78
21	263,9	1901,0	0,190	1,267	80,17	36,8	438,5	0,044	0,293	83,65
22	274,6	2175,6	0,218	1,450	79,62	54,0	492,5	0,049	0,329	83,59
23	340,9	2516,5	0,252	1,678	79,37	97,9	590,4	0,059	0,394	83,47
24						56,5	646,9	0,065	0,432	83,38
25						57,1	704,0	0,070	0,470	83,28
26						80,4	784,4	0,078	0,523	83,26
27						45,8	830,2	0,083	0,554	83,17
28						60,6	890,8	0,089	0,594	83,15
29						41,1	931,9	0,093	0,622	83,04
30						45,9	977,8	0,098	0,652	82,94
31						61,8	1039,6	0,104	0,694	82,73
32						103,6	1143,3	0,114	0,763	82,72
33						76,4	1219,7	0,122	0,814	82,59
34						68,3	1288,0	0,129	0,859	82,46
35						119,4	1407,5	0,141	0,939	82,32
36						18,2	1435,7	0,143	0,951	82,13
37						67,6	1493,3	0,149	0,996	81,99
38						78,9	1572,2	0,157	1,049	81,82
39						40,6	1612,8	0,161	1,076	81,72
40						86,6	1699,4	0,170	1,134	81,54
41						62,2	1761,6	0,176	1,175	81,44
42						87,8	1849,4	0,185	1,234	81,39
43						105,0	1954,4	0,195	1,304	81,16
44						94,5	2048,9	0,205	1,367	81,03

1. Em base úmida.
2. Em base seca.
3. Umidade determinada experimentalmente.

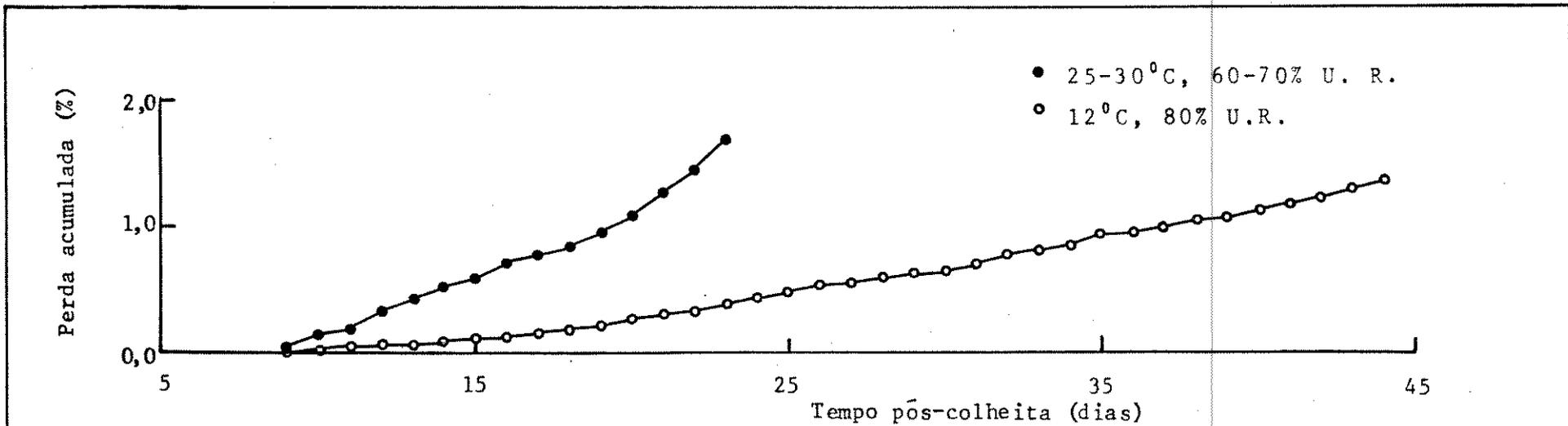


FIGURA 11 - Perda de matéria seca, em relação ao peso seco inicial, de abacaxi c. v. Pérola durante o armazenamento em condições ambientais e controladas.

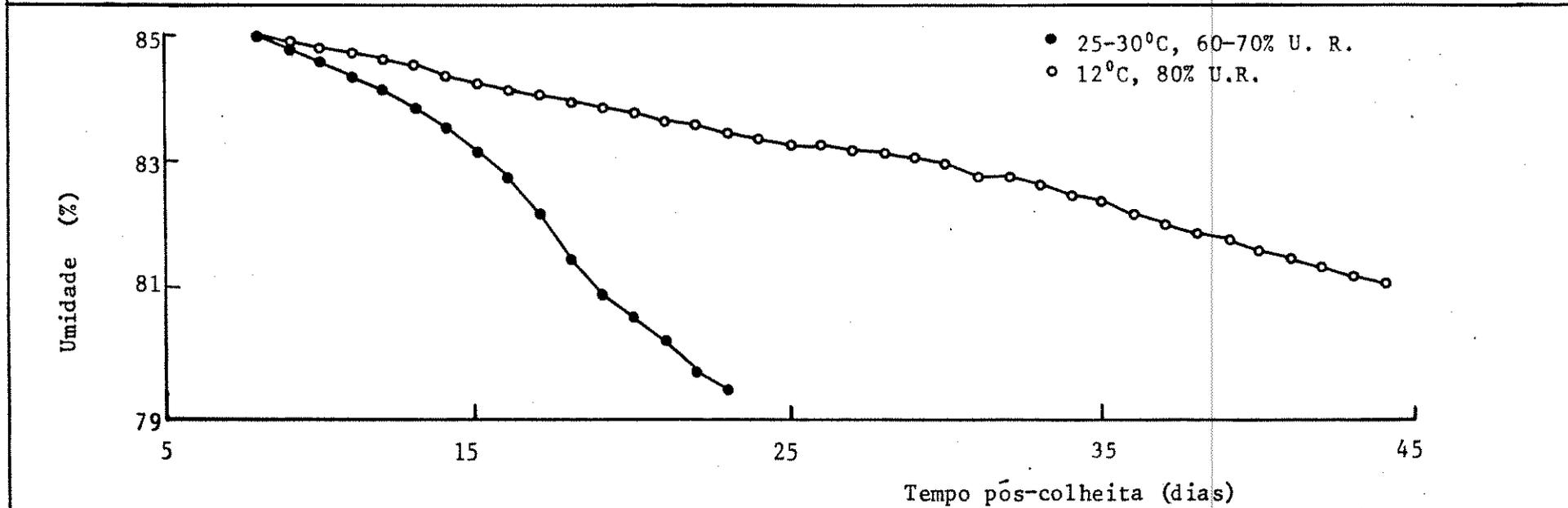


FIGURA 12 - Variações médias do teor de umidade, em base úmida, de abacaxi c.v. Pérola durante o armazenamento em condições ambientais e controladas.

exatamente no estudo da umidade desse cultivar que observou-se a necessidade de se desenvolver esse trabalho. Os dados de umidade das partes constituintes encontram-se no quadro 11.

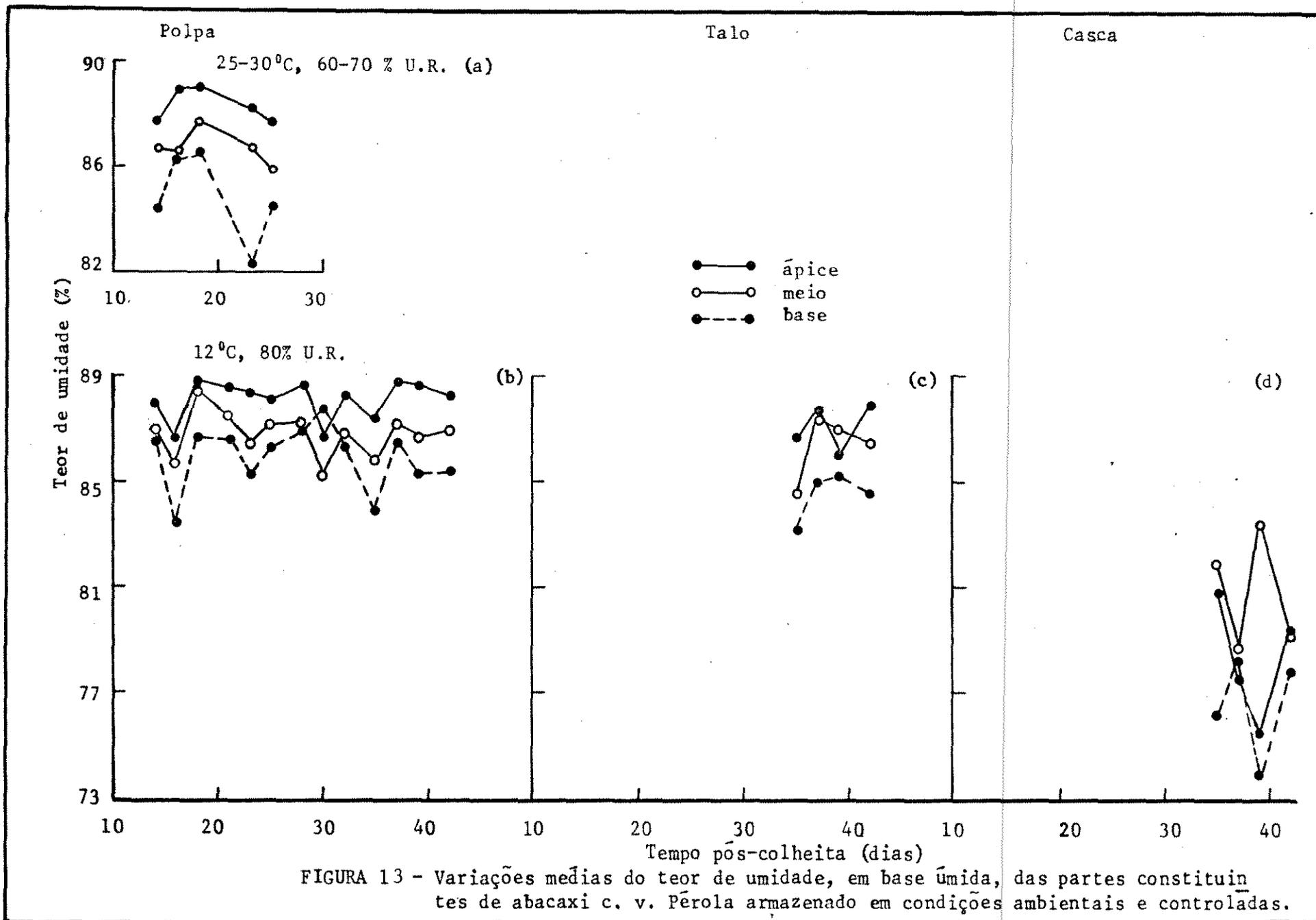
É possível observar que para a polpa, nas duas condições de armazenamento (figuras 13a e 13b), manteve-se uma relação de umidade decrescente de cima para baixo durante todo o experimen  
~~to. A mesma relação é válida para o talo (figura 13c), ou seja, a~~ ápice mais úmido e base menos úmida; já para a casca (figura 14d), a única coisa que pode se afirmar é que a base foi menos úmida. Tam  
bém se verificou que para qualquer região da fruta, em diferentes cortes transversais, a polpa foi mais úmida que o talo, que por sua vez foi mais úmido que a casca.

A variação de umidade, segundo um eixo longitudinal, é devido ao processo de formação do fruto que se dá, também, de uma forma longitudinal, sendo a base, a região que é formada em primei  
ro lugar e o ápice a região formada por último. Segundo descrição de DULL (33) e SGARBIERI (107), o florescimento se inicia na base do pedúnculo e progride de forma espiral até o ápice.

Quanto às diferenças encontradas em relação às partes constituintes, pode se dizer que a casca é a parte menos úmida por ser a parte que está em contato direto com o ar ambiente, sendo a superfície onde se dá a evaporação. O fato de estar em contato di  
reto com o ar ambiente justifica, também, a sua maior homogeneidade de umidade em relação ao eixo longitudinal, pois na casca a migra  
ção de umidade é mais dinâmica, devido à diferença de umidade entre a superfície e o ar ambiente.

QUADRO 11 - Umidade das partes constituintes (polpa, talo e casca) de abacaxi c. v. Pérola armazenado em condições ambientais e controladas, segundo três cortes transversais (ápice, meio e base).

Tempo pós colheita (dias)		25-30°C e 60-70% U. R.			12°C e 80% U. R.		
		Umidade (%)			Umidade (%)		
		ápice	meio	base	ápice	meio	base
14	polpa talo casca	87,68	86,74	84,42	87,96	86,85	86,61
16	polpa talo casca	88,94	86,59	86,27	86,76	85,67	83,45
18	polpa talo casca	89,01	87,69	86,56	88,88	88,59	86,69
21	polpa talo casca	...	...	...	88,62	87,38	86,62
23	polpa talo casca	88,23	86,70	82,28	88,42	86,43	85,37
25	polpa talo casca	87,70	85,91	84,48	88,05	87,20	86,36
28	polpa talo casca				88,67	87,30	86,95
30	polpa talo casca				86,76	85,26	87,85
32	polpa talo casca				88,34	86,91	86,37
35	polpa talo casca				87,37 86,74 80,78	85,80 84,54 81,96	83,89 83,21 76,12
37	polpa talo casca				88,79 87,78 77,45	87,22 87,47 78,72	86,53 85,13 78,20
39	polpa talo casca				88,65 86,04 75,48	86,72 87,07 83,45	85,35 85,26 73,96
42	polpa talo casca				88,19 87,98 79,41	86,99 86,47 79,25	85,44 84,61 77,79



#### 4.1.4 - Peso

O quadro 12 apresenta os valores obtidos para peso, per da total de peso e taxa de perda para as condições ambientais e controladas.

Ao observar-se as curvas da figura 14, verifica-se que a perda de peso foi muito mais intensa em condições ambientais havendo, inclusive, uma maior taxa de perda de peso entre o 15º e 18º dia após a colheita, como pode se verificar pela inclinação da curva; tal fato não ocorreu em condições controladas onde a taxa de perda de peso foi praticamente constante durante todo o experimento. Em condições ambientais apresenta, no início da senescência, uma perda de peso de 23,85% em relação ao primeiro dia de experimento, tal perda não ocorre mesmo no 44º dia após a colheita em condições controladas, quando a fruta já estava em estado de senescência avançado.

#### 4.1.5 - Peso específico

Os valores obtidos para peso específico, nas duas condições de armazenamento, encontram-se no quadro 12.

O peso específico (figura 15), em condições ambientais, se apresentou com valores menores que  $1,00 \text{ g/cm}^3$  quando a fruta estava verde, à medida que amadurecia seu valor se aproximava de  $1,00 \text{ g/cm}^3$  para, com o aumento do processo de senescência, diminuir novamente. Já em condições controladas, o valor do peso específico permaneceu oscilando entre  $0,98$  e  $1,02 \text{ g/cm}^3$  até a senescência, quando também diminui seu valor.

QUADRO 12 - Transformações físicas de abacaxi c.v. Pérola armazenado em condições ambientais e controladas

Tempo pós colheita (dias)	25-30°C e 60-70% U.R.			12°C e 80% U. R.				
	Peso (g)	Perda peso (%)	Taxa de perda (%)	Peso espec. (g/cm <sup>3</sup> )	Peso (g)	Perda (%)	Taxa de perda (%)	Peso espec. (g/cm <sup>3</sup> )
8 <sup>1</sup>	1749,2	0,00	0,00		1740,8	0,00	0,00	
9	1726,7	1,29	1,29		1727,1	0,79	0,79	
10	1699,2	2,86	1,59		1717,5	1,34	0,55	
11	1671,3	4,45	1,64	0,959	1708,3	1,87	0,53	1,002
12	1647,9	5,79	1,40		1695,8	2,58	0,73	
13	1617,9	7,51	1,82		1686,3	3,14	0,56	
14	1584,2	9,43	2,08	0,940	1666,3	4,28	1,19	0,997
15	1548,3	11,49	2,27		1655,4	4,91	0,65	
16	1508,3	13,77	2,58	1,001	1644,6	5,47	0,65	0,987
17	1458,3	16,63	3,31		1632,1	6,25	0,76	
18	1400,2	19,95	4,06	1,009	1621,3	6,87	0,66	1,038
19	1360,7	22,21	2,26		1615,4	7,20	0,36	
20	1332,0	23,85	1,64		1605,0	7,80	0,65	
21	1305,8	25,35	1,50	0,994	1591,7	8,57	0,83	1,005
22	1276,8	27,52	2,17		1585,0	8,95	0,42	
23	1259,8	28,55	1,03	1,019	1572,5	9,67	0,79	1,012
24					1563,3	10,20	0,58	
25					1553,3	10,77	0,64	1,024
26					1550,9	10,91	0,16	
27					1541,8	11,43	0,59	
28					1539,6	11,56	0,14	1,000
29					1528,6	12,19	0,71	
30					1519,6	12,71	0,59	0,975
31					1500,5	13,81	1,26	
32					1498,2	13,94	0,15	1,019
33					1486,8	14,59	0,76	
34					1474,6	15,30	0,83	
35					1461,8	16,03	0,86	1,000
36					1446,4	16,92	1,06	
37					1434,6	17,59	0,82	1,016
38					1420,0	18,43	1,01	
39					1412,0	18,89	0,56	0,960
40					1397,5	19,73	1,03	
41					1389,5	20,18	0,57	
42					1377,5	20,87	0,86	1,011
43					1367,0	21,47	0,76	
44					1357,0	22,05	0,73	

1. Primeiro dia de experimento.

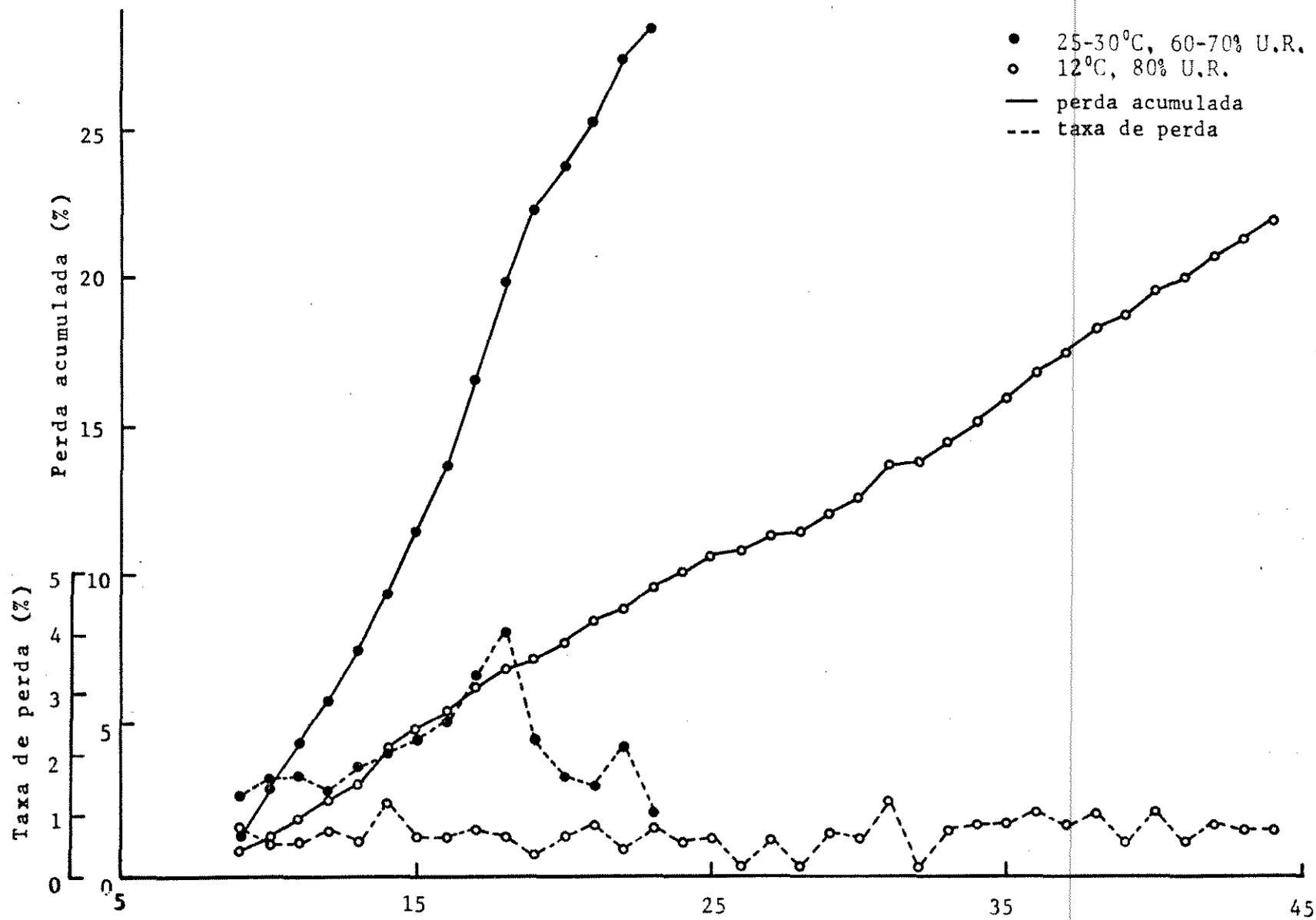


FIGURA 14 - Variações médias da perda total de peso (perda acumulada e taxa de perda) de abacaxi c. v. Pérola durante o armazenamento em condições ambientais e controladas.



FIGURA 15 - Variações médias de peso específico real de abacaxi c. v. Pérola armazenado em condições ambientais e controladas.

#### 4.1.6 - Acidez

Os resultados obtidos de acidez total titulável e pH encontram-se no quadro 13, para condições ambientais e controladas.

Pelas curvas de acidez total titulável (figura 16), verifica-se que, em condições ambientais, o abacaxi alcançou um máximo de acidez no 14º dia após a colheita para logo em seguida, no 18º dia, alcançar um mínimo. Em condições controladas, a acidez aumentou rapidamente até o 30º dia e, a partir de então, permaneceu praticamente constante em torno de 0,75 g de ácido cítrico/100 ml de suco. Praticamente durante todo o experimento em condições controladas, os valores de acidez foram muito maiores do que os alcançados em condições ambientais.

Pela figura 16 observa-se que o pH, em condições ambientais, aumentou até o 18º dia para depois diminuir lentamente. Em condições controladas, pode se considerar que o pH aumentou até o 18º, a partir daí diminuiu e permaneceu praticamente constante em torno de 3,6.

#### 4.1.7 - Sólidos solúveis

O quadro 13 apresenta os resultados obtidos do teor de sólidos solúveis e da relação sólidos solúveis/acidez.

Na figura 16c observa-se que, em ambas as condições, o teor de sólidos solúveis aumentou durante o armazenamento, alcançando um valor máximo médio de 13,5ºBrix para condições ambientais e 14,0ºBrix para condições controladas, a partir do 16º e 23º dia pós-colheita, respectivamente.

Foram alcançados valores menores em condições ambientes

QUADRO 13 - Transformações bioquímicas de abacaxi c.v. Pérola armazenado em condições ambientais e controladas

Tempo pós colheita (dias)	25 - 30°C e 60 - 70% U.R.				12 °C e 80% U. R.			
	pH	Acidez (g ác. / 100 ml)	Sól. S. (°Brix)	S. S./ Acidez	pH	Acidez (g ác./ 100 ml)	Sól. S. (°Brix)	S. Acid
9	3,65	0,492	13,60	27,64	3,35	0,450	12,84	28,5
11	3,75	0,305	9,42	30,88	3,68	0,194	5,49	28,2
14	4,04	0,555	12,09	21,79	3,96	0,445	11,52	25,8
16	4,13	0,430	13,72	32,67	3,76	0,658	13,72	19,3
18	4,31	0,330	13,34	41,68	3,89	0,579	13,04	32,5
21	4,30	0,428	13,76	32,15	3,65	0,644	13,06	20,2
23	4,25	0,473	13,18	27,82	3,70	0,765	14,32	18,7
25					3,53	0,734	13,60	18,7
28					3,73	0,770	12,85	16,6
30					3,65	0,853	14,57	17,0
32					3,40	0,630	14,36	22,6
35					5,10	0,769	15,40	20,0
37					3,60	0,713	13,67	19,1
39					3,60	0,765	13,74	17,9
42					3,53	0,717	13,23	18,4

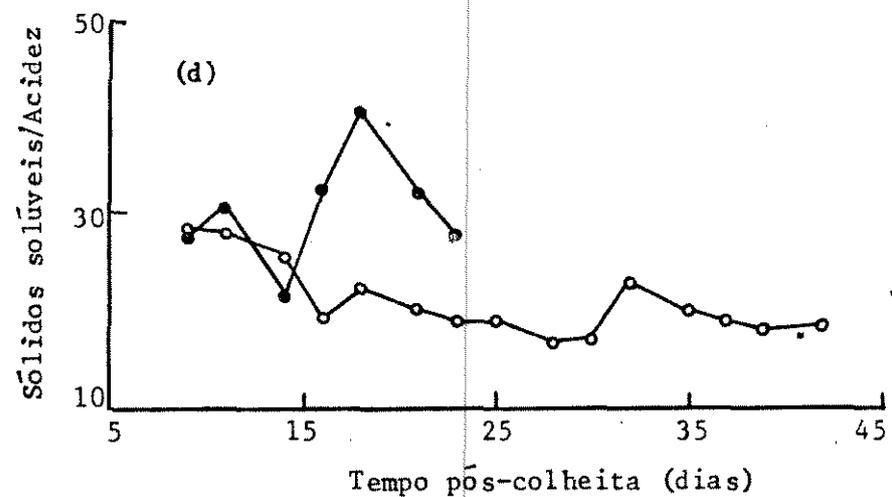
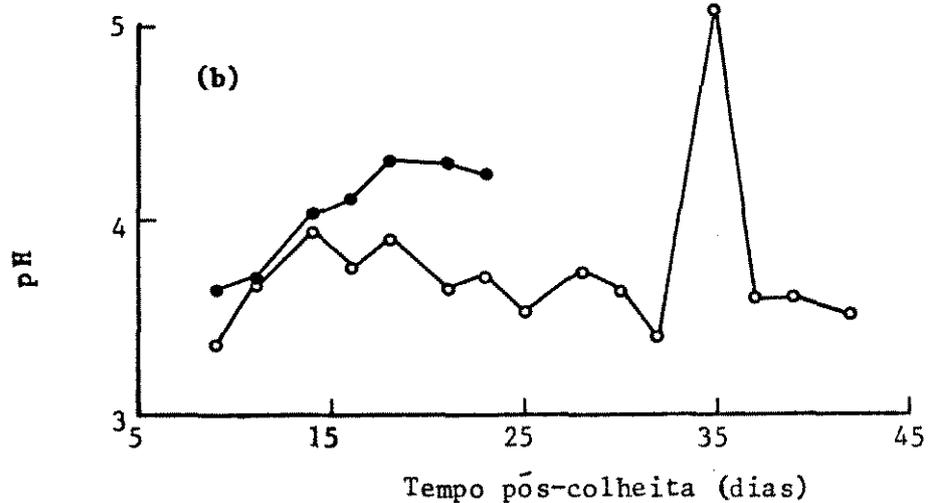
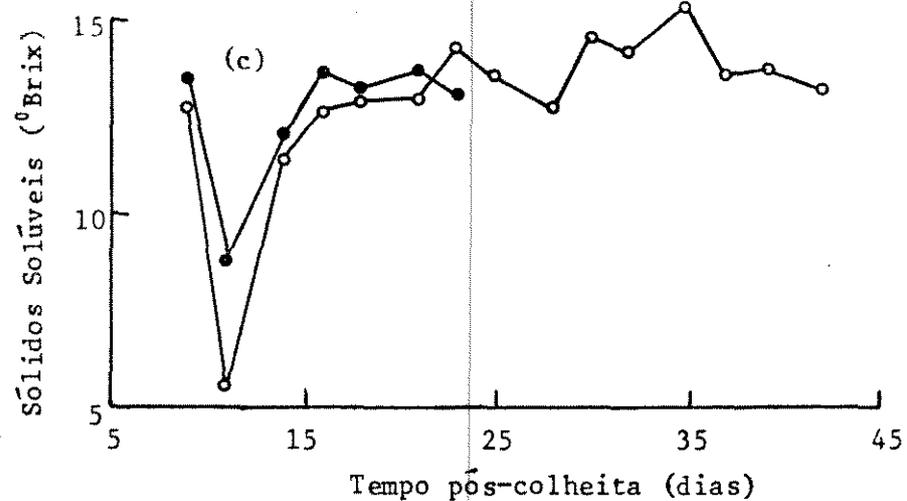
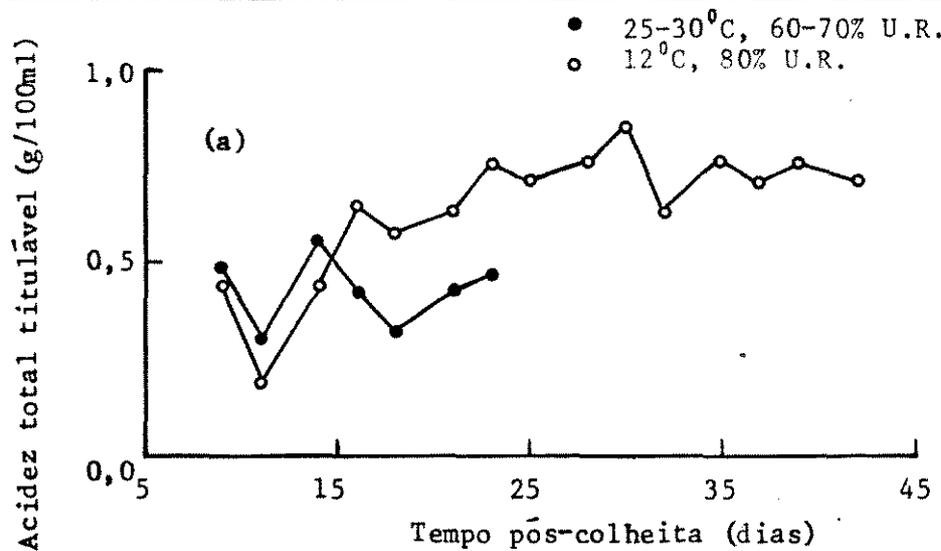


FIGURA 16 - Transformações bioquímicas de abacaxi c. v. Pérola durante o armazenamento em condições ambientais e controladas.

tais do que em condições controladas, uma vez que nesta última houve mais tempo para a degradação dos sólidos insolúveis disponíveis.

