

JOSENILDA MARIA DA SILVA

**USO DE ATMOSFERA MODIFICADA NO ARMAZENAMENTO DO
ABACAXI (*Ananas comosus* L. Merr.) cv. SMOOTH CAYENNE.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fisiologia Vegetal, para obtenção do Título de "Mestre".

Orientador
PROF. Dr. ADIMILSON BOSCO CHITARRA

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1997

Amiza

15709

4FN32560

P

JOSENILDA MARIA DA SILVA

**USO DE ATMOSFERA MODIFICADA NO ARMAZENAMENTO DO
ABACAXI (*Ananas comosus* L. Merr.) cv. SMOOTH CAYENNE.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fisiologia Vegetal, para obtenção do Título de "Mestre".

Orientador

PROF. Dr. ADIMILSON BOSCO CHITARRA

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1997**



Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da Biblioteca Central da UFLA

Silva, Josenilda Maria da

Uso de atmosfera modificada no armazenamento de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merr.) cv. Smooth Cayenne / Josenilda Maria da Silva. - Lavras: UFLA, 1997.
85p.:il.

Orientador: Adimilson Bosco Chitarra.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Abacaxi. 2. Atmosfera modificada. 3. Armazenamento. 4. Escurecimento interno. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.774

JOSENILDA MARIA DA SILVA

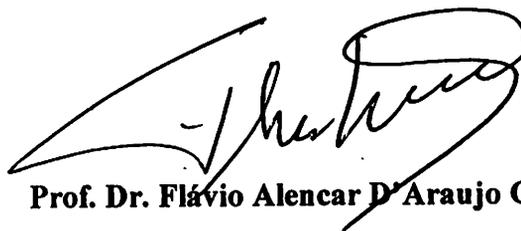
**USO DE ATMOSFERA MODIFICADA NO ARMAZENAMENTO DO
ABACAXI (*Ananas comosus* L. Merr.) cv. SMOOTH CAYENNE.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fisiologia Vegetal, para obtenção do título de "Mestre".

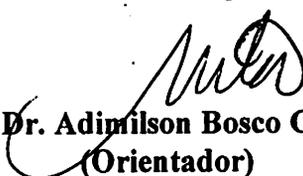
APROVADA em 29 de agosto de 1997



Prof. Dr. Luiz Edson Mota de Oliveira
(Co-orientador)



Prof. Dr. Flávio Alencar D'Araujo Couto



Prof. Dr. Adimilson Bosco Chitarra
(Orientador)

À memória de meu pai Antônio Januário da Silva,

A minha querida mãe Francisca Maria da Silva,

A minha amada irmã Maria José da Silva,

Enfim, à minha família

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao meu bondoso Deus, por me conceder forças até o final do curso;

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Departamento de Biologia e especialmente ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de realização do curso;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pelo fornecimento da bolsa do PICDT-CAPES, para realização do curso;

Ao professor Adimilson Bosco Chitarra, pela orientação fornecida;

Ao professor Luiz Edson Mota de Oliveira, pela co-orientação;

Ao Dr. Elias Cury, da Exportadora Irmãos Cury de Monte Alegre MG., pela doação dos frutos para realização do experimento;

Ao Dr. José Jayme R. Corrêa, gerente da divisão de produtos gerais da Goodyear, pela doação do filme PVC para realização do experimento;

Ao Dr. Ivo Arias Júnior, da divisão Agrícola da Spartan do Brasil, pela doação da cera Sparcitrus, para realização do experimento;

A Sra. Diolina Augusta da Silva, pela dedicação e carinho concedido durante a minha estada na sua casa;

As laboratoristas Mercia Magalhães, Sandra Mara e Constantina Braga, pela amizade e colaboração durante as análises de laboratório;

Aos funcionários dos Departamentos de Biologia Joel Donizette e Odorêncio de Assis, e do Departamento de Ciência dos Alimentos, especialmente a Srta. Magna Rocha e Sr. Miguel Garcia, pela amizade e colaboração;

Ao prof. Daniel Furtado e ao aluno da pós-graduação Carlos Ledo, pela orientação nas análises estatísticas;

Aos alunos de graduação do curso de Agronomia: Heloísa de Siqueira e Selene Capito (UFLA);

Mírian Maretti (UEM); Irving Joseph (ESALQ/USP), pelo apoio nas análises de laboratório;

Aos colegas, Regina Evangelista, Luiz Carlos, Silvana de Paula, Murilo Freire, Helenice Carvalho, Juliana Audi, Yane Rocha, Ana Cláudia, Evaristo Gomes, Datanhan de Souza, Eduardo Valério, Jorge Eduardo, Rogério Gonçalves, Josivan Menezes, Fábio Coccozza, Vânia Déa, Andréa Betterncourt, Alzira da Conceição, Gicelda Aparecida, Neide Botrel, Gaby Ortiz, Joelma Pereira, Alexandre e Cristiane Mendonça, Celso de Moura, Poliana Fernandes, Cipriano Porfirio, Luciana Costa, e Janaíne Mirna, pela amizade e companheirismo;

Aos amigos Renato e Gizelle Alvarenga, Ana Ribeiro e família, Cleber e Rosimere Miranda, Juliana Boldinni e Gleise de Souza, pela amizade, alegria e companheirismo durante o período da minha estada em Lavras.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xv
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Aspecto geral	3
2.2 Fisiologia pós-colheita	6
2.3 Atividade enzimática durante o amadurecimento	10
2.4 Escurecimento interno no abacaxi	12
2.5 Atmosfera modificada	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Caracterização da área e manuseio dos frutos	21
3.2 Tratamentos e procedimentos experimental	22
3.3 Avaliações realizadas	23
3.3.1 Perda de peso	23
3.3.2 Número de frutos afetados com escurecimento interno	23
3.3.3 Porcentagem de área afetada com escurecimento interno	23
3.3.4 Firmeza da polpa	24