Quanto à relação sólidos solúveis/acidez (figura 16d), verifica-se que a mesma apresenta um máximo de 41,7 no 18º dia, em condições ambientais, enquanto que em condições controladas, a mesma diminui até o 23º dia, permanecendo então, praticamente constante em torno de 19,0.

#### 4.1.8 - Cor e aroma

Os resultados obtidos de cor e aroma de abacaxi c.v. Pérola encontram-se no quadro 14. A figura 17 mostra o abacaxi armazenado em condições ambientais e controladas vinte dias após a colheita.

Pode-se observar que a cor verde desapareceu totalmente após o 15º dia pós-colheita, em condições ambientais, e após o 25º dia em condições controladas. A cor da fruta no final do armazenamento foi a mesma nas duas condições. Segundo GUECHE (51) à temperatura ambiente, a clorofila é totalmente degradada em 7-8 dias; enquanto a 12°C são necessários 27 dias. Somente à temperatura de 12°C é que há concordância entre os nossos resultados e os do autor.

O aroma característico da fruta apareceu após o 10º e 20º dia pós-colheita, para condições ambientais e controladas, respectivamente. Enquanto que o aroma desagradável, fermentado, surgiu depois do 20º dia pós-colheita em condições ambientais e depois do 40º em condições controladas.

QUADRO 14 - Variações de cor externa e de aroma de abacaxi  
c.v. Pérola armazenado em condições ambientais  
e controladas

Tempo pós- colheita (dias)	25-30°C e 60-70% U. R.		12°C e 80% U. R.	
	Cor externa	Aroma	Cor externa	Aroma
5 - 10	0,75 verde	perceptível	0,75 verde	perceptível
	0,25 amarelo		0,25 amarelo	
10 - 15	0,25 laranja	forte	0,75 verde	perceptível
	0,50 amarelo		0,25 amarelo	
	0,25 verde			
15 - 20	0,50 laranja	intenso	0,50 verde	suave
	0,40 amarelo		0,50 amarelo	
	0,10 vermelho			
20 - 25	0,70 laranja	fermentado	0,25 verde	forte
	0,30 vermelho		0,50 amarelo	
			0,25 laranja	
25 - 30			0,60 amarelo	muito forte
			0,40 laranja	
30 - 35			0,50 amarelo	intenso
			0,50 laranja	
35 - 40			0,30 amarelo	intenso
			0,60 laranja	
			0,10 vermelho	
40 - 45			0,75 laranja	fermentado
			0,25 vermelho	



FIGURA 17 - Abacaxi c.v. Pérola armazenado a 25-30 C e 60-70% de umidade relativa (à direita) e a 12 C e 80% de umidade relativa (à esquerda), 20 dias após a colheita.

#### 4.1.9 - Suco

Os dados de composição do suco obtido durante o armazenamento de abacaxi c.v. Pérola em condições ambientais e controladas, processado em diferentes épocas pós-colheita, encontram-se no quadro 15.

---

#### 4.1.10 - Análise sensorial

O quadro 16 mostra os resultados obtidos de acidez, doçura e preferência para abacaxi c.v. Pérola "in natura", armazenado em condições ambientais e controladas. Os resultados obtidos para suco, processado em diferentes estágios de maturação, encontram-se no quadro 17.

Verifica-se que, nas duas condições de armazenamento, a curva de preferência teve comportamento similar ao da curva de doçura, tanto para abacaxi "in natura" (figura 18) como para suco processado (figura 19); ao passo que as curvas de acidez e doçura tiveram comportamentos opostos nos dois casos, em ambas as condições. As notas médias de preferência por abacaxi "in natura", conservado em condições ambientais, mantiveram-se praticamente constante, com valores em torno de 6, até o 21º dia após a colheita, depois diminuíram. Em condições controladas, as notas médias para preferência oscilaram em torno de 5 até o 28º dia; entre o 30º e 35º dia após a colheita, as notas para preferência foram maiores que 6, a partir desse dia diminuíram até alcançar valores próximos de 5 no final da senescência.

O suco obtido de abacaxi c.v. Pérola armazenado em condições ambientais não obteve, em nenhum dos processamentos, notas

QUADRO 15 - Dados de composição de suco obtido durante o armazenamento de abacaxi c.v. Pérola em condições ambientais e controladas

Processa/o (dias pós- colheita)	25-30 °C e 60-70% U.R.				12° C e 80% U. R.			
	pH	Acidez (g ác./ 100 ml)	Sol. S. (°Brix)	S. S./ Acidez	pH	Acidez (g ác./ 100 ml)	Sol. S. (°Brix)	S. S./ Acidez
11	3,58	0,436	14,05	32,04	3,45	0,519	14,07	37,11
18	3,98	0,526	15,88	29,99				
21					3,75	0,672	15,77	23,46
23	3,93	0,378	11,72	30,81				
25					3,60	0,629	13,28	21,11
30					3,70	0,587	13,82	23,54
32					3,20	0,681	13,87	20,36
37					3,20	0,771	13,51	17,52

QUADRO 16 - Análise sensorial de abacaxi c.v. Pérola armazenado em condições ambientais e controladas

Tempo pós colheita (dias)	25-30°C e 60-70% U.R.			12°C e 80% U.R.		
	Acidez (nota média)	Doçura (nota média)	Prefe-rência (nota média)	Acidez (nota média)	Doçura (nota média)	Prefe-rência (nota média)
14	4,52	4,99	6,08	5,97	5,00	4,88
16	4,10	5,80	5,97	3,63	6,02	5,27
18	4,94	5,61	6,00	6,11	5,22	4,94
21	4,50	6,44	6,05	6,88	4,11	4,72
23	6,93	6,12	4,31	4,43	6,43	5,56
25				5,50	5,33	5,39
28				7,18	4,00	4,37
30				5,77	5,83	6,16
32				4,16	6,60	6,88
35				4,94	5,61	6,39
37				3,49	7,16	6,33
39				4,94	5,80	5,61
42				5,83	5,27	5,16

QUADRO 17 - Análise sensorial de suco obtido durante o armazenamento de abacaxi c.v. Pérola em condições ambientais e controladas

Tempo pós colheita (dias)	25-30°C e 60-70% U.R.			12°C e 80% U.R.		
	Acidez (nota média)	Doçura (nota média)	Prefe-rência (nota média)	Acidez (nota média)	Doçura (nota média)	Prefe-rência (nota média)
14	4,43	5,20	4,55	4,42	4,79	4,59
21	3,93	6,37	4,84			
23				5,62	5,74	5,03
25	4,18	5,50	3,93			
28				5,06	3,62	4,87
32				4,33	4,94	5,26
35				4,72	5,29	5,77
39				4,55	5,61	5,72

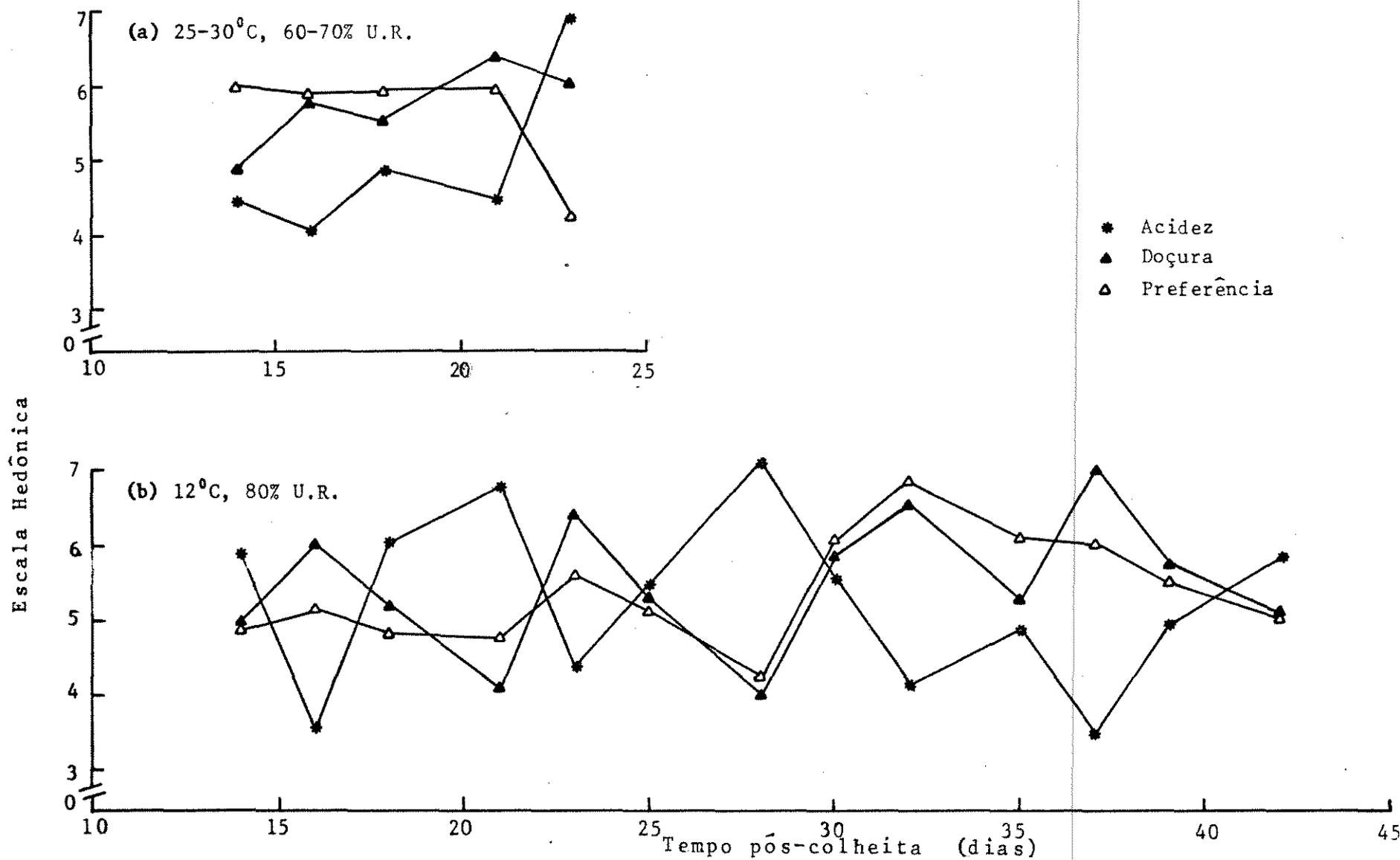


FIGURA 18 - Análise sensorial de abacaxi c. v. Pérola durante o armazenamento em condições ambientais e controladas.

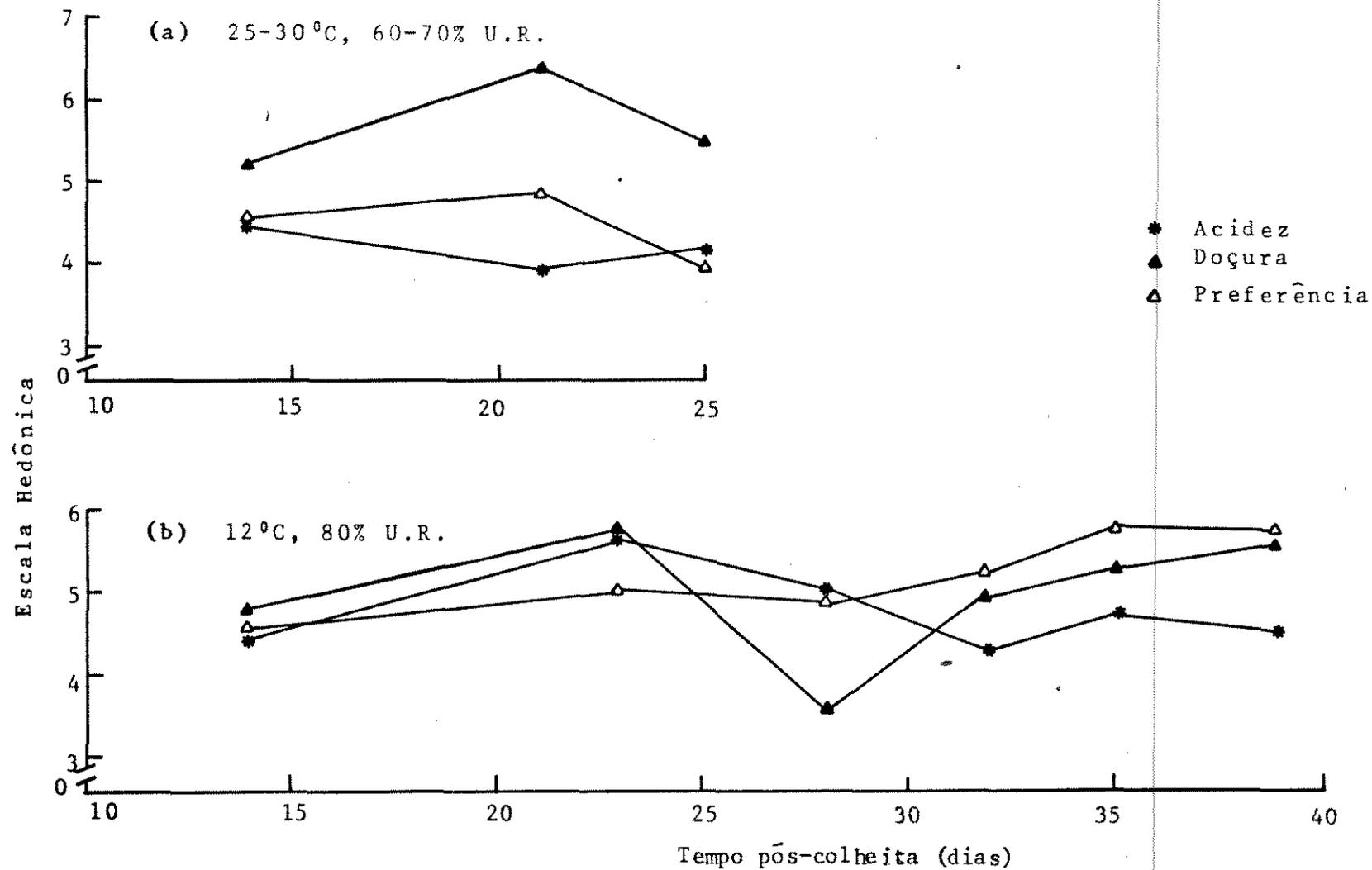


FIGURA 19 - Análise sensorial do suco obtido em diferentes fases do armazenamento de abacaxi, c. v. Pérola, em condições ambientais e controladas.

maiores que 5 para preferência, ao passo que aquele obtido do abacaxi armazenado em condições controladas alcançou notas entre 5,0 e 5,8, quando o processamento ocorreu após o 30º dia pós-colheita.

Na figura 20a observa-se a existência de duas faixas de acidez de maior preferência, entre 0,30 e 0,45 g de ácido cítrico / 100 ml de suco e entre 0,60 e 0,85. Para suco (figura 20b), verifica-se que a acidez de maior preferência esteve entre 0,60 e 0,80 g de ácido cítrico/100 ml de suco.

A preferência por doçura correspondeu, para ambas as condições (figura 21a), a um teor de sólidos solúveis entre 13,5 e 15,0ºBrix, aproximadamente. No caso de suco (figura 21b), a faixa de teor de sólidos solúveis preferida foi de 13,0 a 14,0ºBrix.

A figura 22a mostra que a preferência por abacaxi c.v. Pérola "in natura" foi maior quando a relação sólidos solúveis esteve entre 16,5 e 28,0 e, no caso de suco (figura 22b), este foi preferido quando processado com uma relação sólidos solúveis/acidez entre 17,5 e 25,0.

Para suco, as faixas de maior preferência em relação a acidez e sólidos solúveis foram sempre mais estreitas do que para a fruta "in natura", ou seja, para que o suco de abacaxi c.v. Pérola seja bem apreciado, ele deve ter características bem definidas, enquanto o mesmo não é exigido para o abacaxi em pedaço.

Nas duas condições de armazenamento, as notas de preferência foram maiores para abacaxi "in natura" do que para seu suco processado, isto equivale dizer que o abacaxi c.v. Pérola é mais apreciado para consumo na sua forma "in natura" do que na forma de suco.

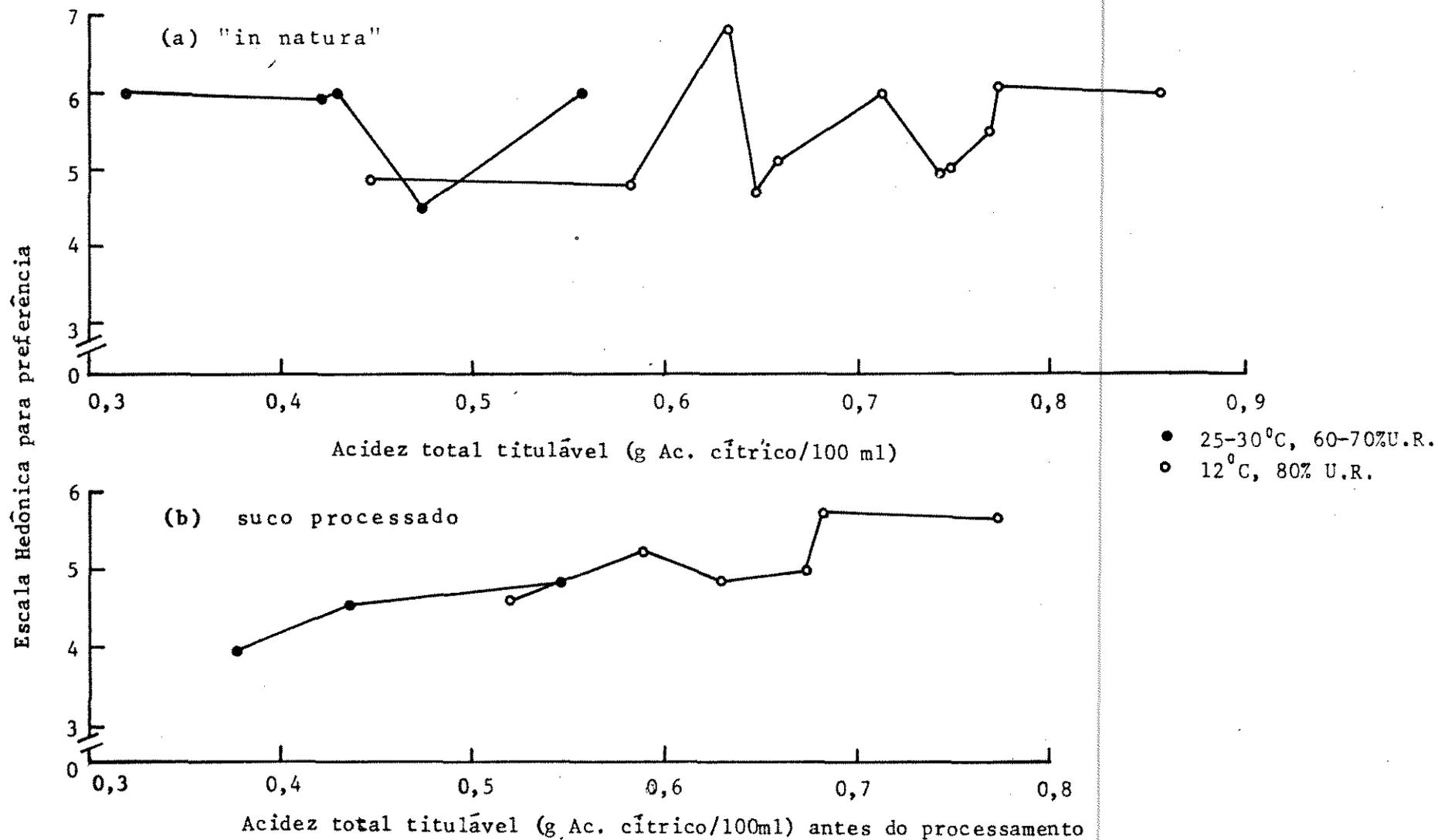


FIGURA 20 - Correlação entre preferência e acidez total titulável de abacaxi c.v. Pérola armazenado em condições ambientais e controladas e de seu suco processado.

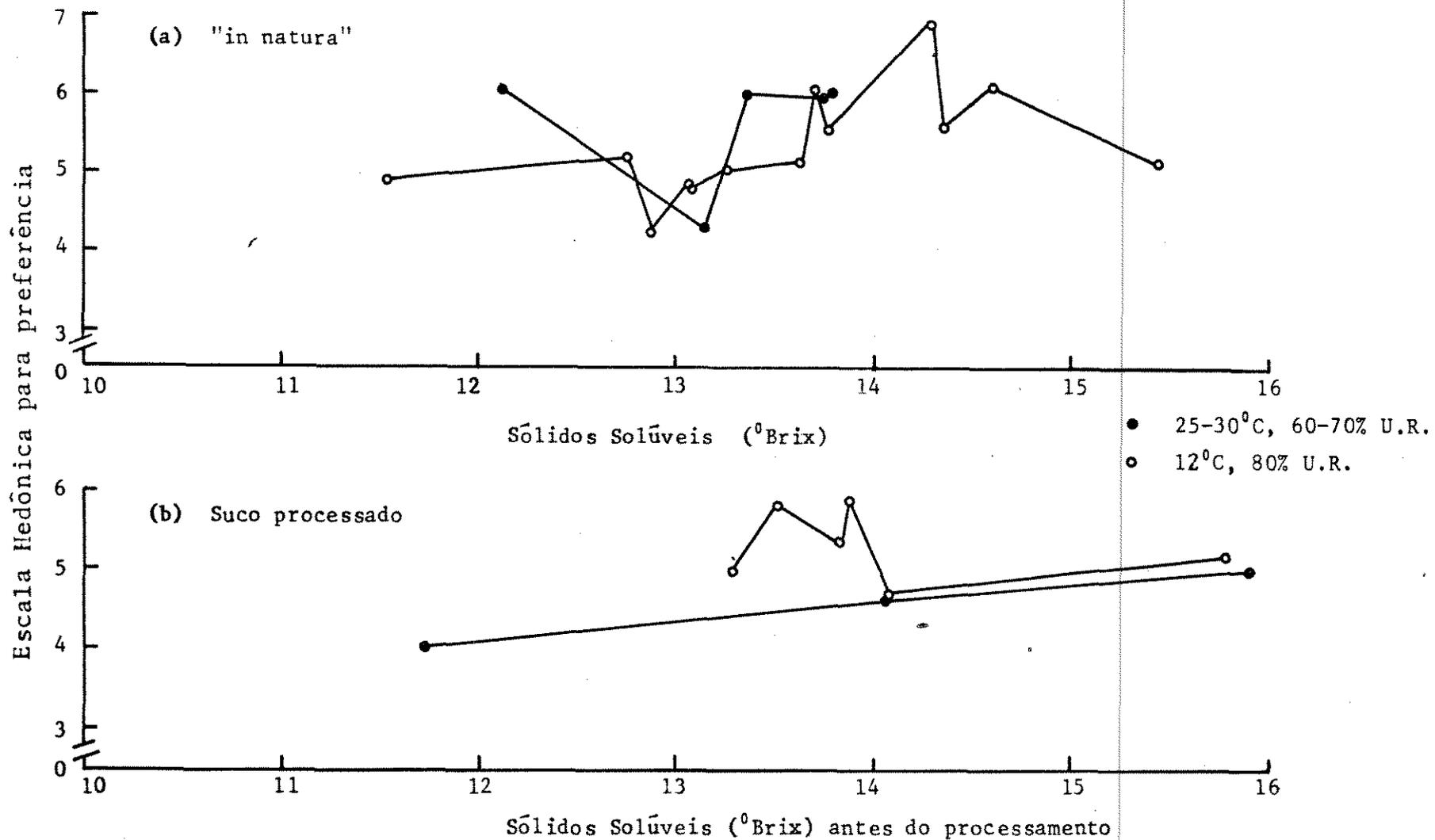


FIGURA 21 - Correlação entre preferência e teor de sólidos solúveis de abacaxi c. v. Pérola armazenado em condições ambientais e controladas e de suco processado.

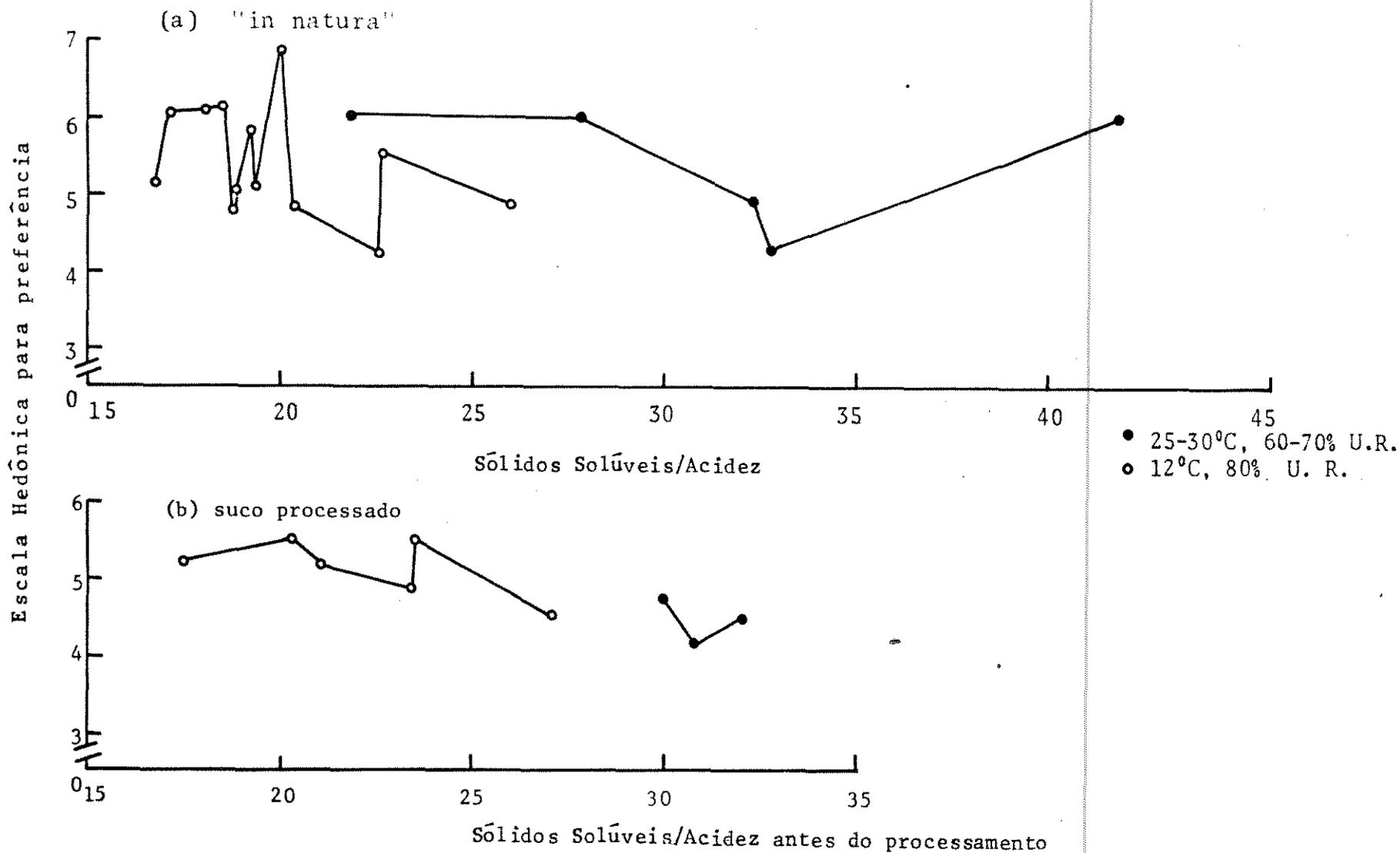


FIGURA 22 - Correlação entre preferência e relação sólidos solúveis/acidez de abacaxi c. v. Pérola armazenado em condições ambientais e controladas e de seu suco processado.

#### 4.1.11 - Correlação entre respiração e demais transformações

Considerando-se que o climatérico, em condições ambientais, ocorreu no 16º dia, pode se verificar que houve, no período que compreende esse dia, uma maior taxa de perda total de peso. Houve, também, um aumento brusco da perda de matéria seca na chegada desse dia, assim como um aumento na taxa de perda de umidade, pois com o aumento da taxa respiratória há maior consumo de substrato e maior produção de calor, o que causa uma diferença de temperatura e para recuperar o equilíbrio térmico, a fruta elimina água. O peso específico encontrava-se próximo de  $1,00 \text{ g/cm}^3$ . A acidez, nesse dia, estava em declínio e logo depois alcançou um mínimo, enquanto que o teor de sólidos solúveis atingia seu valor máximo médio. Próximos de seus valores máximos encontravam-se o pH e a relação sólidos/acidez.

Em condições controladas, ao considerar-se que o climatérico ocorreu no 30º dia, verifica-se que a acidez atingiu um valor máximo nesse dia, bem como o teor de sólidos solúveis, enquanto que o pH e a relação sólidos solúveis/acidez atingiam seus valores mínimos médios. Já a taxa de perda total de peso, a perda de matéria seca e a taxa de perda de umidade praticamente não se alteraram em relação às fases da respiração.

A respiração em condições controladas foi bastante reduzida em relação às condições ambientais, portanto, pode não ter sido necessário a utilização de ácidos orgânicos como substrato no processo respiratório. Isto resultaria no acúmulo dessas substâncias nos tecidos causando um aumento de acidez e consequente diminuição de pH, tal acontecimento explicaria o fato da acidez ter ti

do, em condições controladas, valores maiores do que aqueles obtidos em condições ambientais.

Em ambas as condições de estudo, nas imediações do climatérico, a clorofila já havia sido totalmente degradada e a fruta apresentava cor amarelada bastante atrativa; quanto ao aroma característico da fruta, este apareceu alguns dias antes do climatérico.

~~De modo geral, a fruta "in natura" recebeu as maiores notas de preferência sensorial nas imediações do climatérico, em ambas as condições. O suco obtido da fruta armazenada em condições controladas recebeu as maiores notas de preferência quando os processamentos ocorreram depois do climatérico (30º dia pós-colheita), em condições ambientais isto foi verificado para o processamento que se deu logo depois do climatérico.~~

#### 4.2 - Cultivar Smooth Cayenne

O abacaxi (*Ananas comosus*, Merr) cultivar Smooth Cayenne foi colhido no dia 03/01/80, tendo chegado ao laboratório no mesmo dia, onde procedeu-se à determinação de umidade, tendo-se obtido o valor médio de 88,84%. As outras determinações foram iniciadas no dia seguinte.

A forma da fruta está caracterizada na figura 23, as dimensões se encontram no quadro 18 e a proporção entre as partes constituintes no quadro 19.

##### 4.2.1 - Respiração

Os dados obtidos nos experimentos de respiração: deflexão de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, pressão barométrica, temperatura e peso das amostras

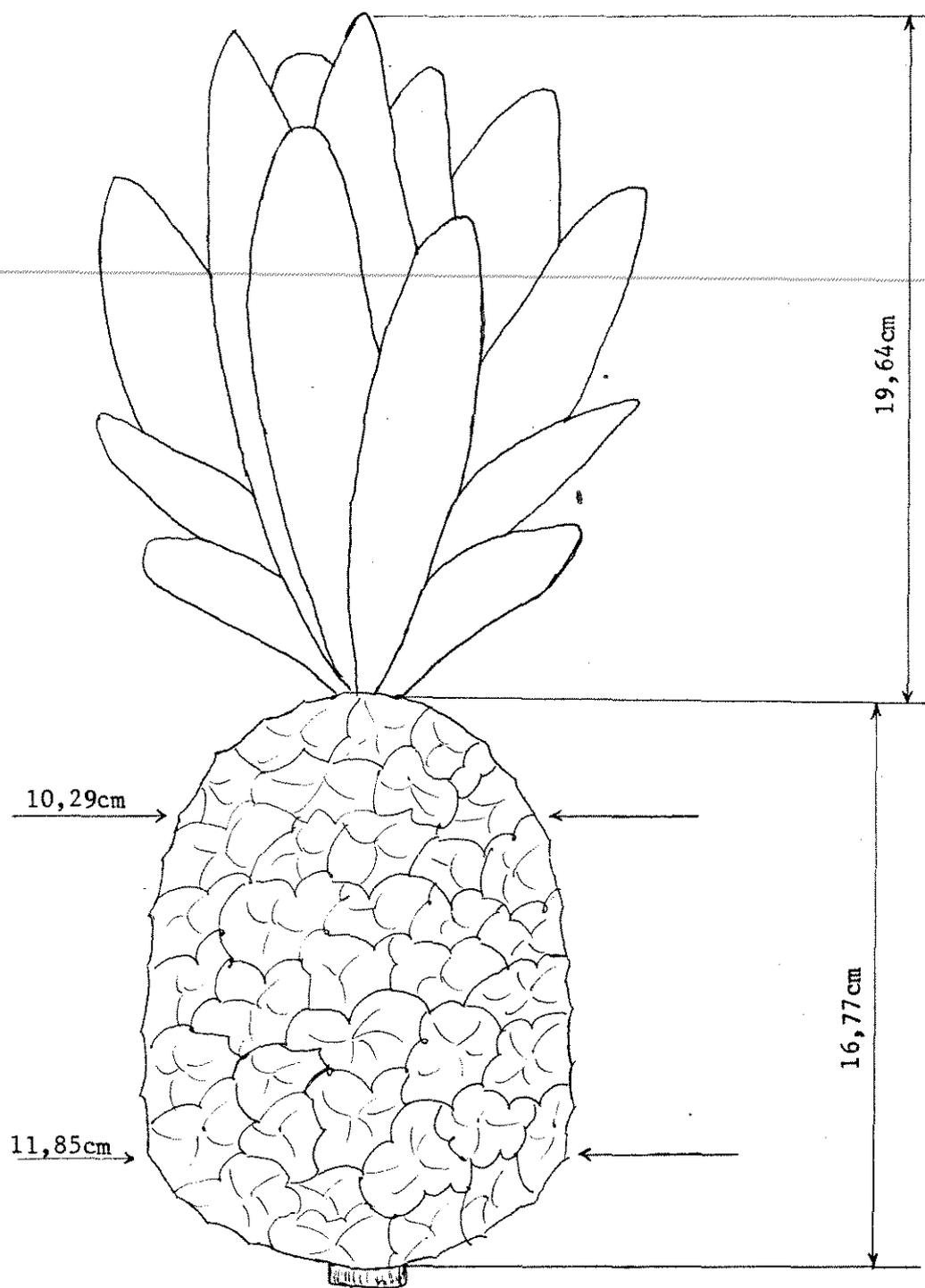


FIGURA 23 - Forma e dimensão de abacaxi cultivar Smooth Cayenne. Escala 1:2.

QUADRO 18 - Dimensões de abacaxi cultivar Smooth Cayenne

Amostra	Diâmetro (cm)	Diâmetro (cm)	Altura (cm)	Coroa (cm)
1	10,572	12,210	17,20	17,20
2	9,722	11,696	16,87	15,80
3	10,118	11,486	16,75	19,50
4	11,296	12,354	16,70	21,00
5	10,456	11,990	15,60	23,50
6	9,800	11,592	15,67	22,70
7	10,148	12,452	18,40	22,50
8	10,468	11,940	15,95	19,85
9	10,570	11,550	17,71	18,50
10	9,752	11,256	16,80	15,85
Média	10,290	11,853	16,77	19,64

QUADRO 19 - Partes constituintes de abacaxi cultivar Smooth Cayenne

Amostra	Peso (g)	Coroa (%)	Casca (%)	Talo (%)	Polpa (%)
1	1665,7	10,21	30,93	6,01	52,85
2	1380,1	7,97	31,88	12,32	47,83
3	1535,6	10,42	27,69	7,17	54,72
4	1738,7	10,63	25,58	7,76	56,03
5	1511,1	13,91	27,49	7,28	51,32
6	1312,3	16,79	22,17	6,49	54,58
7	1843,5	11,38	26,83	5,96	55,83
8	1561,2	12,18	26,92	7,69	53,21
9	1554,9	9,00	30,55	8,04	52,41
10	1280,2	10,16	32,81	8,98	48,05
Média	1538,3	11,27	28,39	7,77	52,68

tras utilizadas; encontram-se no anexo II. O quadro 20 apresenta os valores das taxas respiratórias para as duas condições de armazenamento e para o tratamento de resfriamento intermitente. As curvas de respiração para os três casos encontram-se na figura 24.

Em condições ambientais, observa-se que a curva apresenta três fases bem distintas, a primeira que vai até o 9º dia após a colheita, a segunda que começa no 10º dia e termina no 18º e a terceira que se inicia no 19º e prossegue até o final do armazenamento. Na primeira e na última fase, o abacaxi c.v. Smooth Cayenne apresentou sensíveis oscilações das taxas respiratórias, ao passo que na segunda fase, a variação foi mais uniforme, ou seja, as taxas respiratórias aumentaram até o 14º dia (de 80 até 110 mgCO<sub>2</sub>/Kg/h) e depois diminuíram até o 18º dia pós-colheita (94 mgCO<sub>2</sub>/Kg/h).

Em condições controladas, apesar de haver uma variação um pouco maior nos três primeiros dias após a colheita e entre o 18º e 25º dia, as taxas respiratórias oscilaram, de modo geral, em torno de 35 mgCO<sub>2</sub>/Kg/h até o 26º dia, onde houve então um pico, com valor de 84,71 mgCO<sub>2</sub>/Kg/h, depois desse dia ficou praticamente constante com taxas em torno de 26 mgCO<sub>2</sub>/Kg/h, do 35º dia em diante as taxas já variaram mais, mas ainda em torno desse último valor.

De modo geral as amostras de abacaxi c.v. Smooth Cayenne submetidas a resfriamento intermitente comportaram-se da mesma forma que as amostras do cultivar Pérola. Para o cultivar Smooth Cayenne, a equivalência das taxas respiratórias, entre as amostras submetidas a resfriamento intermitente e as mantidas nas duas condições de armazenamento, existiu até o 27º dia pós-colheita, após esse dia ainda permaneceram mais seis dias em boas condições.

Pelas curvas da figura 24, tanto a de condições ambien

QUADRO 20 - Taxas respiratórias diárias de abacaxi c. v. Smooth Cayenne mantido em condições ambientais, controladas e submetido a intermitente (5 dias/semana a 25-30°C e 60-70% U. R. e 2 dias/semana a 12°C e 80% U. R.)

Tempo pós colheita (dias)	25-30°C e 60-70% umidade relativa				12°C e 80% umidade relativa				Aquecimento intermitente		
	Taxa respiratória (mgCO <sub>2</sub> /Kg/h)				Taxa respiratória (mgCO <sub>2</sub> /Kg/h)				Taxa respiratória (mg CO <sub>2</sub> /Kg/h)		
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média	Amostra 1	Amostra 2	Média
1	68,3	82,5	47,8	66,2	39,1	32,8	36,2	36,0	44,1	37,0	35,6
2	38,4	85,6	61,1	61,7	25,6	27,7	26,9	26,7	15,6	13,4	14,0
3	72,2	103,8	94,1	90,0	72,2	41,6	44,8	51,3	48,6	40,3	44,4
4	53,0	99,5	94,5	82,3	25,8	37,4	49,9	37,7	14,7	40,8	27,8
5	91,6	131,8	90,2	104,5	51,7	37,3	26,9	38,6	43,9	58,4	51,1
6	96,4	121,9	99,0	105,8	38,6	32,5	22,4	31,2	72,9	89,6	81,3
7	67,0	80,8	70,3	72,7	34,7	27,7	26,8	29,5	82,7	80,8	81,8
8	95,5	139,5	103,4	112,8	12,8	41,5	35,7	30,0	33,8	26,7	30,3
9	62,4	85,3	93,5	80,4	38,3	41,4	17,8	32,5	24,1	22,2	23,2
10	48,4	86,1	127,3	87,3	47,1	27,7	40,3	38,4	24,3	26,9	25,6
11	68,0	95,2	80,4	81,2	51,6	41,9	27,0	40,9	...	...	...
12	48,8	114,6	95,7	86,4	17,4	32,8	40,9	30,4	29,4	31,7	30,6
13	73,0	114,1	95,3	94,1	34,7	51,6	49,8	45,3	78,1	108,0	93,1
14	101,6	122,2	108,4	110,7	42,8	37,1	49,4	43,1	107,1	107,7	107,4
15	106,4	99,9	99,2	101,9	34,4	27,8	40,4	34,2	34,0	49,4	41,7
16	67,3	121,5	117,3	102,0	38,4	32,3	35,8	35,5	29,1	22,4	25,8
17	81,3	98,9	107,7	96,0	38,3	32,3	26,8	32,5	38,8	22,3	30,6
18	87,2	100,2	94,7	94,1	21,5	32,6	22,6	25,6	14,7	18,0	16,3
19	184,3	182,0	255,0	207,1	...	...	...	...	...	...	...
20	86,8	111,2	113,2	103,7	55,7	32,4	44,3	44,3	92,3	85,0	88,7
21	134,6	110,9	258,4	168,0	29,8	46,1	31,2	35,7	174,2	189,5	181,8
22	154,5	122,6	108,4	128,5	47,1	37,1	44,9	43,0	58,4	49,4	53,9
23					8,6	...	...	...	...	...	...
24					12,9	32,3	40,2	28,4	38,7	31,2	35,0
25					21,6	18,6	18,0	19,4	24,2	26,8	25,5
26					94,7	83,4	76,1	84,7	87,2	58,2	72,7
27					26,0	9,3	58,8	31,4	72,8	67,1	69,9
28					30,0	13,9	31,3	25,1	101,8	93,8	97,8
29					25,5	27,6	40,1	31,1	28,6	52,1	40,4
30					21,2	27,6	26,7	25,1	38,6	52,3	45,5
31					13,0	37,3	31,5	27,2	34,1	58,6	46,4
32					25,8	23,3	31,5	26,9	43,9	52,9	48,4
33					21,3	36,9	22,4	26,9			
34					25,5	27,6	26,7	26,6			
35					25,4	32,1	39,9	32,5			
36					38,1	32,1	4,4	24,9			
37					17,0	18,4	...	17,7			
38					21,0	31,7	30,7	27,8			
39					12,7	18,4	17,8	16,3			

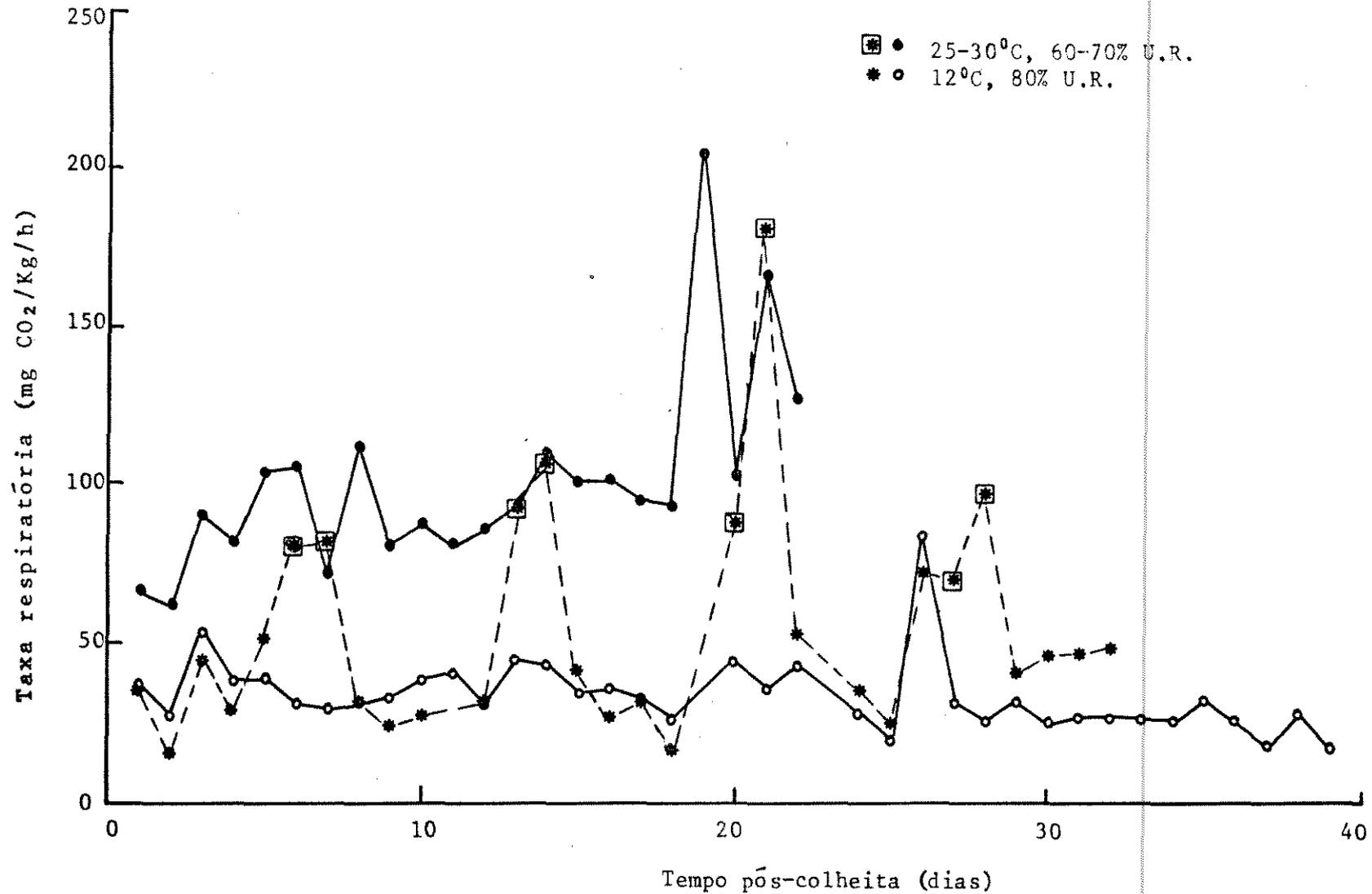


FIGURA 24 - Variações médias da taxa respiratória de abacaxi c. v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais, controladas e submetido a resfriamento intermitente.

tais como a de condições controladas, observa-se que o abacaxi c.v. Smooth Cayenne apresentou-se com comportamento semelhante ao de uma fruta climatérica. Considerando-o dessa forma, tem-se que a fase pré-climatérica teve duração de nove dias em condições ambientais e doze dias em condições controladas, a ascensão climatérica durou quatro e treze dias, respectivamente para condições ambientais e controladas; um dia foi a duração do climatérico em ambas as condições, enquanto a fase pós-climatérica durou quatro dias para as condições ambientais e oito para as condições controladas. O tempo total em que o abacaxi esteve em boas condições de consumo foi de dezoito dias, quando mantido em condições ambientais, e de trinta e quatro dias quando em condições controladas. Ao findar a senescência (22º dia e 39º dia, condições ambientais e controladas, respectivamente) a fruta estava em condições totalmente impróprias para o consumo.

#### 4.2.2.- Matéria seca

A figura 25 apresenta as curvas de perda de matéria seca, os dados utilizados para a obtenção destas curvas encontram-se no quadro 21.

Em condições ambientais, o abacaxi c.v. Smooth Cayenne apresentou perda de matéria seca bastante grande, sendo que no início da senescência (19º dia após a colheita) a perda acumulada foi de 3,279%, enquanto que em condições controladas, também no início da senescência (35º dia pós-colheita) a perda acumulada foi de 1,527%. Apesar da grande perda de matéria seca em relação ao peso seco inicial, esta continua sendo desprezível quando calculada em relação ao peso úmido. Assim, no início da senescência, essa perda foi de 0,387% para condições ambientais e 0,170% para condições con

QUADRO 21 - Perda de matéria seca e umidade calculada de abacaxi c.v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais e controladas.