3.3.5 Procedimento de extração da polpa e suco	24
3.4 Análises físico-químicas e químicas	24
3.4.1 pH	24
3.4.2 Acidez tituláveis totais (ATT)	24
3.4.3 Sólidos solúveis totais (SST)	25
3.4.4 Açúcares: redutores e totais	25
3.4.5 Vitamina C total	25
3.4.6 Compostos fenólicos totais	25
3.4.7 Atividade peroxidase	26
3.4.8 Atividade polifenoloxidase	26
3.4.9 Substâncias pécnicas: solúveis e totais	26
3.4.10 Atividade poligalacturonase	26
3.4.11 Análise estatística	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Perda de peso	28
4.2 Escurecimento interno	31
4.3 Vitamina C total	34
4.4 pH e acidez	37
4.5 Sólidos solúveis totais e açúcares	42
4.6 Firmeza da polpa e atividade poligalacturonase (PG)	49
4.7 Substâncias pécnicas: solúveis e totais	54
4.8 Compostos fenólicos totais, atividade polifenoloxidase e peroxidase	58
5 CONCLUSÕES	66
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
8 APÊNDICE	83

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1- Perda de peso do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR.	29
2 - Área afetada com escurecimento interno e porcentagem de frutos afetados com escurecimento interno do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR.	32
3- Teor de vitamina C total do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR.	35
4- Potencial hidrogeniônico (pH) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR.	38

- 5- Acidez total titulável (ATT) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR. 40
- 6- Sólidos solúveis totais (SST) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR. 42
- 7- Açúcares totais do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR. 44
- 8- Açúcares redutores do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR. 45
- 9- Sacarose do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR. 47
- 10- Firmeza da polpa do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR. 50

- 11- Atividade da enzima poligalacturonase (PG) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR. 52
- 12- Pectina solúvel do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR. 54
- 13- Pectina total do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR. 57
- 14- Compostos fenólicos totais do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR. 59
- 15- Atividade da enzima polifenoloxidase do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR. 61
- 16- Atividade Peroxidase do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR. 64

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1- (A) Comportamento geral da perda de peso do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando submetido a diversos tratamentos pós-colheita e armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR; (B) valores comparativos do tratamento controle (cont.) e cera + filme 20 (c+f20).	30
2- (A) Comportamento geral da área afetada com escurecimento interno do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando submetido a diversos tratamentos pós-colheita e armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR; (B) valores comparativos do tratamento controle (cont.) e cera + filme 30 (c+f30).	33

- 3- (A) Comportamento geral do teor de vitamina C total do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando submetido a diversos tratamentos pós-colheita e armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de U; (B) valores comparativos do tratamento controle (cont.) e cera + filme 30 (c+f30). 36
- 4- (A) Comportamento geral do potencial hidrogeniônico (pH) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando submetido a diversos tratamentos pós-colheita e armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR; (B) valores comparativos do tratamento controle (cont.) e cera + filme 30 (c+f30). 39
- 5- (A) Comportamento geral da acidez total titulável (ATT) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando submetido a diversos tratamentos pós-colheita e armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR; (B) valores comparativos do tratamento controle (cont.) e cera. 41
- 6- Valores comparativos dos sólidos solúveis totais (SST) entre o tratamento controle (cont) e cera + filme 20 (c +f20) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando armazenado durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR; 43

- 7- Valores comparativos dos açúcares totais, entre o tratamento controle (cont.) e cera + filme 20 (c+f20) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando armazenado durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR. 44
- 8- (A) Comportamento geral dos açúcares redutores do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando submetido a diversos tratamentos pós-colheita e armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR; (B) valores comparativos do tratamento controle (cont.) e filme30. 46
- 9- Valores comparativos da sacarose entre o tratamento controle (cont.) e cera + filme 20 (c+f20) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR. 48
- 10- (A) Comportamento geral da firmeza da polpa do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando submetido a diversos tratamentos pós-colheita e armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR; (B) valores comparativos do tratamento controle (cont.) e cera + filme 30 (c+f30). 51
- 11- Valores comparativos da atividade da poligalacturonase (PG) entre o tratamento controle (cont.) e filme 20 (f20) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando armazenado durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR. 53

- 12- (A) Comportamento geral da pectina solúvel do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando submetido a diversos tratamentos pós-colheita e armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR; (B) valores comparativos do tratamento controle (cont.) e filme30. 56
- 13- Valores comparativos da pectina total entre o tratamento controle (cont.) e cera + filme 20 (c+f20) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando armazenado durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR. 58
- 14- (A) Comportamento geral dos compostos fenólicos totais do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando submetido a diversos tratamentos pós-colheita e armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR; (B) valores comparativos do tratamento controle (cont.) e cera + filme 30 (c+f30). 60
- 15- Valores comparativos entre o tratamento controle (cont.) e cera + filme 20 (c+f20) da atividade da polifenoloxidase em abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR. 62
- 16- (A) Comportamento geral da atividade da peroxidase do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando submetido a diversos tratamentos pós-colheita e armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR; (B) valores comparativos do tratamento controle (cont.) e cera + filme 30 (c+f30). 65

RESUMO

SILVA, Josenilda Maria da. **Uso de atmosfera modificada no armazenamento do abacaxi, cv. Smooth Cayenne.** Lavras: UFLA, 1997. 85 p. (Dissertação - Mestrado em Fisiologia Vegetal)*.

Avaliou-se o potencial de conservação do abacaxi cv Smooth Cayenne, quando submetido a tratamentos pós-colheita com atmosfera modificada, utilizando-se cera Sparcitrus e filme de cloreto de polivinila. Frutos foram imersos em cera dissolvida com água 1:1 (v/v), em seguida acondicionados em caixas de papelão cobertas com filmes de 20 e 30 μm de espessuras. O período de armazenamento foi de 30 dias sob 8,5°C e 90% de UR., seguido de 8 dias ao ambiente com 23 °C e 70% de UR. Quando aplicado cera mais filmes de 20 ou 30 μm simultaneamente, obteve-se melhores resultados para a perda d'água, firmeza da polpa, teor de vitamina C e sintomas de escurecimento interno na polpa. A atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase foi afetada pela atmosfera modificada. O uso da cera e dos filmes quando usados isoladamente tiveram poucos efeitos sobre as principais características de qualidade do abacaxi, havendo também pouca superioridade entre as espessuras dos filmes quando aplicados sozinho ou junto com a cera.

* Orientador: Prof. Dr. Adimilson Bosco Chitarra. Membros da banca: Prof. Dr. Luiz Edson Mota de Oliveira e Prof. Dr. Flávio Alencar D'Araujo Couto.

ABSTRACT

USE OF MODIFIED ATMOSPHERE IN THE STORAGE OF PINEAPPLE CV. SMOOTH CAYENNE.

Appraised the potencial of conservation pineapple cv. Smooth Cayenne, when submitted to posharvest treatment with modified atmosphere applying wax and film polyvinil chloride. Fruits were immersed in wax dissolved with water (1:1), after they were packed in carboard boxes wrapped films of 20 and 30 μm thickness. The period of storage was 30 days at 8,5° C and 90% relative humidity, following 8 days in the enviroment at 23,0 °C. When applied wax more films of 20 and 30 μm better results were obtained in the loss weight of water, flesh firmness, teor of vitamin C and symptoms of internal browning. The activity of enzyme polyphenoloxidase and peroxidase was affected by modified atmosphere. The use wax and film when used separately had little effect over the main characteristics of the quality of pineapple, existing also little superiority between thicknes of films when applied alone or together with wax.

* Adviser: Prof. Dr. Adimilson Bosco Chitarra. Members of the examing board: Prof. Dr. Luiz Edson Mota de Oliveira and Prof. Dr. Flávio Alencar D'Araujo Couto.

1 INTRODUÇÃO

O abacaxi, cultura de grande importância econômica, sempre se destacou na fruticultura, não só pelas suas qualidades nutricionais e organolépticas, mas também pela sua rentabilidade. O Brasil ocupa a primeira posição na América do Sul, e a terceira no ranking mundial com 999 mil toneladas produzidas em 1994, equivalente a 8,44% da produção total, vindo após a Tailândia com 22,7% e Filipinas com 10.1%. Com plantio difundido por todo o território brasileiro, o abacaxizeiro é cultivado sobretudo nas regiões Nordeste e Sudeste. Os Estados que mais se destacam são a Paraíba, Minas Gerais e Bahia (Savitci et al., 1996; FAO, 1994; ANUÁRIO, 1994).

Estima-se que 70% da produção mundial corresponda à variedade Smooht Cayenne, adequada tanto para a industrialização como para a exportação *in natura*, sendo a mais conhecida pelos importadores e consumidores europeus e americanos, cujos mercados são considerados os mais importantes. No entanto, a garantia da comercialização dos nossos abacaxis nesses países será a manutenção das qualidades dos mesmos até o consumidor. Essas qualidades são atribuídas às suas características físicas como tamanho, coloração e forma, além das características químicas que irão determinar o sabor e aroma interno do fruto, responsáveis por sua aceitação no mercado.

Uma das finalidades do uso de embalagem com atmosfera modificada (AM), é manter a qualidade externa e interna dos produtos durante o transporte, protegendo-os dos danos físicos e ao mesmo tempo, aumentando sua vida de prateleira.

Filmes de cloreto de polivinila (PVC) e ceras na embalagem de frutos têm sido largamente utilizados para prolongar o período de armazenamento sem causar mudanças na aparência e qualidade interna dos produtos. Tais práticas já vem sendo utilizadas a alguns anos com o intuito de reduzir as perdas de peso, promover ou reter o brilho natural, além de prevenir as deteriorações conseqüentes do amadurecimento. Entretanto, o conhecimento adequado de condições ótimas de armazenamento para o prolongamento da vida de prateleira de abacaxis, cultivados em nossas

condições climáticas, utilizando atmosfera modificada, ainda é insuficiente.

Sendo assim, o objetivo deste experimento foi estudar os efeitos da atmosfera modificada nas características de qualidade do abacaxi, durante o armazenamento por 30 dias em câmara sob $8,5 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias em temperatura ambiente a $23 \pm 3^{\circ}\text{C}$ e $75 \pm 2\%$ de UR, quando submetido à aplicação de cera nos frutos e filme de PVC de duas espessuras (20 e $30\mu\text{m}$) sobre a embalagem da caixa de papelão, como objetivos específicos:

- Observar os efeitos dos filmes de PVC sobre a qualidade dos frutos;
- Selecionar a espessura do filme que proporcione melhor retenção da qualidade;
- Observar os efeitos da cera na qualidade dos frutos;
- Estudar os efeitos da interação cera versus filmes sobre a qualidade dos frutos;
- Selecionar qual das duas coberturas, quando usadas simultaneamente, proporcionaram melhor retenção da qualidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais

O abacaxizeiro é uma planta de regiões tropicais e subtropicais, originária de região de clima quente e úmido. As principais zonas produtoras de abacaxi no mundo estão situadas entre os trópicos de câncer e capricórnio, normalmente em regiões litorâneas. Seu ciclo varia em torno de 12 a 30 meses e pode ser dividido em três etapas: fase vegetativa, fase produtiva e fase propagativa. Sua propagação é vegetativa mediante estruturas produzidas pela própria planta. Quando não é aplicado o indutor floral, a colheita em geral estende-se por dois meses (Dull, 1971; Py, Lacoey-lhe e Teisson, 1984; Savitci et al., 1996; Bleinroth, 1996)

No Brasil, a cultivar Pérola é a mais cultivada, particularmente na região Nordeste. Entretanto, esta cultivar tem difícil comercialização na Europa e Estados Unidos, devido as suas características físicas e químicas. Ao contrário, a cultivar Smooth Cayenne tem grande aceitação naqueles mercados por apresentar fruto de formato cilíndrico com peso variando de 1,3 a 2,5 Kg, polpa amarela, alta acidez e teores elevados de açúcares. Estas características são também de grande importância para indústria. Por esses motivos, as características físico-químicas e químicas desta cultivar tem sido intensamente estudadas (Smith, 1988a e b; Bartolomé, Rupéres e Fúster, 1995; Zosangliana e Narasimham, 1993)

No início da formação do fruto o conteúdo de ácido málico é superior ao do cítrico, mas com o decorrer do processo de maturação e principalmente após o mesmo, o teor de ácido cítrico chega a ser cerca de três vezes maior que o do málico, contribuindo com 80% da acidez do fruto enquanto o málico com 20%. Segundo Cano et al. (1994), os valores de ácido oxálico e succínico na cultivar Smooth Cayenne são de 3,8 e 19,9 mg/100g respectivamente. Bartolomé, Rupéres e

Fúster (1995), encontraram valores de 0,85% para o ácido cítrico e de 0,38% para o ácido málico, apresentando pH em torno de 3,54.