Tempo pós colheita (dias)	25-30°C e 60-70% umidade relativa					12°C e 80% umidade relativa				
	Perda de Matéria Seca				Umidade (%) <sup>1</sup>	Perda de Matéria Seca				Umidade (%) <sup>1</sup>
	(mg/Kg/dia)	(mg/Kg)	(%) <sup>1</sup>	(%) <sup>2</sup>		(mg/Kg/dia)	(mg/Kg)	(%) <sup>1</sup>	(%) <sup>2</sup>	
0					88,84					88,84 <sup>3</sup>
1	101,1	101,1	0,010	0,086	88,45	-0,2	-0,2	...	... <sup>4</sup>	88,84
2	150,9	252,0	0,025	0,214	88,20	30,8	30,6	0,003	0,027	88,78
3	143,0	395,0	0,039	0,335	87,99	30,7	61,3	0,006	0,055	88,73
4	147,7	542,7	0,054	0,460	87,85	61,1	122,5	0,012	0,110	88,67
5	145,8	688,5	0,069	0,583	87,79	45,5	168,0	0,017	0,151	88,62
6	170,6	859,1	0,086	0,728	87,67	52,2	220,1	0,022	0,197	88,56
7	134,8	993,9	0,099	0,843	87,57	43,9	264,1	0,026	0,337	88,48
8	203,0	1196,9	0,120	1,014	87,50	66,4	330,5	0,033	0,296	88,42
9	139,2	1336,1	0,134	1,132	87,37	36,8	367,3	0,037	0,329	88,34
10	176,2	1512,3	0,151	1,282	87,38	76,3	443,6	0,044	0,397	88,29
11	180,9	1693,2	0,169	1,435	87,13	69,7	513,3	0,051	0,460	88,23
12	196,6	1889,8	0,189	1,602	87,05	54,6	567,9	0,057	0,509	88,16
13	211,9	2101,7	0,210	1,781	86,92	92,8	660,7	0,066	0,592	88,09
14	234,8	2336,6	0,234	1,980	86,80	39,9	700,6	0,070	0,628	88,00
15	287,7	2624,3	0,262	2,224	86,66	44,9	745,5	0,075	0,668	87,94
16	336,6	2960,8	0,296	2,509	86,48	57,0	802,5	0,080	0,710	87,84
17	356,2	3317,1	0,332	2,811	86,33	56,2	858,7	0,086	0,769	87,77
18	254,7	3571,8	0,357	3,027	86,25	55,6	914,3	0,091	0,819	87,71
19	297,9	3869,7	0,387	3,279	86,14	...	...	...	...	...
20	293,9	4163,6	0,416	3,528	86,00	73,1	987,3	0,099	0,885	87,55
21	509,1	4672,7	0,467	3,960	85,85	32,6	1019,9	0,102	0,914	87,46
22	318,9	4991,6	0,499	4,230	85,68	71,9	1091,8	0,109	0,978	87,35
23						49,6	1141,4	0,114	1,023	87,29
24						69,4	1210,8	0,121	1,085	87,17
25						62,5	1273,3	0,127	1,141	87,10
26						29,0	1302,3	0,130	1,167	86,99
27						52,4	1354,7	0,135	1,214	86,90
28						64,7	1419,4	0,142	1,272	86,79
29						45,5	1465,0	0,146	1,313	86,67
30						35,0	1499,9	0,150	1,344	86,53
31						66,3	1566,4	0,157	0,403	86,44
32						34,7	1601,0	0,160	1,435	86,29
33						13,4	1614,4	0,161	1,447	86,15
34						52,6	1667,1	0,167	1,494	85,99
35						37,2	1704,3	0,170	1,527	85,85
36						23,3	1727,4	0,173	1,548	85,70
37						28,5	1756,0	0,176	1,573	85,62
38						40,4	1796,4	0,180	1,610	85,44
39						47,3	1843,7	0,184	1,652	85,26

1. Em base úmida.
2. Em base seca.
3. Umidade determinada experimentalmente
4. Não houve perda de peso e sim, ganho.

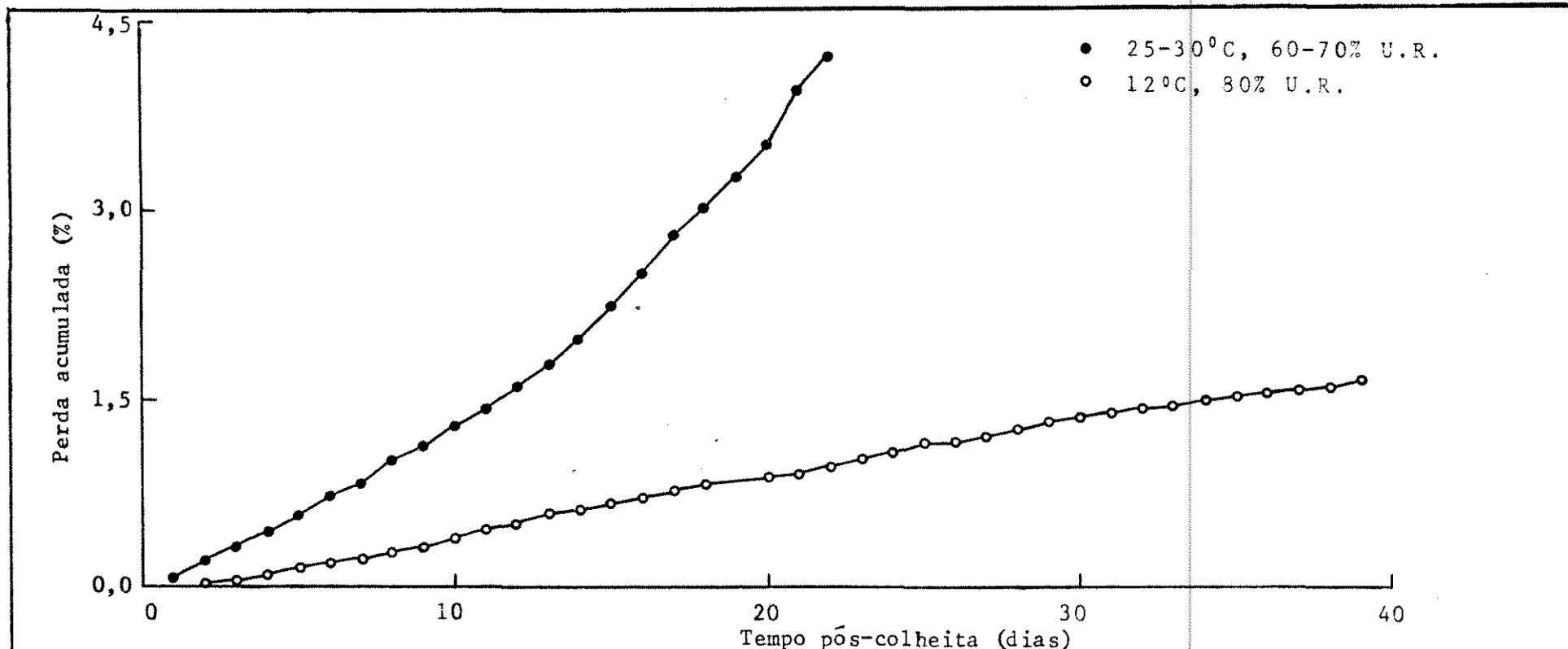


FIGURA 25 - Perda de matéria seca, em relação ao peso seco inicial, de abacaxi c. v. Smooth Cayenne durante o armazenamento em condições ambientais e controladas.

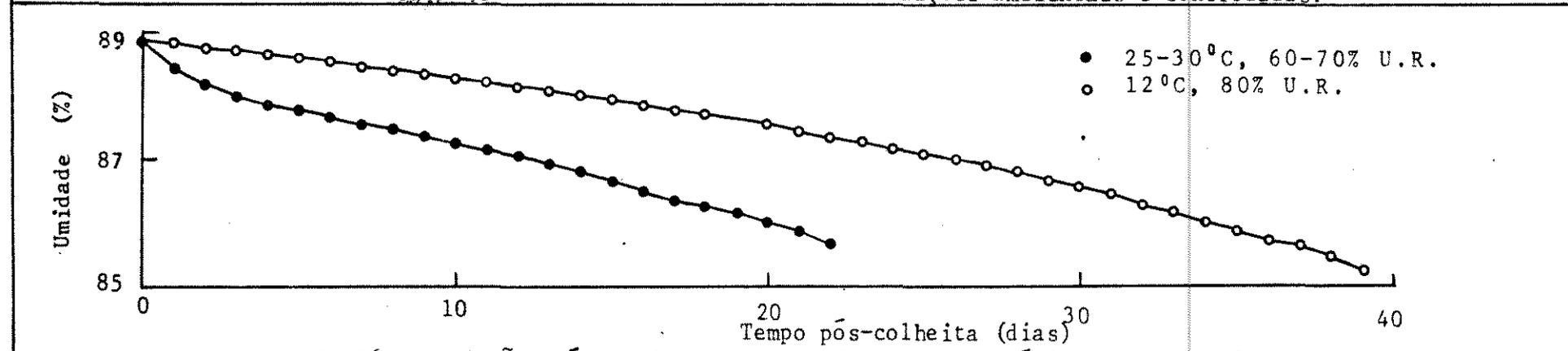


FIGURA 26 - Variações médias do teor de umidade, em base úmida, de abacaxi c. v. Smooth Cayenne durante o armazenamento em condições ambientais e controladas.

dições controladas. O que confirma mais uma vez que a perda de peso de abacaxi pode ser considerada como perda de água.

#### 4.2.3 - Umidade

No quadro 21 encontra-se os dados de umidade calculada, as curvas obtidas são mostradas na figura 26.

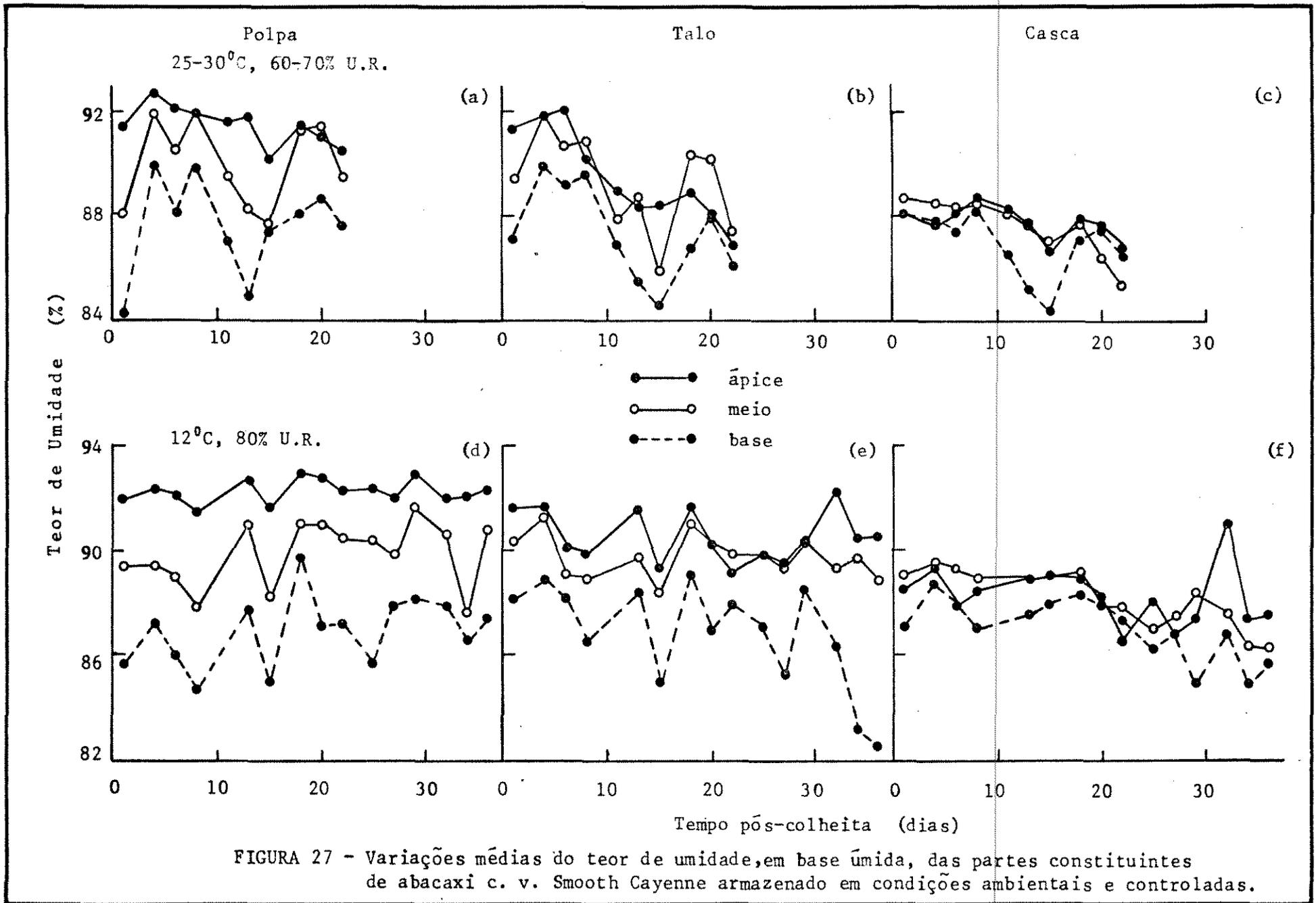
---

A umidade relativa utilizada no armazenamento controlado não foi suficientemente alta para diminuir a perda por evaporação, pois no início da senescência em condições ambientais (19º dia pós-colheita), o abacaxi c.v. Smooth Cayenne apresentava uma umidade de 86,14% enquanto que no início da senescência em condições controladas (35º dia pós-colheita) a umidade era de 85,85%, o que corresponde a uma perda de umidade de 3,04% e 3,37% para condições ambientais e controladas, respectivamente.

Quanto à variação da umidade das partes constituintes, cujos dados encontram-se no quadro 22 e as curvas na figura 27, pode-se dizer que, nas duas condições de armazenamento, a umidade se distribuiu de forma longitudinal, sendo a base a região menos úmida, o ápice a mais úmida e o meio com umidade intermediária. Esta distribuição esteve bem definida na polpa, enquanto que no talo as umidades do ápice e do meio se interlaçavam, sendo menores do que as correspondentes na polpa, e a da base continuava bem distinta, com valores praticamente iguais aos dessa região da polpa; já na casca, as umidades do ápice e meio se sobrepunham, sendo ainda menores que as correspondentes do talo, e se aproximavam bastante da curva de umidade da base, a qual continuava com valores próximos aos correspondentes da polpa e do talo. Verificou-se, também, que medianamente a polpa foi a parte constituinte mais úmida, seguida pelo talo

QUADRO 22 - Umidade das partes constituintes (polpa, talo e casca) de abacaxi c. v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais e controladas, segundo três cortes transversais (ápice, meio e base).

Tempo pós colheita (dias)		25-30°C e 60-70% U. R.			12°C e 80% U. R.		
		ápice	Umidade (%) meio	base	ápice	Umidade (%) meio	base
1	polpa	91,44	88,11	84,33	91,98	89,35	85,71
	talo	91,39	89,40	87,17	91,64	90,28	88,16
	casca	88,16	88,74	88,16	88,47	89,07	87,07
4	polpa	92,72	91,93	89,96	92,39	89,39	87,22
	talo	91,97	91,97	89,97	91,66	91,33	88,90
	casca	87,65	88,54	87,78	89,32	89,58	88,73
6	polpa	92,17	90,51	88,13	92,15	88,96	85,99
	talo	92,11	90,69	89,22	90,15	89,00	88,17
	casca	88,15	88,28	87,41	87,87	89,30	87,97
8	polpa	91,97	91,99	89,85	91,51	87,74	84,78
	talo	90,19	90,93	89,59	89,91	88,89	86,49
	casca	88,68	88,52	88,26	88,46	88,91	86,98
11	polpa	91,64	89,46	86,99	...	...	...
	talo	89,02	87,91	89,63	...	...	...
	casca	88,34	88,15	86,53	...	...	...
13	polpa	91,84	88,24	84,88	92,76	91,01	87,74
	talo	88,37	88,76	85,53	91,69	89,74	88,37
	casca	87,74	87,70	85,22	88,84	88,88	87,55
15	polpa	90,22	87,64	87,40	91,66	88,18	85,02
	talo	88,42	85,90	84,62	89,27	88,34	85,01
	casca	86,65	86,99	84,41	88,98	88,86	87,93
18	polpa	91,48	91,31	88,07	93,07	91,01	89,74
	talo	88,98	90,41	86,81	91,77	91,06	89,06
	casca	87,94	87,72	87,16	88,89	89,17	88,38
20	polpa	91,10	91,45	88,70	92,81	91,02	87,12
	talo	88,11	90,26	87,88	90,21	90,26	86,88
	casca	87,78	86,43	87,48	88,22	87,89	87,92
22	polpa	90,50	89,45	87,63	92,31	90,42	87,17
	talo	86,88	87,43	86,01	89,21	89,89	87,93
	casca	86,83	85,28	86,45	86,52	87,81	87,29
25	polpa				92,39	90,40	85,74
	talo				89,82	89,86	87,06
	casca				88,05	86,95	86,22
27	polpa				92,03	89,81	87,84
	talo				89,46	89,33	85,30
	casca				86,76	87,41	86,77
29	polpa				92,88	91,64	88,17
	talo				90,38	90,42	88,47
	casca				87,39	88,27	84,96
32	polpa				92,01	90,61	87,88
	talo				92,25	89,24	86,28
	casca				91,06	87,48	86,81
34	polpa				92,13	87,63	86,58
	talo				90,51	89,73	83,26
	casca				87,36	86,35	84,95
36	polpa				92,37	90,82	87,35
	talo				90,58	88,79	82,56
	casca				87,48	86,27	85,70



ao qual se seguiu a casca. Uma vez que a umidade da base foi praticamente a mesma para as três partes constituintes, o que definiu a polpa como a parte constituinte mais úmida, foi os teores de umidade do ápice e do meio; o mesmo ocorreu para o talo ser considerado mais úmido que a casca.

A casca foi a parte constituinte menos úmida pois era ela que se encontrava em contato direto com o ar ambiente, sendo a superfície onde ocorria a evaporação. As regiões que mais perdiam água eram o ápice e o meio, isto por que eram as regiões mais novas da fruta, uma vez que a formação da fruta se dá de baixo para cima, onde havia maior abundância e a água estava mais livre, pois nos tecidos mais velhos, caso da base, a água ficava retida no interior desses tecidos sendo difícil de ser retirada.

#### 4.2.4 - Peso

Os dados obtidos para peso, perda total de peso e taxa de perda encontram-se no quadro 23, enquanto as curvas de perda acumulada e taxa de perda encontram-se na figura 28.

Observando-se as curvas de perda acumulada verifica-se que, em condições ambientais, esta não foi muito mais intensa do que em condições controladas; tanto que a perda apresentada no início da senescência em condições ambientais (19º dias pós-colheita) foi menor do que aquela apresentação em condições controladas na fase correspondente, 17,67% e 22,33%, respectivamente.

As taxas de perda oscilaram em torno de 1% nos doze primeiros dias do armazenamento em condições ambientais, do 12º dia em diante aumentaram até alcançar um máximo, depois diminuíram até



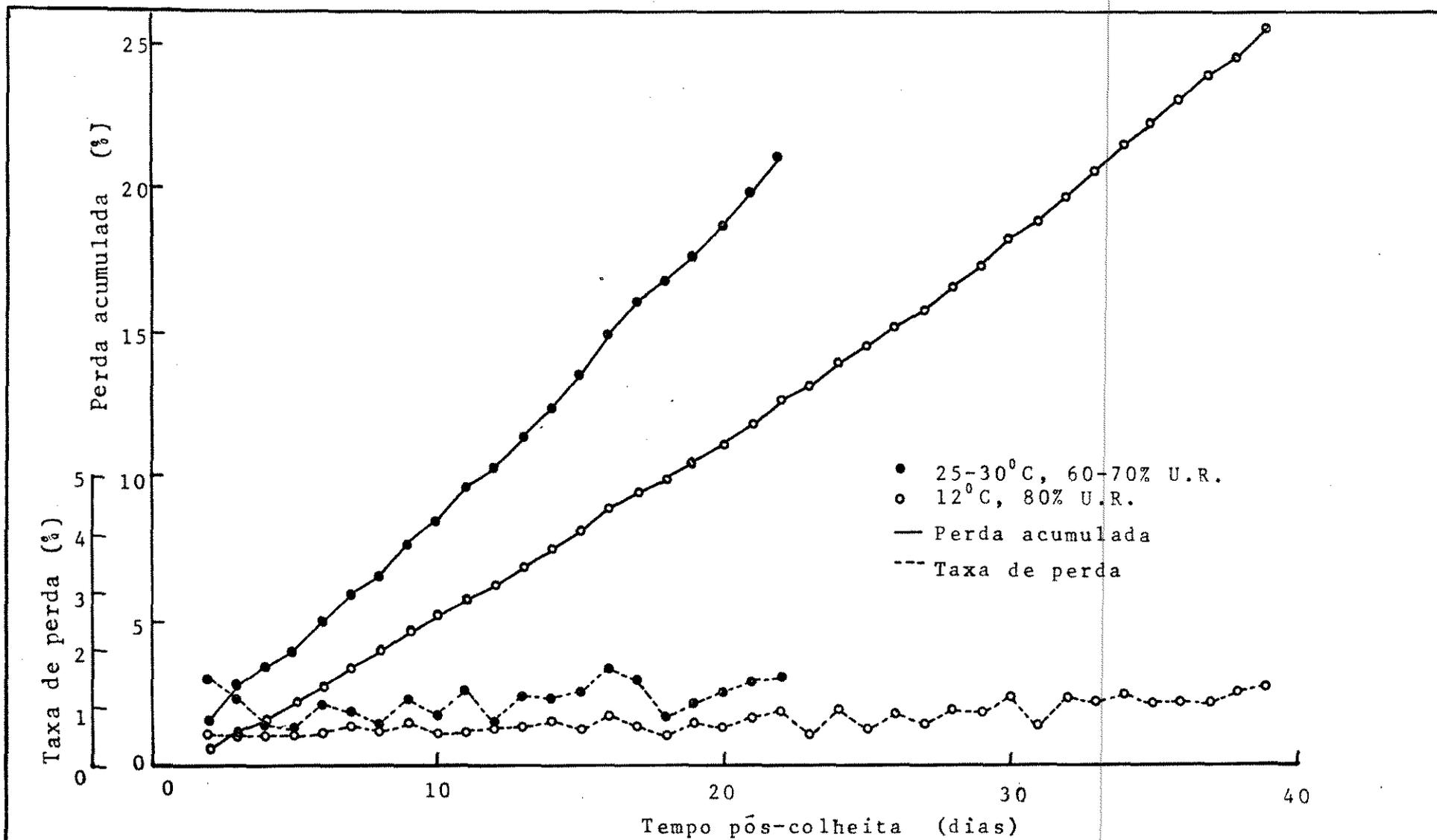


FIGURA 28 - Variações médias de perda total de peso (perda acumulada e taxa de perda) de abacaxi c. v. Smooth Cayenne durante o armazenamento em condições ambientais e controladas.

o 18º dia, a partir do qual aumentaram até o final da senescência. Em condições controladas, a taxa de perda permaneceu praticamente constante, em torno de 0,5%, até o 16º dia após a colheita, a partir desse dia aumentou, alcançando valores próximos de 1% depois do 30º dia.

#### 4.2.5 - Peso específico

Os valores obtidos para peso específico encontram-se no quadro 23.

O peso específico (figura 29), em condições ambientais, diminuiu de 1,043 g/cm<sup>3</sup> no início do experimento até valores próximos de 1,010 g/cm<sup>3</sup> no final. Entre o 4º e 9º dia após a colheita, os valores foram praticamente constantes em torno de 1,035 g/cm<sup>3</sup>, a partir do 9º dia diminuiu seguindo uma linha reta até o 21º dia (1,011 g/cm<sup>3</sup>), a partir do qual manteve-se praticamente constantes. Em condições controladas, a curva possui duas fases distintas, uma que vai do início até o 17º dia pós-colheita, com valores em torno de 1,035 g/cm<sup>3</sup>, e outra do 17º ao 37º dia onde os valores encontrados estiveram em torno de 1,030 g/cm<sup>3</sup>, a partir do 37º dia diminuíram até chegar ao valor final de 1,024 g/cm<sup>3</sup>.

#### 4.2.6 - Acidez

O quadro 24 apresenta os resultados obtidos de acidez total titulável e pH.

Na figura 30 observa-se que a acidez total titulável, em condições ambientais, aumentou até um valor máximo de 0,755 g de ácido cítrico/100 ml de suco no 13º dia após a colheita, a partir

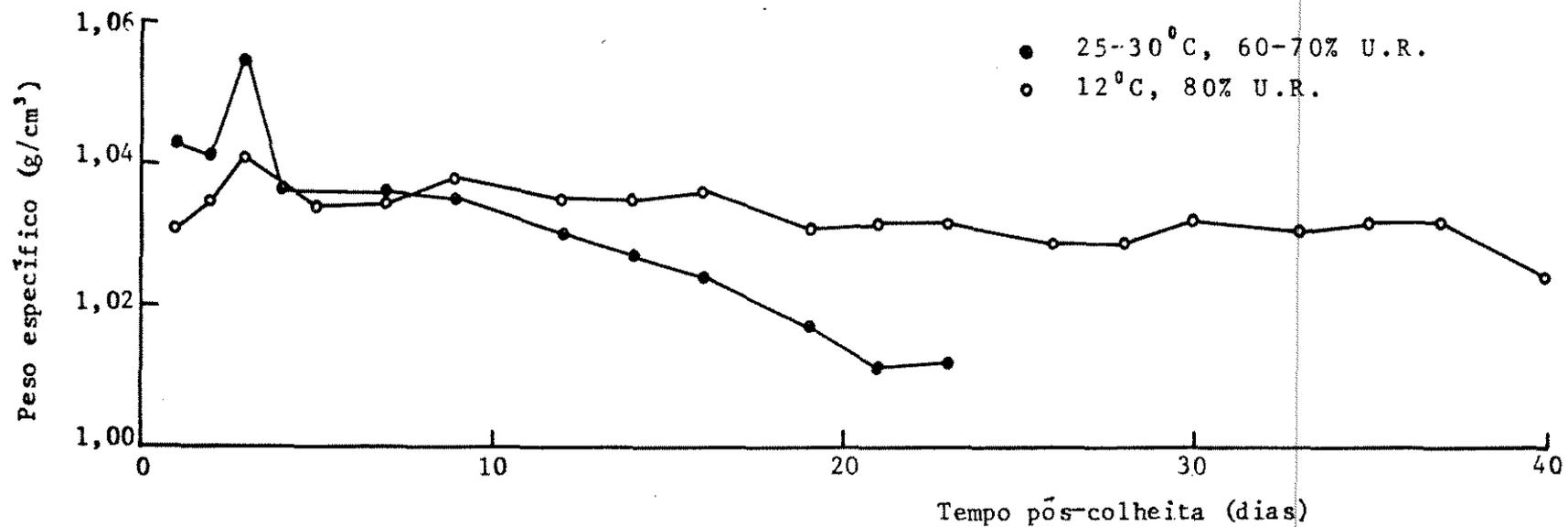


FIGURA 29 - Variações médias do peso específico real de abacaxi c.v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais e controladas.

daí diminuiu, aumentando novamente após o 18º dia, quando já havia iniciado a fase de senescência. Em condições controladas, a acidez também aumentou até um valor máximo (0,813 g de ácido cítrico/100 ml de suco), que ocorreu no 25º dia após a colheita, a partir desse dia a acidez diminuiu, mantendo-se em torno de 0,700 g de ácido cítrico/100 ml de suco até o final do experimento.

O pH (figura 30b), inicialmente com valor em torno de 3,90 para ambas as condições de estudo, diminuiu até o 13º dia pós-colheita em condições ambientais, desse dia até o final do experimento apresentou valores que oscilaram em torno de 3,65; em condições controladas diminuiu até o 25º dia, a partir de então apresentou valores oscilando em torno de 3,50.

#### 4.2.7 - Sólidos solúveis

Os resultados obtidos de sólidos solúveis e relação sólidos solúveis/acidez encontram-se, também, no quadro 24.

O teor de sólidos solúveis (figura 30c) aumentou a partir do 9º dia após a colheita em condições ambientais, apresentando um máximo de 13,72ºBrix no 15º dia, depois disso diminuiu, permanecendo em torno de 10,3 até o final do experimento. Em condições controladas, de maneira geral, houve diminuição do teor de sólidos até o 18º dia, a partir daí aumentou até o 25º dia, onde alcançou um valor de 11,23ºBrix, diminuiu novamente até o 29º dia, para depois aumentar e alcançar um valor máximo de 12,22 no 34º dia após a colheita.