A sacarose representa em média 66% dos açúcares. No entanto, o teor de amido é considerado baixo com apenas 0,002%. Durante o desenvolvimento, e principalmente na fase de amadurecimento, há mudanças acentuadas nas características físico-químicas, com aumento acelerado nos sólidos solúveis totais, carotenóides e açúcares redutores, e um aumento seguido de decréscimo na acidez da polpa. Quando completamente maduro, tem-se fruto com menor firmeza porém mais aromático. Estas características são afetadas diretamente pela temperatura. Se seu desenvolvimento inicia-se no inverno, obter-se-á frutos menores, porém com maior teor de sólidos totais, menor acidez e menor degradação da clorofila, visto que sua maturação ocorreu na primavera e início de verão (Dull, 1971; Py, Lacoeuilhe e Teisson, 1984; Bartolomé, Rupéres e Fúster, 1995; Singleton e Gortner, 1965).

O ponto ideal de colheita vai depender do mercado a que se destina. Existem várias escalas para se determinar o estágio de maturação, e segundo a descrita por Py e Tesseau (1965), a qual é baseada na coloração da casca, varia de 0 a 3 onde no ponto zero o fruto apresenta a região basal começando a passar da cor verde clara para verde escura; no ponto 1 a região basal está amarela, porém sem atingir mais que duas fileiras de olhos; no ponto 2 está envolvendo mais de duas fileiras de olhos amarela, sem ultrapassar a metade da superfície total da casca; e no ponto 3 está envolvendo mais da metade da superfície da casca com cor amarela. No entanto, muitas vezes essa escala não condiz com o estado real de maturação da polpa, visto que a coloração da casca sofre interferência da temperatura. Por esse motivo, a observação da translucidez da polpa é atualmente considerada a melhor forma de determinar a maturação real, comparando-se a percentagem da zona translúcida com a da opaca, mediante corte na porção equatorial do terço inferior do fruto. Outro método considerado como um bom indicador da maturação é a determinação da gravidade específica do fruto. Smith (1988a), encontrou valor mínimo de 0,92 e máximo de 1,03.

O potássio é o nutriente que, de maneira geral, tem maior influência na qualidade dos frutos, sendo também mais exigido em termos de quantidade, seguido pelo nitrogênio, cálcio, magnésio, enxofre e fósforo. O uso de potássio na adubação aumenta o teor de sólidos solúveis totais e acidez, melhora a coloração e firmeza da casca e da polpa. Contudo, as evidências demonstram que os efeitos mais surpreendentes do potássio estão sobre a acidez do fruto, que aumenta com o acréscimo da dosagem aplicada. O excesso de nitrogênio provoca sobretudo a diminuição da aci-

dez titulável e uma fragilidade da polpa, aumentando os riscos da anomalia caracterizada por uma polpa amarela e translúcida. O fósforo melhora a qualidade, aumentando o teor de vitamina C, a firmeza da polpa e o tamanho dos frutos. No entanto, seu excesso pode causar a diminuição dos açúcares (Corrêa e Fernandes, 1989; Carvalho et al., 1994).

A principal praga do abacaxi é, sem dúvida, a broca-do-abacaxi, causada pelo inseto *Thecha basilides* (Geyer) e *T. logota* (Hen), que vem causando danos de grande escala nas plantações brasileiras, principalmente por tornar os frutos impróprios para a exportação. Recomenda-se o controle pelo tratamento com calor úmido durante 10 min a 44,44° C, apesar do custo elevado.

Embora vários patógenos possam afetar a vida pós-colheita do abacaxi, as duas principais doenças são a podridão mole ou negra, causado pelo fungo *Theelaviopsis paradoxa* Hoechn - forma imperfeita e *Ceratocystis paradoxa* Moreau., forma perfeita, que podem provocar perdas significantes durante o armazenamento. O fruto infectado apresenta uma podridão mole na polpa, de coloração amarelo intenso. Com o agravamento da doença, a polpa se decompõe e se liquêfaz. Seu desenvolvimento ocorre em temperatura de 25° C, penetrando no fruto quando maduro ou mediante ferimentos mecânicos. Enquanto a fusariose ou gomose, causado pelo patógeno *Fusarium moniliforme* Sheld var *subglutinans* Wollenw & Reinking, causa também perda na produção, manifestando-se em todos os estádios de desenvolvimento da fruta. Sua penetração ocorre praticamente pela cavidade floral e ferimentos e é transmitida por mudas contaminadas e por insetos (Adisa e Fajola, 1982; Matos, 1985).

Para o armazenamento e transporte, a umidade relativa do ar deve ficar entre 85 a 90% e a temperatura não deve ser menor que 7° C nem maior que 13° C. Mantendo-se nessas condições, pode-se esperar uma vida útil de 2 a 4 semanas. Em geral, os frutos são dispostos na embalagem em posição vertical, mas também podem ser dispostos na posição horizontal, alternando fruto e coroa. O número de frutos por embalagem vai depender do tipo ou classe, sendo o mais usado no mercado importador um número de 8 frutos no caso do tipo A (< 1,500 g); 12 para o tipo B e C (800-1,500g) e 20 frutos para o tipo D (> 800g). A embalagem sugerida para exportação é a de papelão ondulado tipo normal (0201), com frutos na vertical e a telescópica, com frutos na horizontal (Garcia et al., 1996).

Embora seja um fruto apreciado em todas as regiões metropolitanas, seu maior consumo se dá em Recife, com 7,69 kg.hab⁻¹.ano⁻¹, seguido por Goiana com 3,89 kg.hab⁻¹.ano⁻¹ e Belo Horizonte com 3,15 kg.hab⁻¹.ano⁻¹. Seu consumo per capita vem crescendo 13,34% ao ano e pode

crescer ainda mais tendo em vista o aumento do consumo dos produtos considerados “nobres”, como é o caso das frutas frescas. Em 1991 o Brasil retomou a exportação e registrou um aumento de 87% em relação a 1987 a 1990. Em 1993 o total exportado reforçou a recuperação das exportações com 36 mil toneladas. Nos últimos anos as exportações têm caído, pois os países do Mercosul que eram responsáveis por 91% da importação, passaram representar 35% do volume exportado em 1994. Este fato deve estar associado à necessidade de uma adequada orientação tecnológica desde o plantio até a potencialidade na competição do mercado externo, salientando ainda a necessidade de uma boa estrutura de ‘packing houses’. É importante mencionar que o maior consumo no mercado europeu ocorre normalmente nos meses de outubro a maio e atinge o pico em dezembro, justamente nos meses que correspondem a maior oferta de fruta nacional barata (Savitci et al., 1996).

2.2 Fisiologia pós-colheita

As transformações que ocorrem em produtos vegetais pós-colheita são importantes tanto nos aspectos fisiológicos como bioquímicos, pois determinam a composição dos mesmos. Assim sendo, o conhecimento da fisiologia pós-colheita é indispensável no armazenamento do produto quando se deseja manter suas qualidades físico-químicas, organolépticas e nutricionais.

O manuseio desde a colheita até comercialização dos produtos frutícolas tem sido uma grande preocupação dos diversos setores agrícolas e especialmente para os exportadores de frutas tropicais, uma vez que esses produtos dependem de cuidados especiais para manter a qualidade que garanta o sucesso na comercialização. Para isso é necessário que todas as etapas envolvidas, desde a colheita, passando pela embalagem correta, e transporte adequado, sejam realizadas de maneira eficiente proporcionando manutenção da qualidade até o consumidor.

Uma vez colhidos, os produtos vegetais continuam sua atividade respiratória, que poderá ser atenuada dependendo das condições de armazenamento. Portanto, ao atenuar essa atividade, as reações químicas do amadurecimento estarão também sob controle, o que evidentemente propiciará uma vida útil mais prolongada com a manutenção da qualidade dos produtos.

Na maioria dos frutos o amadurecimento é acompanhado pela perda de firmeza da polpa. Esta característica é de grande importância para determinar se o produto está no ponto ótimo de consumo. Após a colheita, o fruto passa a utilizar suas próprias reservas para continuar com suas reações bioquímicas da maturação. Neste estágio, a respiração passa a ser o seu principal processo fisiológico podendo a energia liberada ser utilizada para síntese de enzimas e outras estruturas moleculares que serão utilizadas durante todo período pós-colheita. A respiração, inerente aos materiais biológicos vivos, é regulada pela ação catalítica de moléculas protéicas enzimáticas. Ela é sensível à temperatura, estando relacionada com o conceito de Vant Hoff, o qual afirma que ocorre aumento de duas a três vezes das taxas de reações químicas e bioquímicas quando a temperatura ultrapassa a 10^o C. Em função desta temperatura, frutas climatéricas podem apresentar um rápido aumento da taxa de respiração e das transformações bioquímicas (Spagnol, Rocha e Park, 1994; Chitarra e Chitarra, 1990).

A diminuição da temperatura reduz os processos fisiológicos pós-colheita, no entanto, esta redução deve ser suficiente para manter as células vivas, preservando sua qualidade durante o período de armazenamento. Os principais substratos da respiração são os açúcares e os ácidos orgânicos. Estes últimos são produtos intermediários nos processos metabólicos e estão diretamente envolvidos no crescimento, maturação, amadurecimento e senescência dos frutos e vegetais. Entre as reações químicas que ocorrem durante a maturação, uma das principais é a modificação dos carboidratos. Esses abrangem um dos maiores grupos de compostos orgânicos que desempenham importantes características na estrutura, sabor e valor nutricional dos frutos. Considerados como o mais importante substrato do metabolismo energético das plantas, os carboidratos sofrem mudanças qualitativas e quantitativas durante o desenvolvimento, em decorrência da atividade enzimática, as quais podem também ser afetadas pelas condições de armazenamento. Em alguns frutos, o sacarídeo rafinose é rapidamente metabolizado e produz substrato para a sacarose fosfato síntase, a enzima chave na biosíntese da sacarose. A mudança de atividade desta enzima durante a maturação dos frutos parece prover condições favoráveis na acumulação da sacarose (Huddar, Bharali e Thimaraju, 1988).

A deterioração pós-colheita é causada por diversos fatores destacando-se a alta taxa respiratória, que influencia diretamente nas mudanças metabólicas, na biossíntese e ação do etileno, na mudança composicional, etc. O etileno, produzido pelos tecidos vegetais, é considerado o hormônio do amadurecimento e da senescência, com ação fisiológica em quantidade de 0,1 ppm, que

funcionando como hormônio endógeno, acelera a respiração, e portanto, inicia uma seqüência de reações químicas. Quando a vida útil dos produtos pode ser estendida por método de inibição da ação do etileno, seu uso pode ser vantajoso (Yang e Hoffman, 1984; Saltveit, Bradford e Dilley, 1978).

Apesar do abacaxi ser considerado por alguns autores como fruto não climatérico, existem ainda algumas controvérsias. Dul, Young e Biale (1967), quando aplicaram etileno em abacaxi, verificaram que não ocorreu aceleração do amadurecimento. Araújo (1995), relata valores de 80 a 1140 ppm de etileno no interior do fruto, afirmando ainda que a cor do fruto é manipulada pela aplicação de ethephon. Smith (1988a) encontrou valores de 0,02 a 1,17 ppm quando os frutos foram armazenados a 10° C.

A produção da taxa de etileno no amadurecimento dos frutos é controlada pela capacidade em sintetizar o ácido 1-aminociclopropano carboxílico (ACC), mediante a ACC sintase, e pela capacidade de conversão de ACC para etileno mediante a enzima formadora de etileno (EFE). Quando imaturos, o etileno pode promover a síntese de EFE. Esta observação indica que o etileno tem efeito imediato na regulação da EFE como precursor no caminho da biossíntese do etileno. O ACC produzido durante o amadurecimento pode conjugar-se com o ácido málico para formar o ácido 1-aminociclopropano carboxílico-malínico- MACC. Esta reação é catalisada pela ácido D-amino malonyltransferase, a qual tem agilidade para conjugar o ácido D-amino, ácido α -amino-isobutilico e ACC com o molonil-CoA para formar o ácido N-malonil-amino (Abeles, Morgan e Saltveit, 1992; Yang e Hoffman, 1984).