A figura 30d apresenta as curvas de relação sólidos solúveis/acidez. De modo geral, a relação sólidos solúveis/acidez di

QUADRO 24 - Transformações bioquímicas de abacaxi c.v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais e controladas

Tempo pós colheita (dias)	25-30°C e 60-70% U.R.				12°C e 80% U.R.			
	Acidez (g. ác./100 ml)	pH	Sól. Sol. (° Brix)	S. S./Acidez	Acidez (g. ác./100 ml)	pH	Sól. Sol. (° Brix)	S. S./Acidez
4	0,462	3,90	9,90	21,42	0,518	3,92	10,16	19,61
6	0,518	3,63	10,31	19,90	0,620	3,69	13,16	19,61
8	0,599	3,78	9,87	16,47	0,673	3,66	11,96	17,77
11	...	...	10,82	...	...	...	10,92	...
13	0,755	3,60	12,69	16,81	0,641	3,50	11,16	17,41
15	0,660	3,70	13,72	20,79	0,695	3,53	11,35	16,33
18	0,631	3,79	10,21	16,17	0,557	3,69	10,09	18,12
20	0,769	3,54	10,13	13,18	0,603	3,57	10,30	17,08
22	0,588	3,67	10,72	18,23	0,772	3,45	10,73	13,09
25					0,813	3,43	11,23	13,31
27					0,625	3,55	9,34	14,95
29					0,692	3,32	9,17	13,24
32					0,688	3,51	10,89	15,83
34					0,727	3,61	12,22	16,81
36					0,718	3,59	10,28	14,31
39					0,704	3,42	13,38	19,01

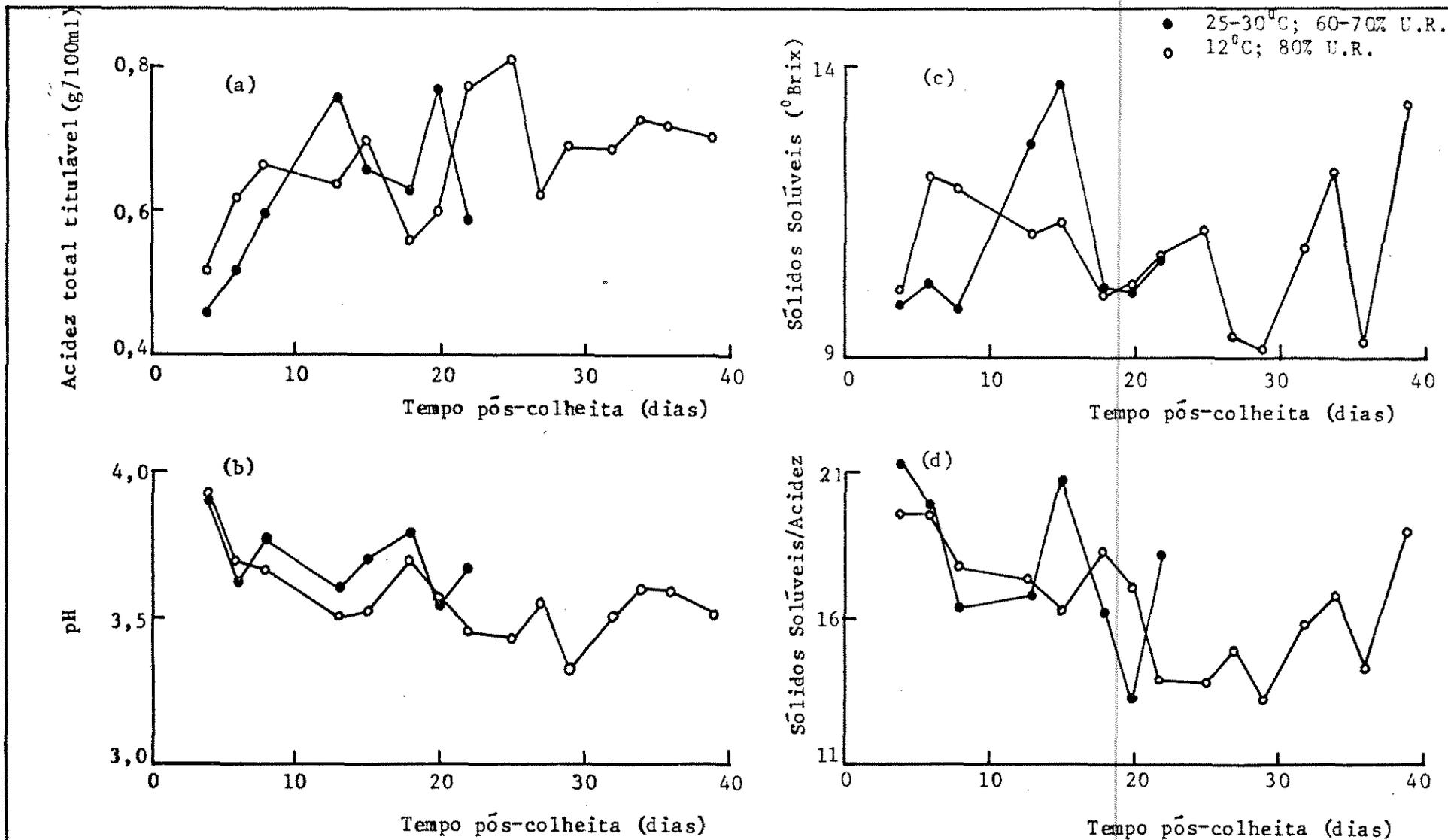


FIGURA 30 - Transformações bioquímicas de abacaxi c.v. Smooth Cayenne durante o armazenamento em condições ambientais e controladas.

minuiu durante o armazenamento, sendo que o valor inicial nas duas condições de estudo não foi ultrapassado durante todo o experimento. Em condições ambientais, o maior valor encontrado foi de 20,79 no 15º dia após a colheita. Em condições controladas esse valor foi de 18,12 no 19º dia após a colheita, tendo se encontrado novo pico no 34º dia, cujo valor foi de 16,81.

---

#### 4.2.8 - Cor e aroma

O quadro 25 apresenta os resultados obtidos de cor e aroma de abacaxi c.v. Smooth Cayenne. A figura 31 mostra o abacaxi armazenado em condições ambientais e controladas vinte dias após a colheita.

Pode-se verificar pelo quadro 25 que a cor verde desapareceu totalmente depois do 15º dia pós-colheita em condições ambientais, porém em condições controladas tal fato não ocorreu mesmo no 40º dia pós-colheita. O que mostra que o metabolismo de degradação da clorofila foi bastante retardado no armazenamento em condições controladas.

O aroma do abacaxi c.v. Smooth Cayenne apresentou baixa intensidade tanto no armazenamento em condições ambientais como em condições controladas, portanto isto deve ser uma característica desse cultivar, uma vez que se chegou ao mesmo resultado no final do armazenamento nas duas condições de estudo.

#### 4.2.9 - Suco

O quadro 26 apresenta os dados de composição do suco de abacaxi c.v. Smooth Cayenne obtido durante o armazenamento nas duas

QUADRO 25- Variações de cor externa e de aroma de abacaxi c.v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais e controladas

Tempo pós colheita (dias)	25-30°C e 60-70% U.R.		12°C e 80% U.R.	
	Cor externa	Aroma	Cor externa	Aroma
1 — 5	verde	imperceptível	verde	imperceptível
5 —10	0,75 verde	imperceptível	verde	imperceptível
	0,25 amarelo			
10 —15	0,50 verde	perceptível	verde	imperceptível
	0,50 amarelo			
15 —20	0,80 amarelo	perceptível	verde	imperceptível
	0,20 laranja			
20 —25	0,70 laranja	suave e leve/ fermentado	verde	imperceptível
	0,30 amarelo			
25 —30			0,85 verde	perceptível
			0,15 amarelo	
30 —35			0,60 verde	perceptível
			0,40 amarelo	
35 —40			0,70 amarelo	suave e leve/ fermentado
			0,30 verde	

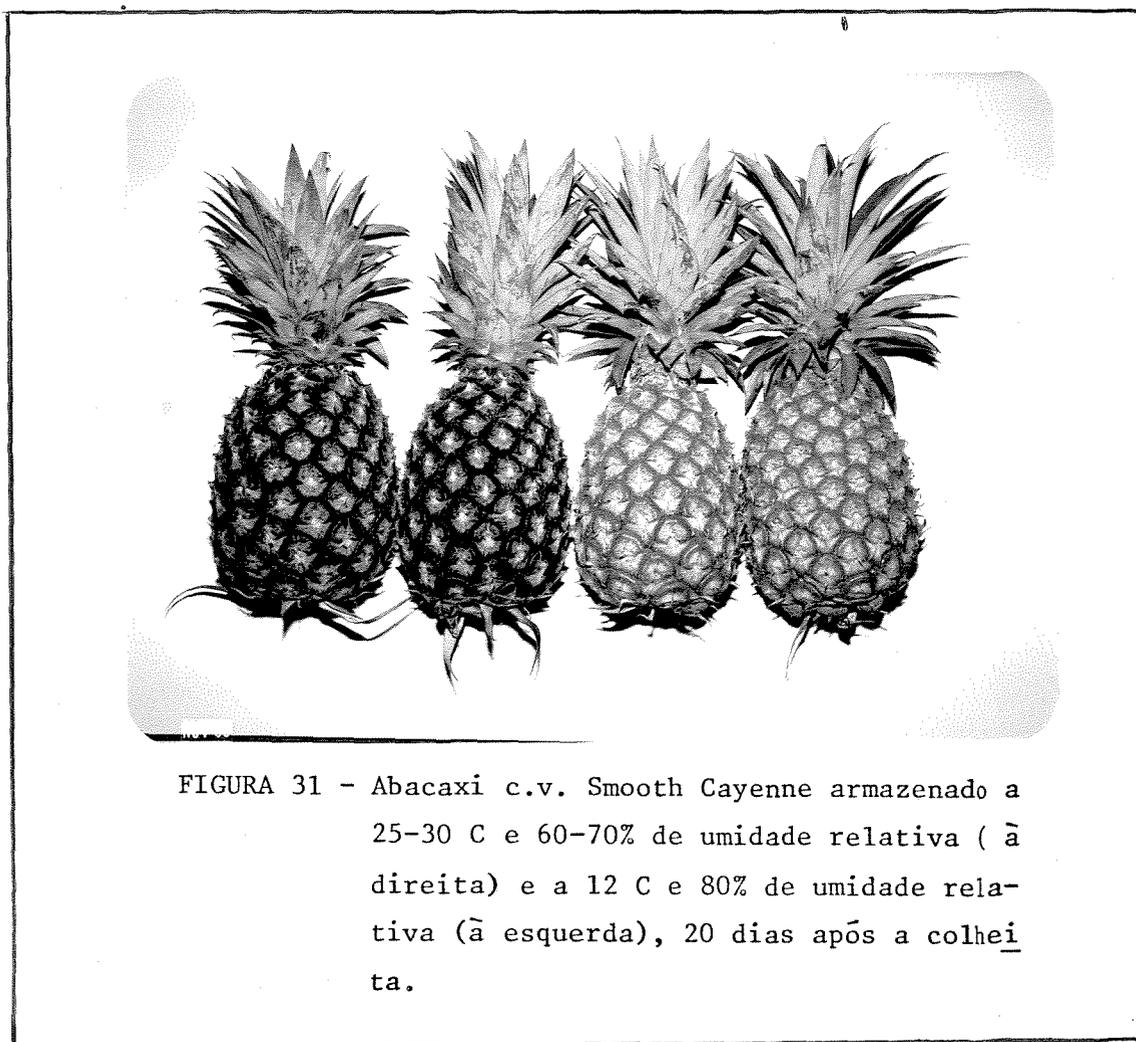


FIGURA 31 - Abacaxi c.v. Smooth Cayenne armazenado a 25-30 C e 60-70% de umidade relativa (ã direita) e a 12 C e 80% de umidade relativa (ã esquerda), 20 dias após a colheita.

QUADRO 26 - Dados de composição de suco obtido durante o armazenamento de abacaxi c.v. Smooth Cayenne em condições ambientais e controladas

Processa/o (dias pós- colheita)	25-30 °C e 60-70% U.R.				12 °C e 80% U.R.			
	Acidez (g/100ml)	pH	Sól. S. ( ° Brix)	S. S./ Acidez	Acidez (g/100ml)	pH	Sól. S. ( ° Brix)	S. S./ Acidez
5	0,546	3,58	10,99	20,13	0,588	3,60	13,35	21,01
8	0,642	3,55	10,30	16,05				
13	0,667	3,37	12,51	18,75	0,760	3,25	13,15	17,31
20	0,433	3,30	7,07	16,32				
30					0,811	3,25	12,02	14,83

condições de estudo, processado em diferentes épocas pós-colheita.

#### 4.2.10 - Análise sensorial

O quadro 27 apresenta os resultados obtidos de acidez, doçura e preferência para o abacaxi c.v. Smooth Cayenne "in natura", armazenado em condições ambientais e controladas; enquanto que no quadro 28 encontram-se os resultados referentes a suco processado em diferentes épocas pós-colheita.

De modo geral, pode-se dizer que a curva de preferência teve comportamento similar ao da curva de doçura nas duas condições de armazenamento, tanto para o abacaxi "in natura" (figura 32) como para seu suco processado (figura 33), ao mesmo tempo que este comportamento foi oposto ao da curva de acidez.

As notas médias de preferência por abacaxi "in natura" conservado em condições ambientais mantiveram-se um pouco abaixo de 3,50 até o 11º dia após a colheita, a partir desse dia aumentaram e alcançaram um valor máximo (6,37) no 15º dia, depois diminuíram permanecendo em torno de 4,00 até o final do experimento. Em condições controladas as notas de preferência oscilaram em torno de 3,50 até o 15º dia pós-colheita então, desde esse dia até o final do experimento, oscilaram em torno de 4,00.

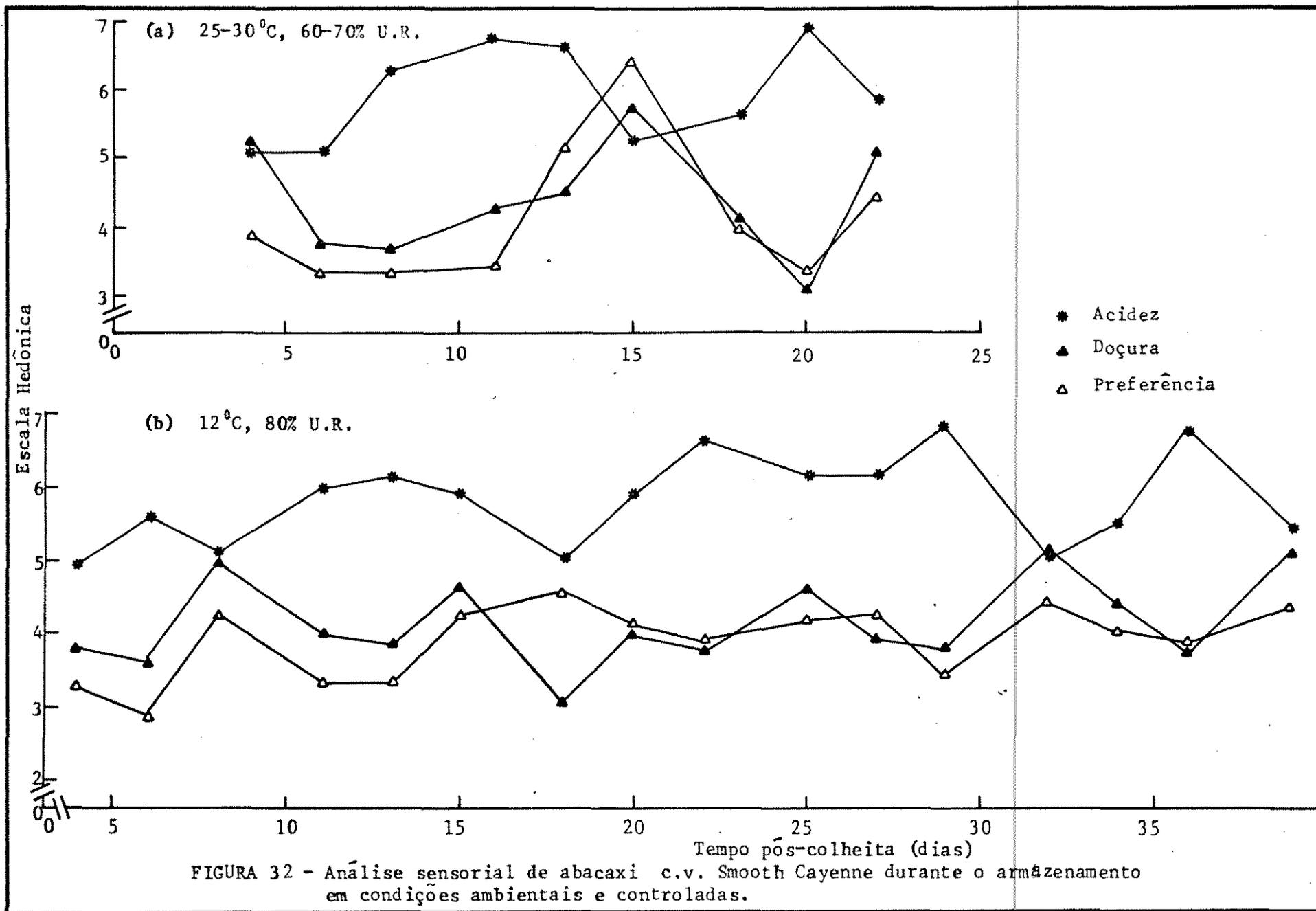
As notas de preferência por suco obtido do abacaxi armazenado em condições ambientais mantiveram-se entre 4 e 5, apenas o suco processado no final do armazenamento, quando já se iniciava a senescência, foi que obteve nota menor que 4,0. O suco obtido durante o armazenamento da fruta em condições controladas obteve sempre notas entre 4,5 e 5,5.

QUADRO 27 - Análise sensorial de abacaxi c.v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais e controladas

Tempo pós colheita (dias)	25-30°C e 60-70% U.R.			12°C e 80% U. R.		
	Acidez (nota média)	Doçura (nota média)	Prefe- rência (nota média)	Acidez (nota média)	Doçura (nota média)	Prefe- rência (nota média)
4	5,11	5,22	4,00	4,94	3,77	3,27
6	5,11	3,88	3,44	5,60	3,60	2,88
8	6,22	3,77	3,44	5,11	4,99	4,27
11	6,66	4,33	3,55	6,00	3,99	3,33
13	6,55	4,55	5,20	6,15	3,85	3,35
15	5,25	5,75	6,37	5,93	4,68	4,24
18	5,60	4,20	4,10	5,00	3,10	4,60
20	6,81	3,31	3,49	5,93	4,06	4,12
22	5,81	5,12	4,49	6,68	3,81	3,93
25				6,21	4,64	4,21
27				6,21	3,92	4,28
29				6,85	3,78	3,42
32				5,06	5,14	4,49
34				5,49	4,41	4,06
36				6,85	3,78	3,85
39				5,49	5,14	4,42

QUADRO 28 - Análise sensorial de suco obtido durante o armazenamento de abacaxi c.v. Smooth Cayenne em condições ambientais e controladas

Tempo pós colheita (dias)	25-30°C e 60-70% U.R.			12°C e 80% U.R.		
	Acidez (nota média)	Doçura (nota média)	Prefe- rência (nota média)	Acidez (nota média)	Doçura (nota média)	Prefe- rência (nota média)
8	4,55	4,55	4,11	3,94	5,55	4,85
11	4,70	4,00	3,77			
15	5,37	4,87	4,87	4,37	5,06	5,18
22	3,75	3,87	3,37			
32				5,75	4,56	4,68



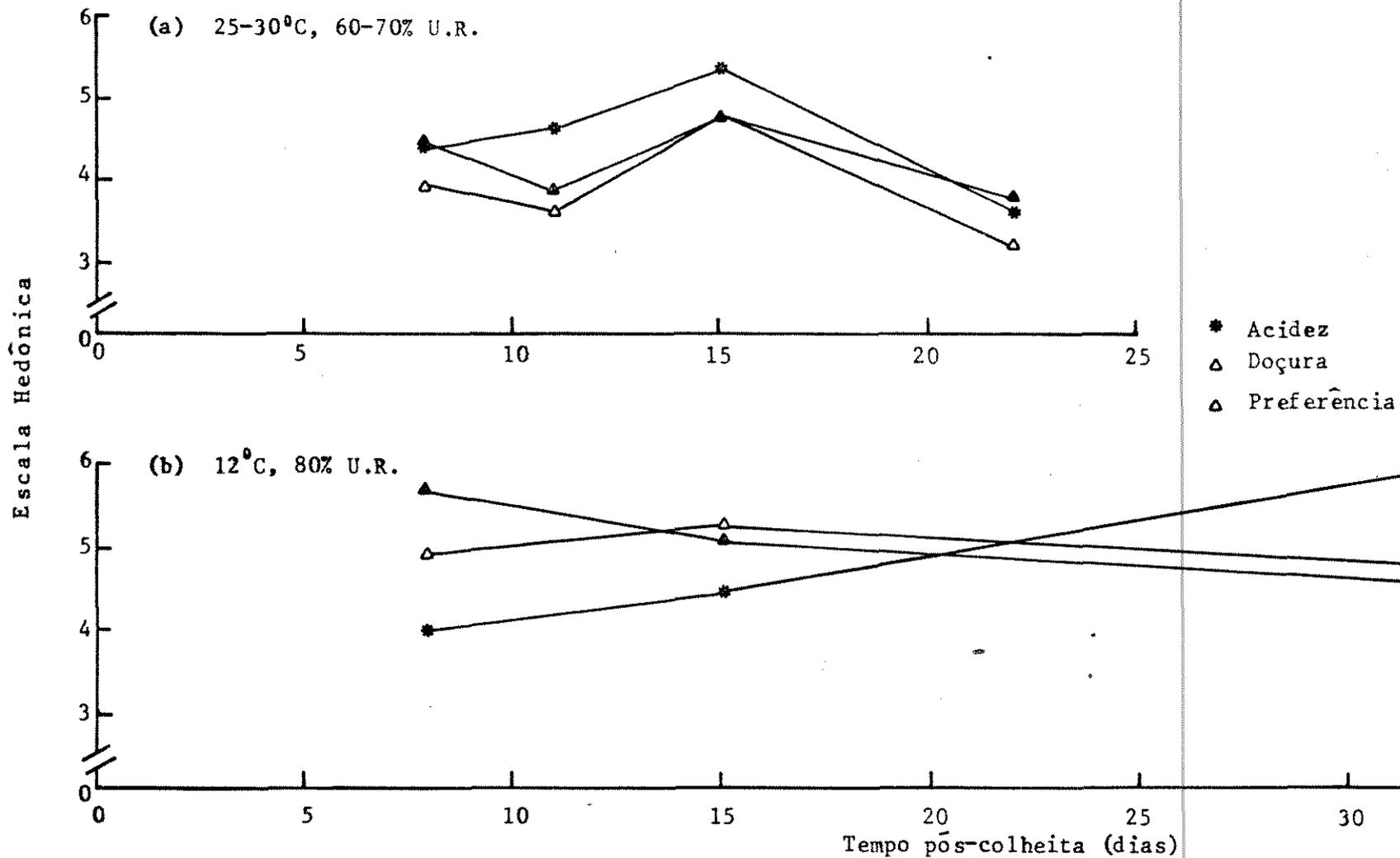


FIGURA 33 - Análise sensorial do suco obtido em diferentes fases do armazenamento de abacaxi, c.v. Smooth Cayenne, em condições ambientais e controladas.

No caso de abacaxi "in natura" o que pôde ser constatado foi que houve influência da condição de armazenamento na preferência por acidez (figura 34a), sólidos solúveis (figura 35a) e relação sólidos solúveis/acidez (figura 36a). De modo geral, para acidez maior que 0,60 g de ácido cítrico/100 ml de suco e para teor de sólidos solúveis acima de 8,5°Brix, o abacaxi mantido em condições ambientais obteve as maiores notas, para valores abaixo desses, o abacaxi mantido em condições controladas foi o preferido.

No caso de suco, a acidez preferencial esteve entre 0,65 e 0,82 g de ácido cítrico/100 ml de suco (figura 34b); quanto ao teor de sólidos solúveis (figura 35b), os sucos preferidos apresentaram valores acima de 12°Brix. Estes valores, no entanto, foram somente alcançados pelos sucos obtidos de frutas armazenadas em condições controladas. Quanto à relação sólidos solúveis/acidez (figura 36b), os sucos preferidos apresentaram esses valores entre 17 e 20.

Em geral, o suco de abacaxi c.v. Smooth Cayenne foi mais apreciado do que a fruta "in natura", o inverso só ocorreu numa faixa muito pequena, entre o 11° e 15° dia pós-colheita, em condições ambientais.