Silva (1980), encontrou uma respiração maior para abacaxi da cultivar Smooth Cayenne, quando comparado com a cultivar Pérola, com índice respiratório de 20 a 90 e 10 a 60 mg de CO₂ por Kg⁻¹.h⁻¹ para as duas cultivares, respectivamente.

O aumento no teor de açúcares e a diminuição no teor de fenólicos e ácidos, associados com a produção de compostos voláteis como aldeídos, cetonas, ésteres e álcoois, são responsáveis pelo agradável flavor do fruto quando maduro. Das variações nas proporções destes constituintes, resulta a qualidade comestível característica do produto, que pode ser avaliada mediante análise sensorial, odor e a textura. O aroma é o resultado de uma mistura complexa de vários compostos orgânicos voláteis que diferem individualmente de acordo com suas estruturas molecular, solubilidade e sua volatilidade (Ramteke, Gipeson e Patwardhan, 1990; Larmond, 1977).

Para cada cultivar, e estágio particular de maturação, existe uma temperatura mínima de

segurança (TMS), abaixo da qual ocorrerão distúrbios fisiológicos. Em frutos tropicais, como é o caso do abacaxi, a TMS está situada entre 7 e 12^o C. Embora o uso de baixa temperatura seja um fator importante na redução das perdas pós-colheita, em alguns casos, apenas o abaixamento da temperatura não é suficiente para inibir as reações de amadurecimento para prolongar a vida útil pós-colheita e evitar mudanças indesejáveis na qualidade.

Evidências indicam que o estado físico dos lipídeos das membranas ocupa um importante papel na determinação das funções fisiológicas dos tecidos das plantas e que a diferença entre espécies resistentes e sensíveis ao frio, reside na sua fase de transição do estado líquido-cristalino para sólido-gel durante a temperatura fria (Wang, 1982).

Glucana, galactana e ácido pécico solúvel e insolúvel são os maiores componentes da parede celular considerados como sendo responsáveis pela mudanças da textura. Durante a senescência, ocorrem algumas mudanças, dentre as quais a conversão de protopectina insolúvel em pectina solúvel; redução do volume da célula; afinamento e dobramento da parede celular. Além disso, durante o amaciamento dos tecidos, uma redução no ácido urônico e aumento nos uronídeos solúveis ocorrem na extremidade da parede (Tavakoli e Wiley, 1968; Labavitch, 1981).

A degradação da clorofila total é um dos fenômenos mais importantes durante a maturação. Esta degradação e a biossíntese de carotenóides em frutos cítricos ocorrem em duas etapas distintas. No período de crescimento, o fruto passa por uma série de transformações em sua composição química proporcionando equilíbrio ótimo de suas características organolépticas. Os sólidos solúveis são tidos como índice dos açúcares totais, indicando o grau de maturidade. São constituídos por compostos solúveis em água, que representam substâncias tais como açúcares, ácidos, vitaminas C, aminoácidos e algumas pectinas (Yamauchi e Watada, 1991).

2.3 Atividade enzimática durante a maturação.

As enzimas são proteínas que podem ser inativadas ou controladas por meios físicos e químicos, dentre os quais se destacam a temperatura, os gases O₂ e CO₂, solução de sulfito, o ácido ascórbico, os ions divalente, a pressão e atmosfera modificada. Quase sempre a estrutura e a

propriedade funcional das proteínas são sensíveis à temperatura. Algumas enzimas oligoméricas de plantas são inibidas reversivelmente pelo frio, sendo esta inibição muitas vezes atribuída a ruptura dos elos hidrofóbicos formados pelas interações das subunidades. Em muitos casos, a baixa temperatura induz mudanças na forma isomérica da enzima peroxidase resultando na manutenção da atividade mesmo em baixa temperatura. Como resultado da baixa temperatura na estrutura e função das enzimas, e as várias estratégias de compensação térmica nos processos metabólicos, a variação de temperatura pode modificar significativamente a atividade de diferentes caminhos metabólicos (Caldwell, 1990; King e Bolin, 1989).

As enzimas mais associadas com o escurecimento interno em frutos são a polifenoloxidase e a peroxidase. A enzima peroxidase ao combinar com o peróxido de hidrogênio produz um complexo ativado que pode reagir com uma grande variedade de moléculas doadoras. Algumas dessas reações causam mudanças indesejáveis como a coloração escura. A acumulação dos produtos das reações das peroxidases pode ocorrer durante a senescência dos frutos. A formação desses produtos, desde seu início ao fim, produz radicais livres que provavelmente causam danos nas organelas e membranas. Esses radicais também podem reagir com outros compostos que promovem remoção do hidrogênio além de uma variedade de reações adicionais (Hemeda e Klein, 1990; Luh e Phithakpol, 1972; Hammerschmidt e Kucil, 1982).

Das três classes de peroxidases existentes, as que incluem as plantas superiores são as peroxidases ferriprotoporfirínicas que possuem ferriprotoporfirina III (Fe^{+++}) como grupo prostético. Esta realiza reações oxidativas podendo ter como substrato o ácido ascórbico na presença de oxigênio. O estudo desta enzima é de grande importância, pois ela pode interferir na qualidade dos produtos tanto para a indústria como para consumo “in natura”, podendo até mesmo influenciar na deterioração dos alimentos quando armazenados à temperatura de congelamento por desenvolver sabores e odores indesejáveis nos produtos (Lee e Hammes, 1979).

Esta enzima também é associada com o mecanismo de auto proteção da planta através da formação de lignina. Segundo Araújo (1995), esta enzima protege os tecidos contra os efeitos do H_2O_2 formado durante o metabolismo celular. No entanto, a atividade desta enzima pode levar à destruição da vitamina C e descoloração de carotenóides e antocianinas, além de catalisar a degradação não-enzimática de ácidos graxos insaturados, com a conseqüente formação de compostos voláteis, estando por esse motivo relacionado com o aparecimento de “flavor” estranho durante o armazenamento dos produtos. Tem seu pH ótimo oscilando de 3 a 7, e como inibidor principal o

metabissulfito, o qual tem ação na destruição do H_2O_2 , bloqueando a atividade pela manutenção do substrato (doador de hidrogênio) na sua forma reduzida.