#### 4.2.11 - Correlação entre respiração e demais transformações

De maneira geral, todas as transformações estudadas puderam ser relacionadas com a respiração. Essa relação foi mais estreita em condições ambientais do que em condições controladas. Como foi observado em condições ambientais, ao se iniciar a ascensão climatérica (9° dia pós-colheita) verificou-se uma mudança na incli

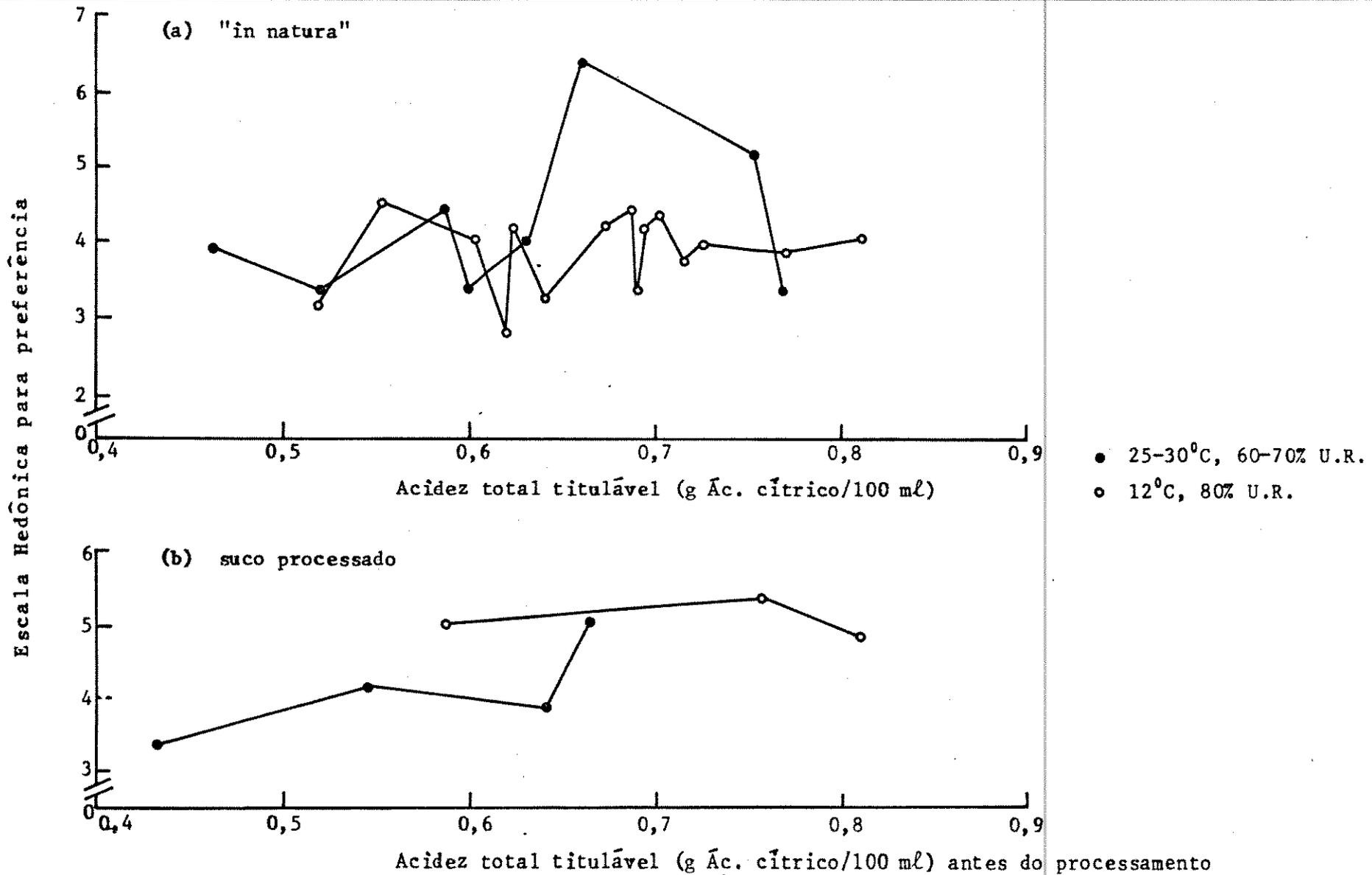
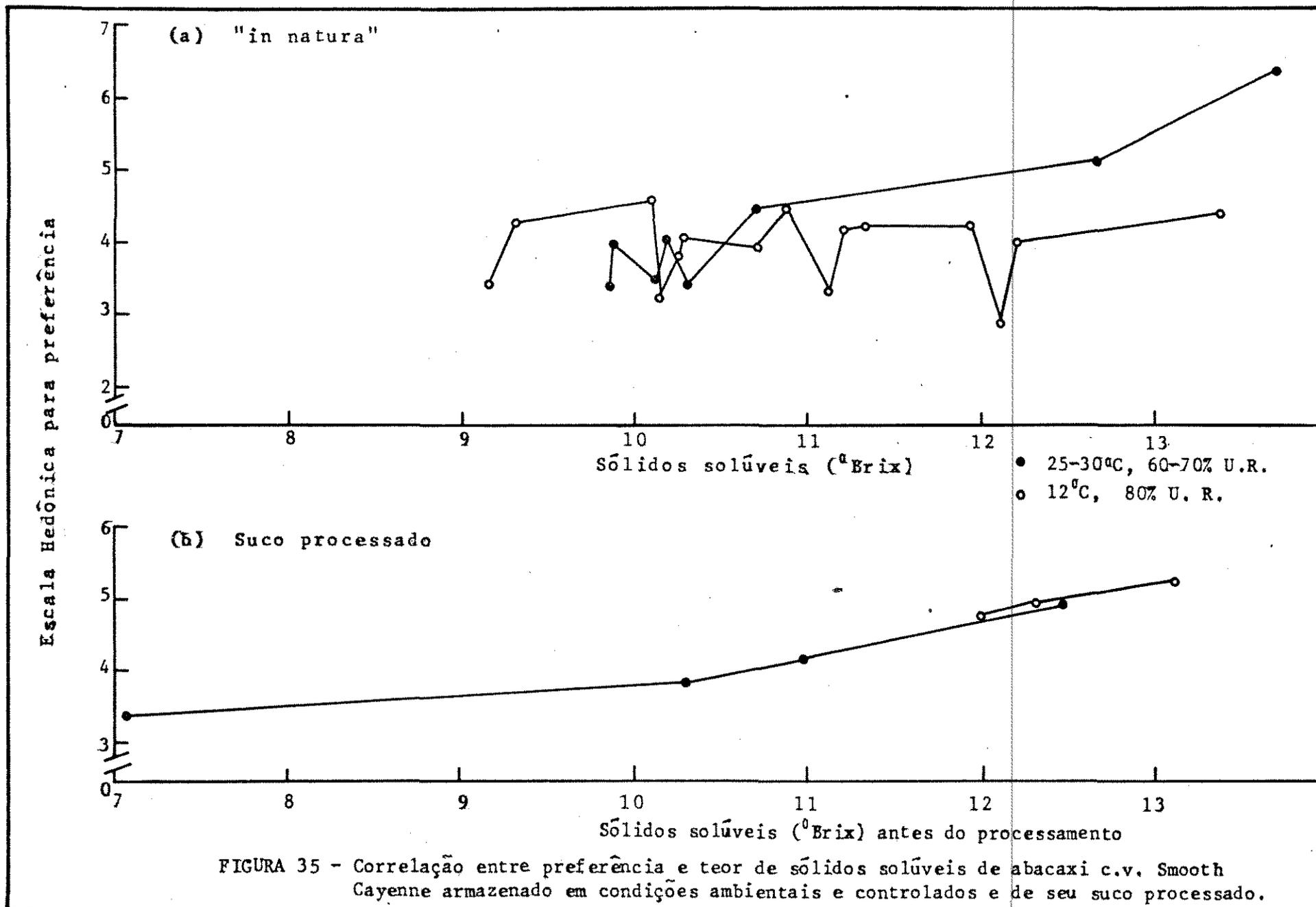


FIGURA 34 - Correlação entre preferência e acidez total titulável de abacaxi c.v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais e controladas e de seu suco processado.



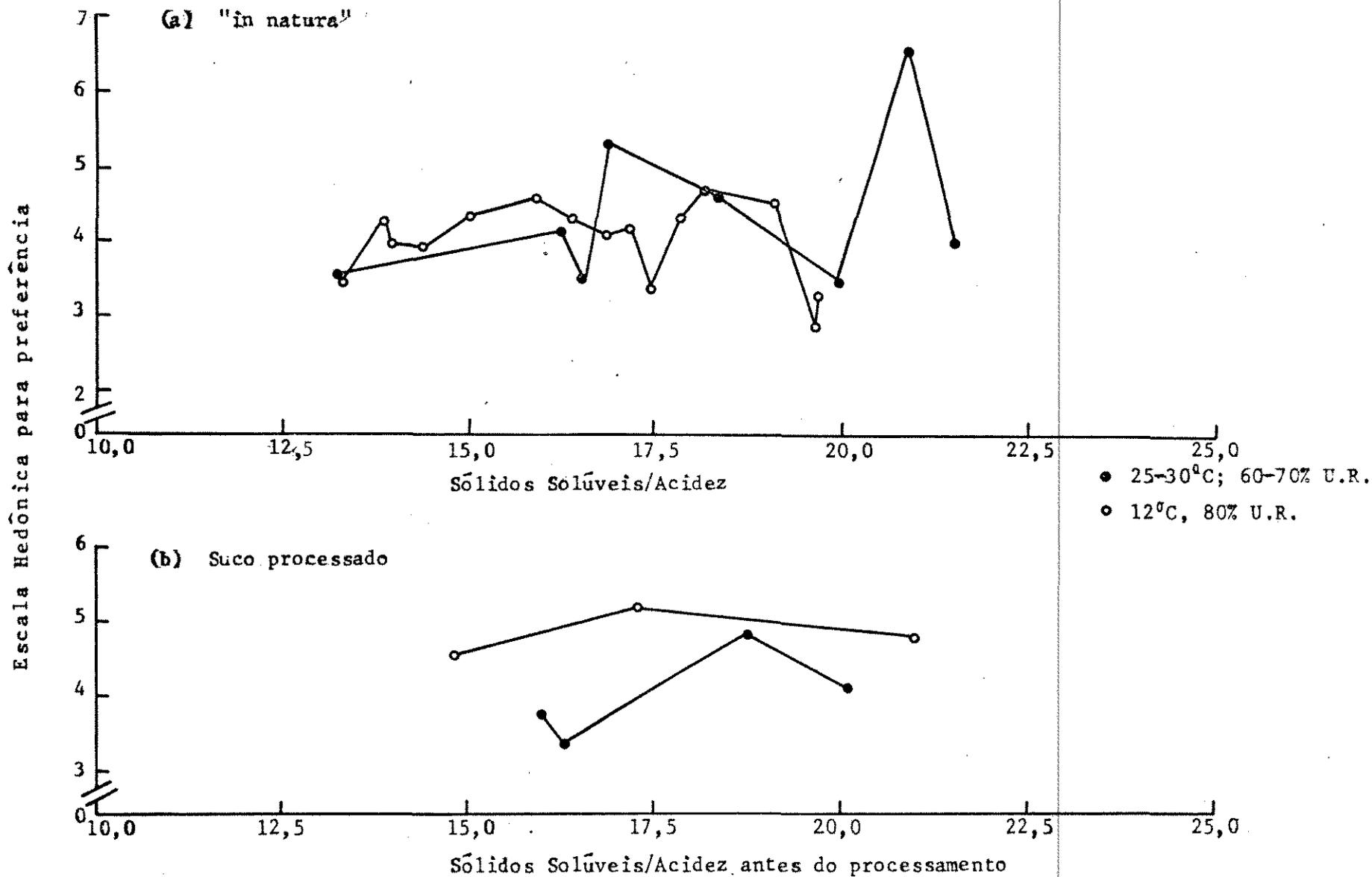


FIGURA 36 - Correlação entre preferência e relação sólidos solúveis/acidez de abacaxi c.v. Smooth Cayenne armazenado em condições ambientais e controladas e de seu suco processado.

nação na curva de perda total de peso, sendo registradas taxas maiores de perda total de peso a partir desse dia, bem como de matéria seca e levemente de umidade. O peso específico declinou desde o início da ascensão climatérica (9º dia) até o final da senescência (22º dia pós-colheita). A acidez total titulável, por outro lado, começou a diminuir próxima ao climatérico, prosseguindo até o final da fase pós-climatérica. O teor de sólidos solúveis por sua vez, começou a aumentar no início da ascensão climatérica, alcançando seu valor máximo um dia depois do climatérico. A cor amarela começou a surgir no início da ascensão climatérica, alastrando-se por toda a fruta depois do climatérico. Quanto ao aroma, este tornou-se perceptível somente depois de iniciada a ascensão climatérica e não variou de intensidade até o início da senescência. A análise sensorial mostrou que há maior preferência por abacaxi, nas imediações do climatérico, entre o 11º e 18º dia após a colheita, e que o suco processado nessa época também foi o mais preferido.

Em condições controladas, a taxa de perda total de peso começou a aumentar logo depois de iniciada a ascensão climatérica e prosseguiu até o meio da fase pós-climatérica, a partir de onde permaneceu praticamente constante até o final da senescência, o peso específico variou muito pouco. As taxas de perda de matéria seca e umidade foram praticamente constantes durante o armazenamento. Já a acidez e os sólidos solúveis tiveram uma relação mais estreita com a respiração. A primeira alcançou um valor máximo um dia depois do climatérico, enquanto o máximo valor de sólidos solúveis foi encontrado um dia antes. Somente depois do climatérico é que a cor verde começou a ser degradada, e não o foi totalmente mesmo no final da senescência. Fato semelhante ocorreu com o aroma, que se tor

nou perceptível somente depois do climatérico. No caso da preferência sensorial, esta praticamente não variou, ou seja, também não foi muito influenciada pelas mudanças nas taxas respiratórias, tanto para a fruta "in natura" como para o suco processado.

#### 4.2.12 - Tratamento com Benomyl (Benlate)

~~O tratamento realizado com Benomyl não se mostrou eficiente~~ no combate ao ataque fúngico e consequente aumento da vida de armazenamento, pois não foi observada nenhuma diferença entre as amostras tratadas e as não tratadas. O resultado encontrado está em concordância com a afirmação de alguns autores (13, 53, 81), em cujos trabalhos o tratamento com Benomyl mostrou-se ineficiente no combate de podridões, causadas por fungos. Por outro lado, existem autores (27, 36) que concluíram de seus experimentos a eficiência do Benomyl.

#### 4.3 - Comparação entre os cultivares estudados

Embora o abacaxi c.v. Pérola tenha tido uma fase bastante difícil logo após a colheita, transporte durante sete dias em condições adversas, ainda assim teve uma vida pós-colheita maior que o c.v. Smooth Cayenne, cujo armazenamento foi iniciado no mesmo dia da colheita. Isto por que o c.v. Pérola possui um metabolismo mais lento que o c.v. Smooth Cayenne o que pode ser constatado pelas suas taxas respiratórias, a proporção é de 1:2. De modo geral, em condições ambientais, o c.v. Pérola apresentou taxas respiratórias entre 10 e 75 mgCO<sub>2</sub>/Kg/h, enquanto que para o c.v. Smooth Cayenne as taxas respiratórias estiveram entre 60 e 110 mgCO<sub>2</sub>/Kg/h. Em condições controladas, o c.v. Pérola apresentou taxas entre 10 e 60

mgCO<sub>2</sub>/Kg/h e o c.v. Smooth Cayenne entre 20 e 90 mgCO<sub>2</sub>/Kg/h. Tal fato está de acordo com HALL (52) e PANTASTICO (95) que afirmam que quanto maior a taxa respiratória menor a vida de armazenamento.

As amostras de abacaxi c.v. Smooth Cayenne foram tratadas com Benomyl e, segundo BLEINROTH (14), este produto é inibidor da respiração, tal fato nos leva a concluir que as taxas respiratórias do c.v. Smooth Cayenne são realmente muito maiores do que as do cultivar Pérola.

A temperatura de 12°C mostrou-se excelente para o armazenamento de ambos os cultivares, pois aumentou sensivelmente a vida de armazenamento e não provocou desenvolvimento de escurecimento endógeno bem como de nenhum outro sintoma de injúria pelo frio, sendo que a fruta pode ser armazenada nesta temperatura e ser comercializada à temperatura ambiente. Essa não é a temperatura que a maioria dos autores recomenda (14, 17, 48, 53, 61, 65, 77). Apenas alguns autores como COTTA NETA & SUBRAMANYAN (27), GUECHE (51), HALL (53) e LUTZ & HARDENBURG (80), recomendam temperaturas de 12°C ou acima. Segundo HALL (53), a temperatura de 12°C para armazenamento de abacaxi verde tem causado muita controvérsia, pois para algumas frutas do Havai não há amadurecimento de qualidade satisfatória.

É conveniente ressaltar que as condições controladas foram muito mais efetivas na diminuição da taxa respiratória do cultivar Smooth Cayenne do que do cultivar Pérola, portanto é possível que o c.v. Pérola ainda possa ser armazenado em temperatura mais baixa do que a utilizada.

Os dois cultivares apresentaram-se semelhantemente a frutas climatéricas, porém até o momento não há anuência entre os autores em classificar o abacaxi como fruta climatérica. Apenas

RYALL & PENTZER (103) e BOSE (*apud* 33) afirmam ser o abacaxi uma fruta climatérica, os demais autores que estudaram essa fruta (10, 33, 34, 101) classificam-na como não climatérica.

Segundo VANT'HOFF, uma diminuição de  $10^{\circ}\text{C}$  na temperatura é suficiente para diminuir pela metade as taxas respiratórias. No caso do c.v. Pérola isto não ocorreu, embora a vida de armazenamento em condições controladas tenha mais que duplicado em comparação com a de condições ambientais. Por outro lado, as taxas respiratórias do c.v. Smooth Cayenne realmente diminuíram pela metade quando se diminuiu  $13^{\circ}\text{C}$  na temperatura e no entanto, não teve sua vida de armazenamento duplicada. Portanto, embora haja proporcionalidade entre taxa respiratória e vida de armazenamento, esta não é um fator 2. Ou seja, quando se diminui a taxa respiratória pela metade, a vida de armazenamento não é, necessariamente, duplicada.

O abacaxi c.v. Smooth Cayenne perdeu mais matéria seca durante o armazenamento do que o c.v. Pérola, em qualquer das condições estudadas e, por outro lado, perdeu menos água. Portanto, o fato do processo respiratório ser mais intenso no c.v. Smooth Cayenne justifica o seu maior gasto de matéria seca e, por outro lado, a água produzida nesse processo deve ter compensado a perda por evaporação. Alguns autores (46, 59, 103) já fizeram essa mesma afirmação anteriormente. O c.v. Smooth Cayenne perdeu, relativamente, mais água em condições controladas do que em condições ambientais, o que não ocorreu com o cultivar Pérola. Isto foi consequência da umidade do c.v. Smooth Cayenne ser muito maior do que a umidade relativa utilizada no armazenamento, enquanto a do cultivar Pérola era muito mais próxima.

Nos dois cultivares a perda de matéria seca mostrou-se

desprezível em relação à perda de água e como o cultivar Pérola perdeu mais água, conseqüentemente sofreu maior perda de peso. A condição controlada reduziu pela metade a perda de peso do c.v. Pérola para um mesmo tempo de armazenamento, o que não ocorreu com c.v. Smooth Cayenne. Para os dois cultivares, nas duas condições de armazenamento, os resultados foram semelhantes aos encontrados por GAC (46), ou seja, que a perda total de peso aumenta de modo mais ou menos linear, segundo o estado fisiológico da fruta.

O abacaxi c.v. Pérola apresentou peso específico menor que o c.v. Smooth Cayenne, o que deve ser conseqüência de sua estrutura porosa. O peso específico do c.v. Pérola encontra-se próximo aos valores citados por PANTASTICO (90), embora este autor nem sempre especifique a variedade utilizada.

Em condições ambientais, os dois cultivares apresentaram praticamente o mesmo comportamento em relação a acidez, de onde podemos verificar que houve acúmulo de ácidos orgânicos até pouco antes do climatérico, com o aumento das taxas respiratórias esses ácidos orgânicos começaram a ser utilizados no processo respiratório com conseqüente diminuição da acidez, novo acúmulo ocorreu durante a senescência dos tecidos quando pode ter havido degradação de algumas substâncias produtoras de ácidos. De modo geral, os valores de acidez alcançados pelo c.v. Smooth Cayenne foram maiores do que os do c.v. Pérola. Em condições controladas, o c.v. Pérola praticamente não utilizou ácidos orgânicos como substrato no processo respiratório provocando um acúmulo, já o c.v. Smooth Cayenne mostrou que em determinados estágios os ácidos foram utilizados: numa parte da ascensão climatérica, durante o climatérico e logo depois. Porém, vários autores (10, 11, 52, 59, 82, 101, 103) afirmam que du

rante o amadurecimento de frutas, há decréscimo da acidez. Os estudos de GUECHE (51) apresentaram resultados semelhantes aos encontrados no presente trabalho, a 12°C esse autor encontrou que a acidez de abacaxi c.v. Red Spanish aumentou no início do armazenamento para depois permanecer praticamente constante, enquanto a 20°C a acidez aumentou levemente no início e diminuiu progressivamente no decorrer do armazenamento. Já os resultados apresentados por COTTA NETA & SUBRAMANYAN (27), cujos estudos foram desenvolvidos com abacaxi c.v. Pérola, mostram-se um pouco diferentes, a 24°C houve aumento de acidez e a 12°C praticamente não houve variação, por outro lado, DULL (33) não encontrou nenhuma variação de acidez no armazenamento de abacaxi a 24°C.

Quanto ao teor de sólidos solúveis, o c.v. Pérola apresentou valores maiores que o c.v. Smooth Cayenne, sendo que a maior diferença entre eles foi que o c.v. Pérola alcançou valores máximos de sólidos solúveis e permaneceu praticamente constante até o final do armazenamento, o que não ocorreu com o cultivar Smooth Cayenne cuja curva de teor de sólidos solúveis X tempo teve forma aproximadamente parabólica. Portanto, o c.v. Pérola deve ter uma maior quantidade de sólidos insolúveis disponíveis, suficiente para utilizar no processo respiratório e ao mesmo tempo aumentar o teor de sólidos solúveis. Já o c.v. Smooth Cayenne não deve tê-los em grande quantidade, portanto, os sólidos insolúveis transformados em sólidos solúveis são rapidamente utilizados no processo respiratório, bem como os sólidos solúveis existentes anteriormente. Nossos resultados diferem daqueles encontrados por alguns autores, pois GUECHE (51) afirma que há diminuição progressiva dos sólidos solúveis da polpa a 10, 12 e 20°C; COTTA NETA & SUBRAMANYAN (27) concordam com GUECHE (51) em relação à temperatura de 12°C, por sua vez DULL (33) re

gistrou que a 24°C também há diminuição dos sólidos solúveis.

De modo geral, para os dois cultivares de abacaxi observou-se que houve influência da acidez total titulável e do teor de sólidos solúveis na determinação sensorial de doçura e acidez, porém não foi diretamente proporcional, ou seja, quanto maior acidez total titulável maior acidez sensorial ou quanto maior teor de sólidos solúveis maior a doçura. Na realidade, houve influência dessas duas determinações químicas em cada parâmetro sensorial, quer dizer, se uma amostra apresentava acidez total titulável alta, mas também era alto seu teor de sólidos solúveis, podia ser considerada de acidez fraca e vice-versa. Isto porque nosso paladar não consegue distinguir cada sabor separadamente, mas sim, a soma de todos eles. Este parecer é exatamente confirmado pelo estudo desenvolvido por PANGBORN (*apud* 4), onde a autora estudou a influência da concentração de ácido cítrico na determinação da doçura de soluções de diferentes concentrações de sacarose.

Embora em termos de taxas respiratórias, o resfriamento intermitente tenha mostrado que as condições controladas não inibiam definitivamente o metabolismo, uma vez que quando colocadas em condições ambientais as amostras reagiam prontamente, o c.v. Smooth Cayenne não chegou no final do armazenamento em condições controladas ao mesmo estado de maturação que as amostras das condições ambientais, principalmente em termos do teor de sólidos solúveis e da cor, o que ocorreu com o c.v. Pérola, onde no final do armazenamento em ambas as condições as amostras apresentavam o mesmo estágio de maturação. Talvez a temperatura de 12°C ainda seja muito baixa para que o abacaxi c.v. Smooth Cayenne amadureça normalmente.

Finalizando, pode-se dizer que a temperatura de armaze

namento utilizada foi ótima para a conservação de ambos os cultivares, quando o c.v. Smooth Cayenne não se destinar ao mercado "in natura", pois se assim o for, a temperatura deve ser um pouco mais alta para que alcance o estágio atrativo de maturação que se obtém em condições ambientais.

O abacaxi c.v. Pérola possui cor e aroma mais atrativos do que o c.v. Smooth Cayenne, sendo também mais apreciado "in natura" do que na forma de suco, o inverso ocorre com o cultivar Smooth Cayenne, ou seja, seu suco é muito mais apreciado do que a fruta "in natura".

## V - CONCLUSÕES

Para as condições do experimento, algumas conclusões foram obtidas:

---

- 5.1 - Os dois cultivares estudados, Pérola e Smooth Cayenne apresentaram-se como frutas climatéricas;
- 5.2 - A perda de matéria seca foi desprezível, portanto a perda de peso pode ser considerada como perda de água;
- 5.3 - O peso específico não deve ser utilizado como determinante do estágio de maturação, a não ser que a determinação seja realizada com equipamento bastante sensível, que detecte pequenas variações;
- 5.4 - A umidade se distribui longitudinalmente, sendo a base a região menos úmida e o ápice a mais úmida;
- 5.5 - Mesmo uma fruta aparentemente ressequida pode estar em boas condições, pois a umidade da polpa praticamente não varia no decorrer do armazenamento, no entanto, há muita variação na umidade da casca e do talo. A polpa é a parte constituinte mais úmida, seguida pelo talo, ao qual segue a casca;
- 5.6 - A temperatura de 12°C é excelente para o armazenamento refrigerado, permitindo que haja comercialização posterior

condições ambientais;

- 5.7 - O cultivar Pérola apresentou maior vida de armazenamento, do que o cultivar Smooth Cayenne, sendo dezoito dias em condições ambientais e trinta e nove em condições controladas contra dezoito e trinta e quatro dias, respectivamente;
- 
- 5.8 - O abacaxi c.v. Pérola é mais adequado para o consumo "in natura", enquanto que o c.v. Smooth Cayenne o é na forma de suco;
- 5.9 - A relação sólidos solúveis/acidez, ideal para o processamento de suco de abacaxi Pérola está entre 17,5 e 25,0 e, para o c.v. Smooth Cayenne, deve ser entre 17,0 e 20,0;
- 5.10 - O abacaxi c.v. Pérola mostrou-se sensorialmente mais agradável para o consumo "in natura" entre o 13º e 20º dia pós-colheita em condições ambientais e entre o 30º e 37º dia pós-colheita em condições controladas, nessa época a fruta apresenta predominância de cor amarela e alguns tons verdes e alaranjados, bem como aroma forte. Para o cultivar Smooth Cayenne uma faixa de apreciação ocorreu somente em condições ambientais, entre o 11º e 18º dia pós-colheita, a cor predominante nesse período era a amarela com alguns tons verdes e alaranjados, o aroma era apenas perceptível; e
- 5.11 - O tratamento com solução 0,2% de Benomyl não se mostrou eficiente no combate ao ataque fúngico.