A enzima polifenoloxidase possui cobre no centro ativo e está presente na maioria dos vegetais, sendo associada com a pigmentação escura. Estima-se que 50% das perdas de frutas tropicais no mundo deve-se a sua ação, resultando a formação de pigmentos escuros, proporcionando mudanças indesejáveis na aparência e nas propriedades organolépticas dos produtos, embora seja desejável quando a alteração da coloração ocorre em frutos como cacau, café e ameixa seca.

As polifenoloxidase possuem habilidade para converter a forma O-dihidroxifenol para O-benzoquinona, utilizando o oxigênio como substrato secundário. A O-quinona formada pode interagir com grupos amina e tiol, reduzindo a disponibilidade da lisina, metionina, tiamina e de outros nutrientes essenciais (Reed, 1975; Vigiázo 1981; Araújo, 1995).

Quando o polímero no interior da célula é quebrado, ocorre um enfraquecimento da célula, resultando em perda do turgor com conseqüência na textura dos frutos. Enzima como poligalacturonase (PG), inicia reações que provocam perda do turgor da célula com mudanças indesejáveis na textura. Sua atividade tem sido observado em diversos frutos durante a maturação, sempre relacionando sua presença com o amaciamento dos frutos. Dellapenna et al. (1990), constatou que a redução da atividade desta enzima estava estritamente ligada a manutenção da firmeza da polpa de tomate. Resende (1995), relatou que a menor atividade da poligalacturonase propiciou frutos mais firmes em híbridos de tomate. Goodnough et al. (1982), relataram menor atividade da poligalacturonase em tomate através do armazenamento a 5% de O_2 mais 5% de CO_2 por 8 semanas armazenado em temperatura de $12,5^{\circ}C$. Observou também que, quando os frutos foram transferidos para temperatura ambiente ocorreu aumento da atividade poligalacturonase, e o amolecimento juntamente com a pigmentação vermelha passaram a surgir.

Esta enzima solubiliza pectina degradando a parede celular. Tudo indica que a PG cataliza a hidrólise das ligações α 1-4 entre os resíduos de ácido galacturônico da cadeia pectina, podendo ser atribuído sua ação ao efeito primário responsável pelo amadurecimento da maioria dos frutos. No entanto, a atuação desta enzima durante o armazenamento dos frutos sob baixa temperatura é sensivelmente reduzida, com conseqüente retardamento da formação de pectina solúvel e do amadurecimento (Ballod, 1990; King e Bolin, 1989; Labavitch, 1981; Tavakoli e Wiley, 1968; Fischer e Bennett, 1991).

Alguns autores têm sugerido a liberação de produtos como conseqüência da hidrólise de

pectina na parede celular. Yamaki, Machiada e Kakiuchi (1979), relataram perda de açúcares neutros não celulósicos da parede celular de pera. Woodward (1972), também relatou mudanças nos açúcares neutros quando trabalhou com morango.

2.4 Escurecimento interno do abacaxi

O escurecimento interno (E I) do abacaxi é considerado o distúrbio fisiológico mais importante, constituindo-se a principal barreira para a comercialização no mercado externo. O interesse em controlar os sintomas dessa injúria por parte dos pesquisadores não é recente e muitas tentativas vêm sendo usadas, incluindo desde tratamentos químicos até altas temperaturas. Esta injúria não deve ser confundida com a injúria pelo congelamento, que é causada pelas temperaturas abaixo de zero grau. Segundo a descrição de Lyons e Breidenbach (1987), a injúria pelo frio é um dano fisiológico permanente ou irreversível nos tecidos vegetal, células e órgãos, que resulta da exposição dos produtos sensíveis ao frio em temperatura inferior ao seu limite crítico, porém acima daquela do congelamento.

Três componentes devem estar presentes para que a reação de escurecimento enzimático ocorra: enzima, substrato e oxigênio. No caso de ausência ou bloqueio na participação de um destes, a reação não ocorre. Em abacaxi o E I na polpa é induzido na maioria das vezes por baixas temperaturas, ocasionando depreciação do produto, sobretudo naqueles destinados à exportação, em que o tempo de armazenamento é mais prolongado. Ocasionalmente os sintomas podem aparecer em frutos que não sofreram refrigeração, e pode até mesmo ocorrer antes da colheita quando acontece baixa temperatura no campo. Também pode acontecer durante os processos de transporte dos frutos, desde a área de produção, até o local destinado ao comércio. No entanto, os sintomas desenvolvem mais rapidamente quando os frutos são transferidos para temperatura mais elevadas, com a manifestação de pontos acinzentados na base das infrutescências, próximo ao cilindro central, progredindo ao longo da polpa, podendo atingi-la totalmente. Entre outros sintomas, está o desenvolvimento de cor translúcida na polpa do fruto quando amadurecido, desprendimento das folhas da coroa, região da polpa com acúmulo de água, amadurecimento desuniforme, pouco

desenvolvimento de aroma e mudança composicional (Lutz e Hardenburg, 1968; Teisson 1979; Py, Lacoelhe e Teisson, 1984; Morris, 1982).

Tem-se sugerido a ocorrência dos sintomas em frutos como o resultado do desequilíbrio celular, elevação do conteúdo de compostos fenólicos, além de mudanças na permeabilidade da membrana. O processo é iniciado pela oxidação enzimática de compostos fenólicos pelas polifenóis oxidases, cujo produto inicial da oxidação é a quinona, que rapidamente se condensa formando pigmentos escuros insolúveis denominados melanina, ou reage não-enzimaticamente com outros compostos fenólicos, aminoácidos e proteínas, formando também melanina. Condições climáticas, estágio de maturação, diferenças varietais e nutrição exercem influências no grau do escurecimento interno. Em alguns trabalhos, a susceptibilidade a este distúrbio foi relacionada com o menor teor de ácido ascórbico. O aumento do ácido ascórbico reduz as quinonas produzidas pela oxidação enzimática, convertendo-se em ácidos dehidroascórbico e atuando como inibidor da atividade polifenoloxidase que é responsável pelo escurecimento interno da polpa (Graham e Patterson, 1982; Lyons 1973; Araújo, 1995).