## VI - SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- 6.1 - Determinação do quociente respiratório durante o armazenamento em diferentes condições, para dessa forma caracterizar que substratos estão sendo utilizados no processo respiratório;
- 6.2 - Como a perda de umidade da fruta é caracterizada pela perda de umidade da casca, sugere-se estudos de impermeabilização da casca do abacaxi, através de embalagens especiais ou mesmo de banho parafinado;
- 6.3 - Determinação do ponto de maturação de abacaxi através da quantidade de suco extraída naturalmente. Pois, observou-se durante o trabalho que à medida que a fruta amadurecia, seu suco era extraído mais facilmente, porém tal fenômeno não foi medido. O teste pode ser feito durante armazenamento em diferentes condições e deve ser comparado com as determinações químicas de acidez e sólidos solúveis; e
- 6.4 - Determinação do ponto de maturação de abacaxi através da variação de textura durante o armazenamento. A medida pode ser feita com um penetrômetro de precisão ou com aparelhos mais sofisticados como o Instron Universal, por exemplo. Como no caso do item 6.3, estes resultados também devem ser comparados com as determinações químicas de acidez e sólidos solúveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) AKAMINE, E. K. & GOO, T. - Controlled atmosphere storage of fresh pineapple. *Hawaii Agric. Expt. Sta. Res. Bull.* n° 152, 1971.
- (2) AKAMINE, E. K. & GOO, T. - Respiration and ethylene production during ontogeny of fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98 (4): 381-383, 1973.
- (3) AKAMINE, E. K. *et alli* - Control of endogenous brown spot of fresh pineapple in postharvest handling. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100 (1): 60-65, 1975.
- (4) AMERINE, M.A.; PANGBORN, R.M. & ROESSLER, E.B. - Principles of sensory evaluation of food. New York, Academic Press, 1965.
- (5) AUDINAY, A. - Essai de contrôle artificiel de la maturation de l'ananas par l'ethrel. *Fruits* 25 (10): 695-708, 1970.
- (6) BERG, L. van den & LENTZ, C.P. - Effect of relative humidity of storage life of vegetables. *Acta Horticulturae* (62): 197-207, 1977.
- (7) BERG, L. van den & LENTZ, C. P. - High humidity storage of some vegetables. *Can. Inst. Food. Sci. Technol. J.* 7 (4): 260-262, 1974.
- (8) BERG, L. van den & LENTZ, C. P. - Respiratory heat production of vegetables during refrigerated storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97(3): 431-432, 1972.
- (9) BERG, L. van den & LENTZ, C. P. - Study of rate of air change

- condensation, and mixed commodities in high humidity vegetable storage. **Acta horticultruræ** (62): 209-215, 1977.
- (10) BIALE, J. G. - The postharvest biochemistry of tropical and subtropical fruits. **Advances in Food Research** 10: 293-354, 1960.
- (11) BIALE, J. B. - Postharvest physiology and biochemistry of fruits. **Annual Review of Plant Physiol.** 1: 183-206, 1950.
- 
- (12) BIELIG, H. J. & WERNER, J. - Fruit juice processing. **FAO-Agricultural Services Bulletin** n° 13, 1973.
- (13) BIONDI, G.; BRIGATI, S. & FOSCHI, F. - Penicillium control of citrus fruit. XV International Congress of Refrigeration Abstracts. **Bulletin de l'Institut International du Froid** 59(4): 1134, 1979.
- (14) BLEINROTH, E. W. - Armazenamento de frutas e hortaliças. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos** (34): 35 - 67, 1973.
- (15) BLEINROTH, E. W. - Fatores que afetam a respiração das frutas e hortaliças, e o controle de CO<sub>2</sub> na câmara. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos** (44): 1-37, 1975.
- (16) BLEINROTH, E. W.; GARCIA, J. L. M. & YOKOMIZO, Y. - Conservação de quatro variedades de manga pelo frio e em atmosfera controlada. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos** 8: 217-243, 1977.
- (17) BRASIL. MINISTÉRIO DO INTERIOR. GEIDA. - **Aspectos tecnológicos de alguns produtos de interesse da área de irrigação do Nordeste: abacaxi.** Campinas, FCTPTA, 1972
- (18) BRASIL. SECRETARIA DO PLANEJAMENTO. IBGE. **Anuário Estatísti-**

**co do Brasil** - 1978. Rio de Janeiro, IBGE, 1978.

- (19) BRASIL. SUDENE. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. **Contribuição ao estudo da composição química e aproveitamento industrial do abacaxi, da manga e do abacate.** Recife, Divisão Documentação, 1971.
- (20) BRITTO, J. L. C. de; CARVALHO NETO, J. S. de & ARAÚJO, L.C. S. - Abacaxi no nordeste: produção e comercialização nas principais regiões produtoras. **Boletim Técnico de CEPED. Série Tecnologia de Alimentos (4): 11-72, 1975.**
- (21) BURG, S. P. & BURG, E. A. - Ethylene action and the ripening of fruits. **Science** 148: 1190-1196, 1965.
- (22) BURG, S. P. & BURG, E. A. - Fruit storage at subatmospheric pressures. **Science** 153: 314-315, 1966.
- (23) BUTCHBAKER, A. F. - A method for determining the moisture loss from biological products. **Transactions of the ASAE: 15**: 110-115, 1972.
- (24) CAMARGO H., C.; MORALES P., A. L. & VARGAS M., E. - Analisis de acidos en frutas por cromatografia de gases y su determinacion en dos variedades de piña. **Frutas Tropicales (1)** 51-64, 1977.
- (25) CARO, J. *et alli* - La intensidad respiratoria de los frutos "no climatericos" y su posible relación con las pérdidas totales durante su almacenamiento frigorífico a largo plazo. **Proc. IV. Int. Congress Food Sci. and Technol. 1** : 251-262, 1974.
- (26) COOK, A. A. - **Diseases of tropical and subtropical fruits and nuts.** New York, Hafner Press, 1975.

- (27) COTTA NETA, J. & SUBRAMANYAM, H. - **Fisiologia de pós-colheita e armazenamento do abacaxi.** Relatório final. Convênio SUDENE/CEPED, 1978.
- (28) DAVIS, P. L. & HOFMANN, R. C. - Reduction of chilling injury of citrus fruits in cold storage by intermittent warming. *J. Fd. Sci.* 38: 871-873, 1973.
- ~~(29) DILLEY, D. R. - Hypobaric storage of perishable commodities - Fruits, vegetables, flowers and seedlings. *Acta Horticulturae* (62): 61-70, 1977.~~
- (30) DILLEY, D. R. & KLEIN, I. - Protein synthesis in relation to fruit ripening. *Qual. Plant. Mater. Veg.* 19: 55-65, 1969.
- (31) DO, J. Y. & SALUNKHE, D. K. - Controlled atmosphere storage. I. Biochemical considerations. In: PANTASTICO, Er. B. ed. - **Postharvest physiology handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables.** Westport, The AVI Publishing, 1975. p. 175-185.
- (32) DROZDOWICZ, M. - Methodes rationnelles d'entreposage des fruits et legumes. *Revue Generale du Froid* 67 (6): 393-399, 1976.
- (33) DULL, G. G. - The pineapple: general. In: HULME, A. C. ed. - **The biochemistry of fruits and their products.** London, Academic Press, 1970. v. 2, p. 303-323.
- (34) DULL, G.G.; YOUNG, R. E. & BIALE, J. B. - Respiratory patterns in fruit of pineapple, *Ananas comosus*, detached at different stages of development. *Physiol. Plant* 20: 1059-1065, 1967.
- (35) DUPAIGNE, P. - Etat actuel des projets de normes des jus d'ananas. *Fruits* 27 (11): 797-799, 1972.

- (36) ECKERT, J. W. *et alii* - Postharvest pathology. Disease of tropical crops and their control. In: PANTASTICO, Er. B. ed. Postharvest physiology handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport, The AVI Publishing, 1975. p. 415-443.
- (37) FERNANDES, K. M.; CARVALHO, V. D. de & CAL-VIDAL, J. - Physical changes during ripening of silver bananas. *J. Fd. Sci* 44: 1254-1255, 1979.
- 
- (38) FIDLER, J. C. - Naturally occurring volatile organic compounds. *J. Sci. Rd. Agr.* 6: 293-295, 1955.
- (39) FLATH, R. A. - The pineapple - flavour and nutrient composition. *Abstracts of Papers, Am. Chem. Soc.* 176: AGFD 47, 1978.
- (40) FMC CORPORATION - Procedures for analysis of citrus juices. Lakeland, FMC Corporation, 1964.
- (41) FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - *Monthly Bulletin of Statistics* 2(5): 18, 1979.
- (42) FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - *Production year book*. Rome, FAO, 1974. v. 28-1.
- (43) FOYET, M. & BOTHIA, E. - Comportement de l'ananas et qualité industrielle de la récolte en deux sites écologiques au Cameron. *Fruits* 33 (6): 425-432, 1978.
- (44) FRANCE. ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION - *Pineapple Juice. Specifications*. French Standard NFV 76-008. Paris, AFNOR, 1978.
- (45) FROSSARD, P. - Lutte contre la pourriture de l'ananas à *Thielaviopsis paradoxa*. *Fruits* 33(2): 91-99, 1978.

- (46) GAC, A. - Les pertes massiques de denrées en entreposage frigorifique. In: INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID ed. - **|Weight loss in foodstuffs|**. Paris, IIF, 1970. p. 39 - 43.
- (47) GARRUTTI, R. S. & CHAIB, M. A. - Manual de laboratório; análise sensorial. Campinas, FEAA, 1974.
- ~~(48) GINSBURG, L. & VISASIE, T. R. - The optimum storage temperature for pineapples. XV International Congress of Refrigeration Abstracts. Bulletin de l'Institut International du Froid 59 (4): 1146, 1979.~~
- (49) GORTNER, W. A. - Relation of chemical<sup>1</sup> structure to plant growth-regulator activity in the pineapple plant: retarding senescence of pineapple fruit with applications of 2,4,5 - trichlorophenoxyacetic acid and 1-naphtaleneacetic acid. *Journal of Food Science* 34: 577-580, 1969
- (50) GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. CEASA - Primeiro curso de padronização e classificação de produtos hortifrutigranjeiros. São Paulo, CEASA, 1962. v. 3.
- (51) GUECHE, F. - Effet de la temperature d'entreposage sur l'evolution de quelques caracteristiques physico-chimiques des ananas "red spanish". In: INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID ed.- **|Cooling freezing, storage and transport: biological and technical aspects|**. Paris, IIF, 1978, p. 21-28.
- (52) HALL, E. G. - Biological aspects on the cooling and freezing of fruit and vegetables. In: FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION & INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID ed. - Refrigeration applications to fish, fruit and vegetables

- in South East Asia. Rome, FAO, 1974. p. 37-73.
- (53) HALL, E. G. - Refrigeration of tropical fruit and vegetable. In: FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION & INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID ed. - Refrigeration applications to fish, fruit and vegetables in South East Asia. Rome, FAO, 1974. p. 127-139.
- (54) HANSEN, E. - Postharvest physiology of fruits. **Annual Review of Plant Physiol.** 17: 459-480, 1966
- (55) HANSEN, H. A. - Armazenamento e transporte de frutas, hortaliças e flores em atmosfera controlada. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos(34):<sup>4</sup> 69-77, 1973
- (56) HANSON, L. P. - Commercial processing of fruits. Park Ridge, Noyes Data Corporation, 1976.
- (57) HULME, A. C. - External control of maturation and senescence of fruits. Proc. III Int. Congress Food Sci and Technol. 2:636-646, 1970.
- (58) HULME, A. C. - The proteins of fruits: their involvements as enzymes in ripening. A review. **J. Fd. Tech. (U.K.)** 7 (4): 343-371, 1972.
- (59) HULME, A. C. *et alli* - Biochemical changes associated with ripening of apples. **Qual. Plant. Mat. Veg.** 19: 1-18, 1969.
- (60) HULSEY, R. G. & NELSON, P. E. - Specific gravity determination with a universal testing machine. **J. Fd. Sci.** 36: 744 - 746, 1971.
- (61) INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID - Conditions recommandées pour l'entreposage frigorifique des produits périssables. 2<sup>a</sup> ed. Paris, IIF, 1967.

- (62) INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID - **Guide pratique de l'entreposage frigorifique.** Paris, IIF, 1965.
- (63) INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID - **Refrigeration techniques in developing countries**|. Paris, IIF, 1965.
- (64) INSTITUTO CENTROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN & TECNOLOGIA INDUSTRIAL - **Conservación y procesamiento de frutas tropicales.** Guatemala, ICAITI, 1972.
- 
- (65) INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - **Fresh pineapple. Guide to storage and transport.** Switzerland, ISO, 1970.
- (66) INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - **Fruit and vegetable products. Determination of titratable acidity.** Switzerland, ISO, 1968.
- (67) JOHNSON, M. O. - **The pineapple.** Honolulu Paradise of the Pacific Press, 1935.
- (68) KADANS, J. M. - **Encyclopedia of fruits, vegetables, nuts, and seeds for healthful living.** New York, Parker Publishing, 1975.
- (69) KENNY, A. - Handling strawberries and raspberries for fresh market. Precooling. **Farm and Food Research** (May-June): 64-66, 1975.
- (70) KHUDAIRI, A. K. - The ripening of tomatoes. **American Scientist** 60: 696-707, 1972.
- (71) KIPP & ZONEN - **Noyons diaferometer MG4 - 724E. Directions for use.** DELFT - Holande, 1974.
- (72) KUSHMAN, L. J. - A common regression for estimating dry-matter content of carbohydrate-containing commodities from specific gravity. **Am. Potato J.** 46: 234-238, 1969.

- (73) LECRENIER, A. - Conservation des fruits et legumes en milieu tropical. In: INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID ed. - **Les applications du froid en pays tropical.** Paris, IIF, 1964. p. 53-64.
- (74) LENTZ, C. P. & BERG, L. van den - Factors affecting temperature, relative humidity and moisture loss in fresh fruit and vegetable storage. *ASHRAE Journal* 15: 55-60, 1973.
- 
- (75) LENTZ, C. P.; BERG, L. van den & McCULLOUGH, R. G. - Study of factors affecting temperature, relative humidity and moisture loss in fresh fruit and vegetable storages. *Canadian Inst. of Fd. Tech. Journal* 4(4): 146-153, 1971.
- (76) LITTMANN, M.D. - Effect of water loss on the ripening of climateric fruits. *Queensland J. of. Agric. and Animal Sci.* 29: 103-113, 1972.
- (77) LORENTZEN, G. - Food preservation by refrigeration, a general introduction. In: INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID ed. **Pour une chaîne du froid idéale.** Paris, IIF, 1976. p. 23-47.
- (78) LOUGHEED, E. C. & FRANKLIN, E. W. - Air flow rates influence CO<sub>2</sub> production of apple fruits, potato tubers and onion bulbs. *Hortscience* 10: 388-390, 1975.
- (79) LUH, B. S. & KEAN, C. E. - Canning of fruits. In: WOODROOF, J. G. & LUH, B. S. ed. - **Commercial fruit processing.** Westport, The AVI Publishing, 1975. p. 141-265.
- (80) LUTZ, J. M. & HARDENBURG, R. E. - **The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks.** Agriculture handbook n° 66. Washington, U. S. Dept. of Agriculture, 1968.

- (81) MARTINEZ JAVEGA, J. J.; ALBERT BERNAL, A. & Tuset BARRACHINA, J. J. - Influence of several pre-storage treatments on "Washington Navel" oranges. XV International Congress of Refrigeration Abstracts. *Bulletin de l'Institut International du Froid* 59(4): 1136, 1979.
- (82) MATTOO, A. K. *et alli* - Chemical changes during ripening and senescence. *In: PANTASTICO, Er. B. ed. - Postharvest physiology handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables.* Westport, The AVI Publishing, 1975. p. 103-127.
- (83) McGLASSON, W. B. - The ethylene factor. *In: HULME, A. C. ed. - The biochemistry of fruits and their products.* London, Academic Press, 1970. v. 1, p. 475-519.
- (84) McGLASSON, W. B.; SCOTT, K. J. & MENDOZA, D. B. - The refrigerated storage of tropical and subtropical products. XV International Congress of Refrigeration Abstracts. *Bulletin de L'Institut International du Froid* 59(4): 936, 1979.
- (85) MEFFERT, H. F. Th. - Observations on weight loss of fruit during cold storage and transport. *In: INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID ed. - |Weight loss in foodstuffs|.* Paris, IIF, 1970. p. 307-319.
- (86) MERLICH, F. P. - Pineapple juice. *In: TRESSLER, D. K. & JOSLYN, M. A. ed. - Fruit and vegetable juice - Processing technology.* Westport, The AVI Publishing, 1961. p. 746-786.

- (87) MOHSENIN, N. N. - **Physical properties of plant and animal materials; structure, physical characteristics and mechanical properties.** New York, Bordon and Breach Sci. Publishers, 1970.
- (88) MOOKERJI, K. K. *et alli* - **Optimal harvest maturity for the economic and quality canning of pineapple slice and juice.** *Indian Food Packer* 23(6): 29-33, 1969.
- 
- (89) MORALES DE LEÓN, J. C. - **Frutas tropicales características y propiedades físico-químicas.** *Tecnología de Alimentos (México)* 11(5): 205-223, 1976.
- (90) PANTASTICO, Er. B. - **Structure of fruits and vegetables.** *In:* PANTASTICO, Er. B. ed. - **Postharvest physiology handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables.** Westport, The AVI Publishing, 1975. p. 1-24.
- (91) PANTASTICO, Er. B.; AKAMINE, E. K. & SUBRAMANYAM, H. - **Physiological disorders other than chilling injury. Other fruits and vegetables.** *In:* PANTASTICO, Er. B. ed. - **Postharvest physiology handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables.** Westport, The AVI Publishing, 1975. p. 380-392.
- (92) PANTASTICO, Er. B.; MATTOO, A. K. & PHAN, C. T. - **Ethylene action on ripening.** *In:* PANTASTICO, Er. B. ed. - **Postharvest physiology handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables.** Westport, The AVI Publishing, 1975. p. 75-85.
- (93) PANTASTICO, Er. B. *et alli* - **Chilling injury.** *In:* PANTASTICO, Er. B. ed. - **Postharvest physiology handling and utilization**

- of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport, The AVI Publishing, 1975. p. 339-357.
- (94) PANTASTICO, Er. B. *et alli* - Harvest indices. In: PANTASTICO, Er. B. ed. - **Postharvest physiology handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables.** Westport, The AVI Publishing, 1975. p. 56-74.
- (95) PHAN, C. T. *et alli* - Respiration and respiratory climateric. In: PANTASTICO, Er. B. ed. - **Postharvest physiology handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables.** Westport, The AVI Publishing, 1975. p. 86-101.
- (96) PENTZER, W. T. & HEINZE, P. H. - Postharvest physiology of fruits and vegetables. **Annual Review of Plant Physiology** 5: 205-224, 1954.
- (97) POIGNANT, A. - La maturation contrôlée de l'ananas. II - L'éthrel et son action au cours des phases ascendante et descendante de la maturité. **Fruits** 26(1): 23-35, 1971.
- (98) POLLARD, A. & TIMBERLAKE, C. F. - Fruit juices. In: Hulme, A. C. ed. - **The biochemistry of fruits and their products.** London, Academic Press, 1971. v. 2, p. 573-621.
- (99) PRATT, H. K. & MENDOZA, D. B. Jr. - Calorimetric determination of carbon dioxide for respiration studies. **Hortscience** 14(2): 175-176, 1979.
- (100) REIG, A. - Les pertes de poids pendant les traitements frigorifiques ou coadjuvants, qui précèdent la commercialisation des fruits et légumes. In: INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID ed. - **|Weight loss in foodstuffs|.** Paris, IIF, 1970.

p. 295-305.

- (101) RHODES, M. J. C. - The climateric and ripening of fruits.  
In: HULME, A. C. ed. - **The biochemistry of fruits and their products.** London, Academic Press, 1970. v. 1, p. 521-533.
- (102) ROCHA, J. L. V. da - **Fisiologia de maturação pós-colheita de manga c.v. Haden e goiaba c.v.s. vermelho e branco.**  
Campinas, 1976. (Tese, Fac. Eng. de Alimentos e Agrícola - UNICAMP).
- (103) RYALL, A. L. & PENTZER, W. T. - **Handling transportation and storage of fruits and vegetables.** Westport, The AVI Publishing, 1974. v. 2.
- (104) RYALL, A. L. & PENTZER, W. T. - The relation of air movement container type, and load arrangement to the cooling rate of fruits and vegetables. **Proceedings of the XII<sup>th</sup> International Congress of Refrigeration 3:** 87-92, 1969.
- (105) SALUNKHE, D. K. & WU, M. T. - Effects of subatmospheric pressure storage on ripening and associated chemical changes of certain deciduous fruits. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 98(1): 113-116, 1973.
- (106) SASTRY, S. K.; BAIRD, C. D. & BUFFINGTON, D. E. - Transpiration rates of certain fruits and vegetables. **ASHRAE Transactions** 84(1): 237-255, 1978.
- (107) SGARBIERI, W. C. - Composição do abacaxi. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos** (7): 37-50, 1966.
- (108) SHOWALTER, R. K. & GRIERSON, W. - Precooling fruits and vegetables in the southeast. **Florida Agricultural**

**Experiment Stations Journal Series n° 3556: 1-8, 1972.**

- (109) SILVA, H. da; PEPIN, G. & BOUDENE, C. - |Results of a study on residues of benomyl and thiabendazole in fruit and vegetables sold in the Paris region|. **Medicine et Nutrition**. 12(3): 181-187, 1976.
- (110) SILVERSTEIN, R. M. - The pineapple: flavour. In: HULME, A. C. ed. - **The biochemistry of fruits and their products**. London, Academic Press, 1970. v. 2, p. 325-331.
- (111) SMAGULA, J. J. & BRAMLAGE, W. J. - Acetaldehyde accumulation: is it a cause of physiological deterioration of fruits? **Hortscience** 12(3): 200-203, 1977.
- (112) SOLOMOS, T. & LATIES, G. G. - Cellular organization and fruit ripening. **Nature** 245: 390-392, 1973.
- (113) TEISSON, C. - Le brunissement interne de l'ananas. I - **Historique** II - Matériel et méthodes. **Fruits** 34(4): 245-261, 1979.
- (114) TEISSON, C. - A la recherche d'un traitement d'induction florale de l'ananas par voie solide. **Fruits** 34(9): 515-523, 1979.
- (115) TEISSON, C. & COMBRES, J. C. - Le brunissement interne de l'ananas. III - Symptomatologie. **Fruits** 34(5): 315-329, 1979.
- (116) TEISSON, C.; LACOEUILHE, J. J. & COMBRES, J. C. - Le brunissement interne de l'ananas. V - Recherches des moyens de lutte. **Fruits** 34(6): 399-415, 1979.
- (117) TEISSON, C.; MARTIN-PRÉVEL, P. & MARCHAL, J. - Le brunissement interne de l'ananas. IV - Approche biochimique du phénomène. **Fruits** 34(5): 329-339, 1979.

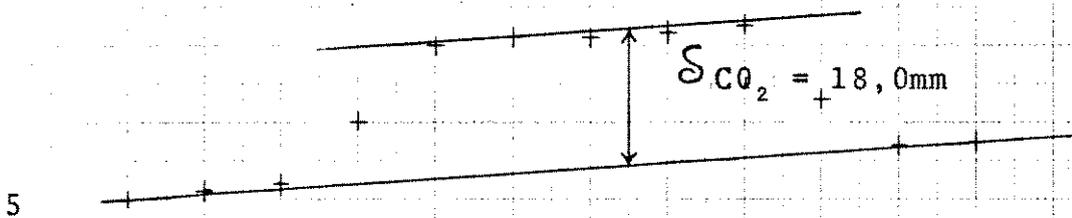
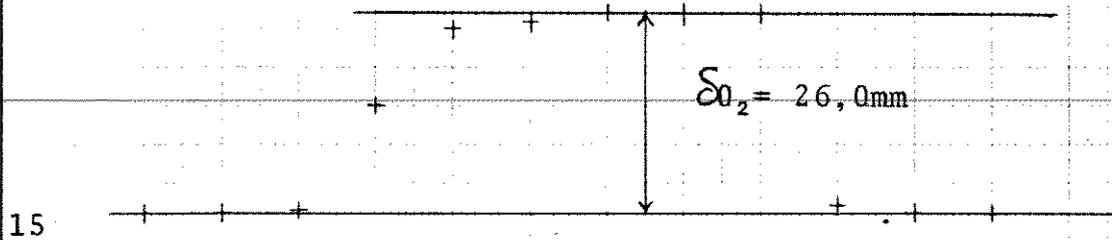
- (118) TEISSON, C. *et alli* - A propos du brunissement interne de l'ananas, accident de la réfrigération. **Fruits** 33(1): 48-50, 1978.
- (119) THIMAN, K. V. & BONNER, W. D. Jr. - Organic acid metabolism. **Annual Review of Plant Physiol.** 1: 75-108, 1950.
- (120) TOLEDO, R.; STEINBERG, M. P. & NELSON, A. I. - Heat of ~~transpiration of fresh produce as affected by controlled~~ atmosphere. **J. Fd. Sci** 34: 261-264, 1969.
- (121) TRESSLER, D. K. - Nutritive value of fruits and vegetable juices. In: TRESSLER, D. K. & JOSLYN, M. A. - **Fruit and vegetable juice. Processing technology.** Westport, The AVI Publishing, 1961. p.447-485.
- (122) ULRICH, R. - Contrôle de la maturation du point de vue physiologique et pratique. In: INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID ed. - **Réfrigération et maturation des fruits; relation avec la qualité.** Paris, IIF, 1973. p. 15-24.
- (123) ULRICH, R. - Postharvest physiology of fruits. **Annual Review of Plant Physiol.** 9: 385-416, 1958.
- (124) UNITED STATES OF AMERICA. DEPT. OF AGRICULTURE. - **United States standards for pineapples.** Washington, U. S. Government, 1967.
- (125) WILKINSON, B. G. - Physiological disorders of fruits after harvesting. In: HULME, A. C. ed. - **The biochemistry of fruits and their products.** London, Academic Press, 1970. v. 1, p. 537-555.

- (126) WOLF, J. - Der säurestoffwechsel in obstfrüchten in seiner  
beziehung zu reifung, altern und lagerung. **Qual. Plant.  
Mater. Veg.** 19: 79-137, 1969.
- (127) WOODROOF, J. G. - Fruit harvesting, handling and storing.  
*In*: WOODROOF, J. G. & LUH, B. S. ed. - **Commercial fruit  
processing.** Westport, The AVI Publishing, 1975 p. 32-  
77.
- 
- (128) YOUNG, C. T. - Composition and nutritional value of raw and  
processed fruits. *In*: WOODROOF, J. G. & LUH, B. S. ed.-  
**Commercial fruit processing.** Westport, The AVI Publishing,  
1975. p. 539-579.

---

ANEXO I

Dados fornecidos pelo fabricante do Diaferômetro



Registro de leituras do Diaferômetro e  
determinação das deflexões de  $O_2$  e  $CO_2$

Variação das constantes de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>  
com a temperatura

DELFT, January 10th., 1974

NOYONS DIAFEROMETER MG 4 No.: 730943

1 mm uitslag van de galvanometer komt overeen met:  
1 mm deflection of the galvanometer concerned corresponds to:  
1 mm Ausschlag des betreffenden Galvanometers entspricht:  
1 mm de déviation du galvanomètre en question correspond à:

Temp.		CO <sub>2</sub>		O <sub>2</sub>
15° C	0,0061	%	0,0114	%
16° C	0,0061	%	0,0113	%
17° C	0,0062	%	0,0113	%
18° C	0,0062	%	0,0113	%
19° C	0,0063	%	0,0112	%
20° C	0,0063	%	0,0112	%
21° C	0,0063	%	0,0112	%
22° C	0,0064	%	0,0111	%
23° C	0,0064	%	0,0111	%
24° C	0,0065	%	0,0111	%
25° C	0,0065	%	0,0110	%
26° C	0,0066	%	0,0110	%
27° C	0,0066	%	0,0110	%
28° C	0,0067	%	0,0109	%
29° C	0,0067	%	0,0109	%
30° C	0,0067	%	0,0109	%

FONTE: KIPP & ZONEN (711).

Tabela para obtenção do fator de correção  $\mu$  em função da temperatura e pressão barométrica.

Temp °C

 $\mu$ 

Bar mm.Hg.

10°	1.020	0.920	800	720
11°	1.010	0.910		
12°	1.000	0.900	790	710
13°	0.990	0.890		
14°	0.980	0.880	780	700
15°	0.970	0.870		
16°	0.960	0.860	770	690
17°	0.950	0.850		
18°	0.940	0.840	760	680
19°	0.930	0.830		
20°	0.920	0.820	750	670
21°	0.910	0.810		
22°	0.900	0.800	740	660
23°	0.890	0.790		
24°	0.880	0.780	730	650
25°	0.870	0.770		
26°	0.860	0.760	720	640
27°	0.850	0.750		
28°				
29°				
30°				

FONTE: KIPP & ZONEN (71)

## Valores nominal e real do fluxo de ar

FT, January 10th., 1974

---

 CERTIFICATE OF CALIBRATION
 

---

NOYONS DIAFEROMETER MG 4 No.: 730948

CONSTANT O<sub>2</sub> (at 20° C)

(knob „Measuring” in position 5)

1 mm deflection of the galvanometer corresponds to 0,0112 % O<sub>2</sub>

Galvanometer check: (knob „Measuring” in position 4)

A rotation of 10 scale divisions of the knob „compensation”  
provokes a deflection of 121 mm.

CONSTANT CO<sub>2</sub> (at 20° C)

(knob „Measuring” in position 4)

1 mm deflection of the galvanometer corresponds to 0,0063 % CO<sub>2</sub>

Galvanometer check:

A rotation of 5 scale divisions of the knob „compensation”  
provokes a deflection of 172 mm.

AIR FLOW RATES:

Nominal Value of Flow rate selector	Actual Value	Nominal Value of Flow rate selector	Actual Value
250 l/min.	249	8 l/min.	7,7
100 "	96,5	4 "	4,1
50 "	49,5	1.6 "	1,54
16 "	15,5	0.8 "	0,77

---

FONTE: KIPP & ZONEN (71).

---

ANEXO II

Dados obtidos no Diaferômetro durante os experimentos

Dados obtidos no Diaferômetro e peso das amostras durante o experimento de respiração de abacaxi c.v. Pérola mantido em condições ambientais (25-30°C e 60-70% de umidade relativa)

Tempo pós colheita (dias)	Amostra 1					Amostra 2					Amostra 3				
	Pressão (mm Hg)	Temp. (°C)	Def.CO <sub>2</sub> (mm)	Def.O <sub>2</sub> (mm)	Peso (g)	Pressão (mm Hg)	Temp. (°C)	Def.CO <sub>2</sub> (mm)	Def.O <sub>2</sub> (mm)	Peso (g)	Pressão (mm Hg)	Temp. (°C)	Def.CO <sub>2</sub> (mm)	Def.O <sub>2</sub> (mm)	Peso (g)
9	714,0	24,5	6,5	8,5	6895	714,0	24,5	8,5	7,0	6930	713,5	25,0	3,0	3,5	6895
10	714,5	25,5	10,0	6,5	6780	714,0	26,5	17,0	10,5	6820	714,0	26,5	14,0	6,5	6790
11	713,0	24,5	7,5	1,5	6670	711,0	24,5	4,0	3,0	6710	710,0	25,0	8,0	1,0	6675
12	711,7	25,0	13,5	6,5	6565	711,5	25,0	18,0	5,5	6630	711,0	25,5	13,0	2,5	6580
13	711,0	25,0	13,5	2,5	6435	710,5	25,5	14,5	3,5	6510	710,5	25,5	15,5	4,0	6470
14	711,5	24,8	6,5	2,5	6290	711,5	25,0	9,5	1,0	6370	711,5	25,0	9,5	1,0	6350
15	711,5	24,0	8,5	5,0	6140	711,5	24,0	13,0	5,5	6200	711,5	24,0	10,0	5,0	6240
16	711,0	24,8	11,0	6,0	5940	711,0	24,8	20,5	±1,0	6020	711,0	24,8	13,0	8,0	6140
17	710,0	24,8	11,0	2,0	5690	710,5	24,2	3,0	3,0	5800	710,0	24,5	5,0	4,0	6010
18	711,5	24,0	3,0	1,0	3300 <sup>1</sup>	711,5	24,5	5,0	2,5	4530 <sup>1</sup>	711,5	24,5	8,0	4,0	5880
19	705,5	25,5	6,5	5,5	3240	705,5	25,5	13,0	8,0	4440	706,0	25,5	11,5	7,0	4230 <sup>1</sup>
20	706,0	24,5	4,0	1,5	3195	706,0	24,5	11,0	5,5	4380	706,0	24,5	15,5	5,5	4140
21	712,0	23,5	5,0	2,5	3150	712,0	24,2	21,0	10,0	4330	712,5	24,2	13,5	5,5	4060
22	716,5	22,5	5,5	1,5	3100	716,5	22,5	13,0	4,5	4340	716,5	23,0	21,0	7,0	3950
23	715,2	23,8	7,0	5,0	3030	715,2	23,8	10,0	3,5	2870 <sup>2</sup>	715,0	24,2	19,0	3,0	2480 <sup>2</sup>

1. Retirada de 1 abacaxi por se encontrar com sinais de gomose.

2. Retirada de mais 1 abacaxi

Dados obtidos no Diaferômetro e peso das amostras durante o experimento de respiração de abacaxi c.v. Pérola mantido em condições controladas (12°C e 80% de umidade relativa)

Tempo pós colheita (dias)	Amostra 1					Amostra 2					Amostra 3				
	Pressão (mm Hg)	Temp. (°C)	Def. CO <sub>2</sub> (mm)	Def. O <sub>2</sub> (mm)	Peso (g)	Pressão (mm Hg)	Temp. (°C)	Def. CO <sub>2</sub> (mm)	Def. O <sub>2</sub> (mm)	Peso (g)	Pressão (mm Hg)	Temp. (°C)	Def. CO <sub>2</sub> (mm)	Def. O <sub>2</sub> (mm)	Peso (g)
9	712,0	24,5	1,5	2,5	6695	712,0	24,5	2,5	2,0	6720	712,0	25,0	2,5	3,0	7310
10	714,0	26,0	3,0	1,0	6660	713,5	26,0	1,5	2,0	6680	713,0	26,0	1,0	1,5	7270
11	710,0	25,5	1,0	3,0	6610	710,0	25,5	3,5	3,0	6535	710,0	25,5	3,5	1,5	7220
12	711,0	25,5	1,5	5,0	6580	710,5	25,5	2,0	4,5	6515	710,0	25,5	2,5	5,5	7170
13	710,0	25,5	2,5	5,5	6520	710,0	25,5	1,0	8,0	6450	710,0	25,5	1,0	7,0	7120
14	711,5	25,0	3,0	1,0	6440	711,5	24,5	2,5	1,0	6410	710,5	25,5	2,0	2,0	7060
15	711,0	24,0	2,5	0,5	6390	710,0	24,0	2,5	1,5	6370	710,0	24,0	5,5	3,0	7020
16	711,0	24,8	1,5	1,0	6340	710,5	24,8	3,5	1,5	6330	710,0	24,5	2,0	1,0	6980
17	709,5	25,0	2,5	1,0	6290	708,5	25,0	5,5	2,0	6280	708,0	25,5	3,0	1,5	6930
18	711,5	24,2	0,5	1,5	6250	711,5	24,2	4,0	1,5	6230	711,0	24,2	3,5	1,0	6890
19	705,5	27,5	4,0	2,5	6240	705,5	27,5	8,5	3,0	6215	705,5	26,5	5,0	5,5	6850
20	705,5	24,5	4,5	2,0	6195	705,5	24,5	8,5	5,0	6185	705,5	24,5	6,5	4,0	6800
21	712,5	24,5	2,5	1,0	6150	713,0	24,5	2,5	1,0	6150	713,0	24,5	4,0	1,5	6720
22	715,5	24,0	6,0	2,0	6120	715,5	24,5	4,5	3,0	6110	715,5	24,5	3,0	2,5	6710
23	713,3	25,2	8,0	3,0	6065	713,0	25,5	8,5	4,0	6070	713,0	25,8	7,5	5,0	6655
24	714,0	25,0	9,0	2,0	6025	714,0	24,5	4,0	2,0	6040	714,0	23,8	0,5	1,0	6615
25	713,4	24,5	5,5	-1,5	5990	713,2	24,2	4,0	2,0	5995	713,5	24,2	4,5	4,0	6575
26	711,5	24,2	8,5	0,5	5930	711,2	24,2	4,0	0,5	5945	711,0	24,3	6,0	2,5	6520
27	710,5	25,5	2,5	1,0	4700	710,5	25,8	2,5	1,5	5900	710,2	25,9	5,0	2,0	6460
28	712,5	25,5	1,5	2,0	4675	712,5	25,5	4,5	3,5	5865	713,0	25,5	8,0	5,0	6420
29	708,0	24,5	1,5	0,5	4645	707,8	24,5	4,0	1,5	5810	707,8	24,5	3,5	2,0	6360
30	711,5	24,5	3,0	5,5	4610	711,2	24,2	5,0	2,5	5790	710,5	24,2	3,5	5,5	6315
31	712,0	24,0	2,5	1,0	4590	712,0	24,2	4,5	4,0	5750	710,8	24,8	7,0	2,5	6265
32	712,0	25,0	5,5	1,5	4560	711,8	24,9	6,5	2,5	5710	711,8	24,8	9,5	2,0	6210
33	710,3	25,0	4,0	0,5	4530	710,3	25,2	6,0	2,0	5670	710,0	25,2	5,5	0,5	6155
34	710,5	24,8	4,5	1,0	4495	710,2	25,0	5,5	1,0	5625	710,0	25,0	4,0	2,0	6100
35	711,0	25,5	6,5	2,0	4460	711,0	25,5	8,0	0,5	5575	710,5	25,5	9,0	1,0	6045
36	712,0	25,0	1,0	4,5	4410	712,0	25,0	3,5	4,0	5520	711,5	25,0	1,0	3,5	5980
37	712,0	25,0	3,0	3,5	4370	712,0	25,0	3,5	3,0	5470	712,0	25,0	8,5	6,5	5940
38	710,0	25,2	3,5	3,0	4320	710,0	25,2	5,5	3,0	5410	709,5	25,0	7,5	4,0	5890
39	710,8	25,0	1,0	5,5	2925	710,5	25,2	6,0	8,0	5350	710,3	25,2	3,5	8,5	5845
40	709,0	24,9	1,0	2,0	2900	709,0	25,0	7,5	4,0	5290	709,0	25,2	8,0	5,5	5785
41	713,5	24,9	0,5	2,0	2885	713,7	35,5	5,5	3,0	5250	713,5	26,0	5,5	2,5	5760
42	712,0	24,2	2,0	2,5	2865	712,0	24,5	8,0	3,5	5200	711,5	24,2	6,0	3,0	5710
43	710,5	24,0	1,5	2,0	2840	710,2	24,5	9,5	4,0	6160	710,0	24,5	8,0	4,6	5670
44	711,2	24,5	2,5	3,0	2820	711,2	24,8	7,5	4,5	5120	710,9	24,8	7,5	5,0	5630

1. Retirada de 1 abacaxi por se encontrar com sinais de gomose.
2. Retirada de mais 1 abacaxi.

Dados obtidos no Diaferômetro e peso das amostras durante o experimento de respiração de abacaxi c.v. Pérola submetido a resfriamento intermitente (5 dias/semana a 12°C e 80% U.R. e 2 dias/semana a 25-30°C e 60-70% U.R.)

Tempo pós colheita (dias)	Amostra 1				Amostra 2			
	Pressão (mm Hg)	Temp. (°C)	Def. O <sub>2</sub> (mm)	Peso (g)	Pressão (mm Hg)	Temp. (°C)	Def. O <sub>2</sub> (mm)	Peso (g)
9	712,5	27,5	0,5	6720	...	...	...	7055 <sup>1</sup>
10	715,0	26,0	4,0	6670	713,0	26,0	3,0	7000
11	710,5	25,5	3,5	6600	711,3	25,3	4,0	6920
12	710,0	25,5	3,5	6595	709,5	26,0	4,5	6890
13	710,0	25,5	8,0	6550	710,0	25,5	8,5	6830
14	710,5	25,0	4,5	6480	710,0	25,0	6,5	6750
15	709,5	24,5	4,0	6340	709,0	25,0	14,0	6600
16	709,0	24,0	2,0	6250	708,0	24,8	0,0	6480
17	708,0	25,8	2,5	6220	708,0	26,0	1,0	6440
18	710,0	24,5	0,5	6180	710,0	24,5	3,0	6400
19	705,5	26,0	4,5	6140	705,5	26,0	5,0	6350
20	705,5	25,0	4,0	6120	705,5	25,0	4,0	6305
21	713,0	24,5	8,5	6050	713,0	24,5	13,5	6240
22	715,5	25,0	7,0	5950	715,5	25,0	7,5	6100
23	713,0	26,0	3,0	5845	713,0	25,5	5,0	5985
24	713,0	23,5	2,0	5810	713,0	23,8	1,5	5940
25	714,0	24,2	3,0	5770	714,0	24,2	3,5	5800
26	711,0	24,2	3,0	5735	710,8	24,2	3,5	5750
27	710,2	25,9	3,0	4315 <sup>2</sup>	710,3	26,0	3,0	4085 <sup>2</sup>
28	710,5	25,2	5,5	4280	710,2	25,1	5,5	4050
29	707,5	24,2	4,0	4200	..... <sup>3</sup>			
30	710,5	24,2	5,0	4110				
31	710,8	24,8	1,0	4080				
32	710,5	24,9	0,5	4040				

1. Falta de energia elétrica.
2. Retirada de 1 abacaxi por apresentar sinais de gomose.
3. A amostra deixou de ser estudada pois todos os indivíduos apresentavam sinais de gomose.

Dados obtidos no Diaferômetro e peso das amostras durante o experimento de respiração de abacaxi c.v. Smooth Cayenne mantido em condições ambientais (25-30°C e 60-70% de umidade relativa)

Tempo pós colheita (dias)	Amostra 1					Amostra 2					Amostra 3				
	Pressão (mm Hg)	Temp. (°C)	Def.CO <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Def.O <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Peso (g)	Pressão (mm Hg)	Temp. (°C)	Def.CO <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Def.O <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Peso (g)	Pressão (mm Hg)	Temp. (°C)	Def.CO <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Def.O <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Pes (g)
1	711,8	23,5	9,0	7,0	5975	712,0	23,5	11,5	9,0	6360	711,8	23,8	5,5	5,0	609
2	711,3	25,5	10,0	4,0	5890	711,3	25,5	15,5	9,5	6250	711,0	25,9	10,5	6,5	601
3	711,8	25,0	8,5	7,5	5830	711,7	25,5	16,5	11,0	6160	711,3	25,5	10,5	10,0	59-
4	712,5	25,0	7,5	5,5	5775	712,5	25,0	16,0	11,0	6140	712,5	25,5	12,5	10,0	589
5	714,0	25,2	9,5	9,5	5765	713,5	24,8	17,5	14,5	6085	713,3	24,7	9,5	9,5	58-
6	711,8	24,9	9,5	10,0	5675	711,8	25,2	16,5	13,5	6030	711,5	25,2	15,5	10,5	580
7	708,5	25,0	7,5	7,0	5620	708,2	25,5	14,0	9,0	5970	707,8	25,5	10,5	7,5	575
8	709,5	26,3	12,5	10,0	5580	709,5	25,5	21,0	15,5	5930	709,5	25,2	15,0	11,0	571
9	706,0	24,5	7,5	6,5	5520	706,0	24,9	13,0	9,5	5850	705,7	25,2	12,5	10,0	565
10	708,7	24,2	7,5	5,0	5470	708,7	24,5	14,5	9,5	5800	708,7	24,7	18,5	13,5	650
11	712,0	24,2	10,5	7,0	5420	712,0	24,7	17,0	10,5	5680	712,0	24,8	13,0	8,5	555
12	713,0	23,7	8,0	5,0	5360	713,0	24,0	20,0	12,5	5670	713,0	24,0	15,5	10,0	549
13	711,5	24,0	9,5	7,5	5295	711,5	24,2	21,5	13,5	5595	711,5	24,2	15,5	10,0	543
14	711,0	24,5	14,0	10,5	5240	711,0	24,8	20,5	13,5	5520	710,8	25,0	17,0	11,5	538
15	711,0	24,5	15,0	11,0	5185	711,0	24,5	29,0	11,0	5435	711,0	24,8	16,5	10,5	532
16	709,0	24,8	11,5	7,0	5120	709,0	25,0	36,5	13,5	5310	709,0	25,5	21,0	12,5	525
17	709,0	25,5	13,5	8,5	5065	709,0	25,5	37,0	11,0	5195	709,0	26,0	20,5	11,5	519
18	712,5	24,5	15,5	9,0	4970	712,5	24,5	14,5	8,5	3935 <sup>1</sup>	712,5	24,8	17,5	10,0	515
19	713,0	24,5	19,5	19,0	4915	713,0	24,8	17,5	15,5	3895	712,5	25,0	23,0	27,0	509
20	712,0	24,8	19,5	9,0	4880	712,0	25,0	14,5	9,5	3855	712,0	25,2	19,5	12,0	499
21	711,5	25,2	24,5	14,0	4800	711,5	25,5	16,5	9,5	3800	711,0	26,0	49,5	27,5	493
22	710,0	24,5	23,0	16,0	4730	710,5	25,0	15,0	10,5	3740	710,5	25,0	19,5	11,5	486

1. Retirada de 1 abacaxi por não se encontrar em boas condições.

Dados obtidos no Diaferômetro e peso das amostras durante o experimento de respiração de abacaxi c.v. Pérola mantido em condições controladas (12°C e 80% de umidade relativa)

Tempo pós colheita (dias)	Amostra 1					Amostra 1					Amostra 1				
	Pressao (mm Hg)	Temp. (°C)	Def.CO <sub>2</sub> (mm)	Def. O <sub>2</sub> (mm)	Peso (g)	Pressao (mm Hg)	Temp. (°C)	Def.CO <sub>2</sub> (mm)	Def. O <sub>2</sub> (mm)	Peso (g)	Pressao (mm Hg)	Temp. (°C)	Def.CO <sub>2</sub> (mm)	Def. O <sub>2</sub> (mm)	Peso (g)
1	711,5	24,0	1,0	4,5	6700	711,5	24,3	0,5	3,5	6190	711,3	24,5	0,5	4,0	6390
2	711,0	26,0	2,5	3,0	6685	711,0	26,0	3,5	3,0	6145	711,0	26,0	2,5	3,0	6345
3	711,0	25,5	3,5	8,5	6655	710,7	25,8	2,0	4,5	6110	710,5	25,8	4,5	5,0	6310
4	712,5	24,8	3,5	3,0	6625	712,5	24,5	6,0	4,0	6075	712,0	24,5	6,5	5,5	6275
5	713,0	24,8	6,5	6,0	6600	713,5	24,8	4,5	4,0	6050	710,0	25,0	1,7	3,0	6230
6	711,3	25,2	5,5	4,5	6560	711,0	25,2	4,5	3,5	6010	710,5	25,2	3,5	2,5	6200
7	707,5	25,5	3,0	4,0	6510	707,3	25,5	3,0	3,0	5970	707,0	25,5	5,5	3,0	6160
8	708,0	24,8	1,5	1,5	6480	707,8	25,2	8,5	4,5	5930	707,3	25,2	6,5	4,0	6120
9	705,5	25,2	4,0	4,5	6435	706,0	25,2	2,5	4,5	5885	706,2	25,8	3,5	2,0	6075
10	708,7	24,8	5,5	5,5	6400	708,5	25,0	7,0	3,0	5855	708,5	25,0	6,5	4,5	6040
11	711,8	24,8	7,5	6,0	6365	711,0	24,8	5,5	4,5	5825	711,3	24,8	4,5	3,0	6005
12	712,3	24,2	2,5	2,0	6320	712,0	24,2	6,5	3,5	5790	711,5	24,2	4,5	4,5	5970
13	711,5	24,2	6,5	4,0	6280	711,5	24,2	8,0	5,5	5755	711,5	24,5	8,0	5,5	5925
14	710,8	25,0	4,5	5,0	6240	710,5	25,0	2,0	4,0	5695	710,3	25,0	4,5	5,5	5890
15	711,0	24,8	5,5	4,0	6200	711,0	25,0	3,0	3,0	5675	710,5	25,0	4,0	4,5	5840
16	709,0	25,5	7,0	4,5	6145	709,0	25,5	3,0	3,5	5630	709,5	25,5	4,0	4,0	5790
17	709,0	26,0	4,5	4,5	6110	709,0	26,0	4,5	3,5	5590	709,0	26,0	4,5	3,0	5755
18	712,5	24,8	4,5	2,5	6075	712,5	24,8	4,5	3,5	5570	712,5	24,8	4,0	2,5	5725
19	...	...	...	...	6035	...	...	...	...	5540	...	...	...	...	5610 <sup>1</sup>
20	712,0	25,2	8,5	6,5	5990	711,0	25,5	5,5	3,5	5495	710,0	25,5	3,5	5,0	5660
21	709,5	26,0	3,0	3,5	5945	709,0	26,0	3,5	5,0	5450	709,0	26,2	4,5	3,5	5600
22	710,5	25,0	6,5	5,5	5900	710,5	25,0	5,0	4,0	5390	710,5	25,0	5,5	5,0	5550
23	708,5	24,5	3,5	1,0	5845	...	...	...	...	5360	...	...	...	...	5515 <sup>1</sup>
24	706,5	24,5	4,0	1,5	5795	706,5	25,0	5,5	3,5	5325	706,5	25,3	6,0	4,5	5470
25	708,5	24,2	2,5	2,5	5760	708,5	24,5	6,5	2,0	5290	708,5	24,8	4,5	2,0	5440
26	709,5	24,5	2,5	11,0	5700	709,5	25,0	3,5	9,0	5250	709,5	25,5	4,5	8,5	5395
27	709,0	24,0	4,0	3,0	5665	709,0	24,2	3,0	1,0	5210	709,0	24,3	5,0	6,5	5355
28	707,0	24,5	5,5	3,5	5605	707,0	24,8	6,0	1,5	5165	707,0	25,0	2,5	3,5	5310
29	706,0	25,2	2,5	3,0	5555	706,0	25,5	4,5	3,0	5120	706,0	25,5	3,5	4,5	5260
30	706,5	26,2	2,5	2,5	5490	706,5	26,2	2,0	3,0	5060	706,5	26,2	3,5	3,0	5207
31	709,5	24,2	1,5	1,5	5450	709,5	24,5	6,5	4,0	5030	709,5	24,8	6,0	3,5	5170
32	707,5	24,2	1,5	3,0	5400	707,5	24,2	2,5	2,5	4940	707,5	24,5	4,0	3,5	5130
33	708,0	25,0	1,0	2,5	5340	707,5	25,0	2,5	4,0	4890	707,5	25,0	0,5	2,5	5080
34	707,0	26,0	2,5	3,0	5300	707,0	26,0	5,5	3,0	4840	707,0	26,0	3,0	3,0	4990
35	707,0	26,8	0,5	3,0	5240	707,0	27,0	4,5	3,5	4795	707,0	27,0	3,5	4,5	4940
36	708,5	27,2	1,0	4,5	5190	708,5	27,3	3,5	3,5	4740	708,5	27,2	1,0	0,5	4885
37	708,5	26,0	1,5	2,0	5125	708,5	26,2	2,5	2,0	4690	...	...	...	...	4860 <sup>1</sup>
38	707,0	27,8	1,0	2,5	5060	707,0	28,0	3,0	3,5	4635	707,0	28,0	4,5	3,5	4845
39	709,5	27,2	1,5	1,5	5020	709,5	27,2	3,0	2,0	4600	709,5	27,2	4,5	2,0	4735

1. Falta de energia elétrica,

Dados obtidos no Diaferômetro e peso das amostras durante o experimento de respiração de abacaxi c.v. Smooth Cayenne submetido a resfriamento intermitente (5 dias / semana a 12°C e 80% U.R. e 2 dias/semana a 25-30°C e 60-70% U.R.)

Tempo pós colheita (dias)	Amostra 1				Amostra 2			
	Pressão (mm Hg)	Temp. (°C)	Def. O <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Peso (g)	Pressão (mm Hg)	Temp. (°C)	Def. O <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Peso (g)
1	710,2	24,5	4,5	5890	710,0	24,8	3,0	6385
2	711,0	26,0	1,5	5860	711,0	26,0	1,5	6375
3	710,0	25,8	5,0	5830	710,0	25,8	4,5	6365
4	711,5	24,5	1,5	5790	711,5	24,5	4,5	6330
5	710,5	24,9	4,5	5760	710,0	25,0	6,5	6290
6	709,5	25,2	7,5	5740	709,0	25,2	10,0	6270
7	706,8	25,5	8,5	5670	706,5	25,5	9,0	6190
8	707,2	26,2	3,5	5610	707,3	26,8	3,0	6125
9	706,5	26,5	2,5	5590	706,5	27,0	2,5	6100
10	708,5	25,0	2,5	5560	708,8	35,0	3,0	6070
11	...	...	...	5540	...	...	...	6040 <sup>1</sup>
12	711,0	24,5	3,0	5510	711,0	24,5	3,5	6010
13	710,5	24,8	8,0	5490	710,0	24,8	12,0	5980
14	710,0	25,0	11,0	5420	710,0	25,0	12,0	5905
15	710,0	25,2	3,5	5350	710,0	25,2	5,5	5830
16	709,5	25,5	3,0	5330	710,0	25,5	2,5	5805
17	709,0	26,0	4,0	5300	709,0	26,0	2,5	5775
18	712,0	25,0	1,5	5275	712,0	25,0	2,0	5755
19	...	...	...	5255	...	...	...	5735 <sup>1</sup>
20	710,0	25,5	9,5	5230	709,5	25,8	9,5	5705
21	708,5	26,2	18,0	5150	708,5	27,0	21,0	5615
22	710,0	25,0	6,0	5090	710,0	25,0	5,0	5550
23	...	...	...	5070	...	...	...	5530 <sup>1</sup>
24	706,5	25,5	4,0	5040	706,5	25,5	3,5	5495
25	706,5	25,5	2,5	4970	706,5	25,5	3,0	5470
26	708,0	25,5	9,0	4950	708,0	25,2	6,5	5440
27	708,0	25,2	7,5	4910	707,5	25,2	7,5	5405
28	706,5	25,0	10,5	4830	705,5	25,2	10,5	5300
29	705,0	27,5	3,0	4750	705,0	27,0	4,5	4015 <sup>2</sup>
30	706,5	26,2	4,0	4725	706,5	26,2	4,5	4000
31	709,5	25,0	3,5	46,95	709,5	25,0	5,0	3975
32	707,0	24,5	4,5	4675	707,0	24,5	4,5	3960

1. Falta de energia elétrica.
2. Retirado 1 abacaxi por não se encontrar em boas condições.