Concentrações de CO₂ entre 5 e 20% podem reduzir a severidade dos sintomas de “chilling injury” em algumas condições, como por exemplo, inibir a atividade da ácido succínico dehidrogenase, resultando na acumulação do ácido succínico, um toxicante para o tecido vegetal; indução da atividade de fenilalanina amônia liase; redução da produção de fenólicos e atividade da polifenol oxidase; desenvolvimento do ácido cinâmico 4-hidroxilase; diminuição do pH no citoplasma e vacúolo. A redução da respiração em resposta a redução do nível de O₂, parece ser provocada pela redução da atividade de enzimas como a polifenol oxidase, ácido ascórbico oxidase e ácido glicólico oxidase, cuja afinidade com o CO₂ pode ser de cinco a seis vezes menor que com a citocromo oxidase, e por isso não respondendo a supressão do metabolismo mediado pela citocromo oxidase (Kader, 1986; Siriphanich e Kader, 1985a/b).

Os produtos tropicais e sub-tropicais são os mais sujeitos a injúria pelo frio pelo fato de desenvolverem distúrbios metabólicos quando expostos a temperatura inferior a 12^o C. Esses distúrbios são resultados dos efeitos da baixa temperatura na membrana celular. Os lipídeos que fazem parte das membranas e participam de seu estado físico-químico, são flexíveis e líquido cristalino nas temperaturas superiores àquelas que provocam o “chilling”. No entanto, quando a temperatura fica abaixo da crítica, os lipídeos mais saturados mudam de fase e se tornam gelatinosos e firmes. Essa mudança provoca uma separação de fase em certa área das membranas e afeta consi-

deravelmente suas propriedades físicas, químicas, bioquímicas e sua integridade, alterando vários processos tais como transferências de substrato, atividade das enzimas, transferências de sais e ions, etc. (Chitarra e Chitarra, 1990; Awad, 1993).

A redução do E I. pela embalagem com filme tem sido relatado como processo bem sucedido. Outras técnicas têm sido sugeridas, tais como a atmosfera controlada, tratamento hipobárico e a manipulação genética, no entanto, requerem custo muito alto. Rohrbach e Scmitt (1994), citam o uso de cera como um meio de controle dos sintomas. A cera aumenta a concentração interna de CO₂, diminuindo a concentração de O₂ e a atividade da polifenol oxidase.

Rohrbach e Paull (1982), estudando o uso da cera FMC-705 (1cera: 4 água) em frutos da cultivar Smooth Cayenne armazenados à 8^o C durante quatro semanas, e transferidos para uma temperatura de 22^o durante uma semana, verificaram que frutos encerados tiveram reduzidos significativamente a incidência do EI para 85% e sua severidade para 69%. Verificaram também que uma semana à 8^o C foi suficiente para causar desenvolvimento dos sintomas, com número de frutos afetados aumentando com o aumento do período de armazenamento, tanto para frutos encerados como para os não encerados, porém, a severidade dos sintomas foi maior em frutos não encerados. Em outro trabalho com a mesma cultivar, Paull e Rohrbach (1985), verificaram que frutos encerados com FMC 705 (1cera: 4 água) e armazenados em temperatura de 3 e 8^o C, iniciaram os sintomas do EI após dois dias de exposição à 22^o C. Os frutos não expostos à baixa temperatura, porém armazenados por um período de 10 dias sob temperatura de 18 e 30^o C, também desenvolveram os mesmos sintomas. Neste mesmo trabalho, verificaram que frutos armazenados por um período 2 a 3 semanas em temperatura de 3, 8 e 12^o C, a incidência e severidade dos sintomas do EI desenvolvido não foi significativamente diferente. No entanto, período longo de armazenamento (4 semanas), em temperatura de 3 e 8^o C, reduziu o desenvolvimento dos sintomas e afetou menos frutos.

Akamine et al. (1975), simulando condições de embarque, constatou que abacaxis submetidos a tratamento quente, sob temperatura de 32,3 - 37,8^o C por um dia, teve controle do EI quando transportados refrigerados a 7,2^o C, relatando ainda que quando os frutos passavam dois dias sob temperatura 37,8^o C ou um a dois dias com temperatura superior a esta, ocorria aceleração na deterioração dos mesmos.

Alguns autores relacionam a presença da atividade da polifenol oxidase e o baixo nível de ácido ascórbico como causa da expressão dos sintomas. Teisson (1979), relacionou a presença da

enzima peroxidase com o desenvolvimento da injúria.

Em relação a maturidade fisiológica do fruto, Vulkmanovic (1988), estudando o escurecimento interno em abacaxi com três graus de maturação, verificou que a maior atividade da enzima fenil amônia liase -FAL, foi encontrada nos frutos mais verdes, considerados os mais sensíveis ao E.I. Teisson (1979), afirma que por apresentar coloração amarela, o abacaxi é rico em compostos fenólicos e portanto mais sujeitos ao E.I. Abreu (1991), e Botrel (1991), chegaram a conclusão que o aumento do escurecimento interno está associado ao acréscimo de compostos fenólicos.

2.5 Atmosfera modificada

O ar atmosférico contém cerca de 20,95 % de O₂, 78,10% de N₂ e 0,03% de CO₂. Com a embalagem com atmosfera modificada, os produtos são mantidos em uma atmosfera que difere do ar normal em relação as proporções dos níveis de gases, com níveis diminuídos de O₂ e elevados de CO₂. Estes efeitos tem múltiplas ações na fisiologia pós-colheita dos produtos hortícolas, sendo os principais a redução da síntese e ação do etileno e redução da taxa de respiração permitindo um aumento no tempo de transporte e armazenamento de espécies destinadas ao consumo “in natura” (Kader, 1986/1992; Shewfelt, 1986).

O manuseio inadequado eleva as perdas. No Brasil elas, de uma maneira geral, correspondem 20 a 50%, valor bastante elevado quando comparado aos países desenvolvidos. Vale ressaltar que nesses países os investimentos com atmosfera modificada são bem significativos. Tanto a atmosfera modificada (AM) como a atmosfera controlada (AC) causam mudanças no armazenamento. Nos últimos 50 anos o uso desses tratamentos vêm contribuindo significativamente na extensão da vida pós-colheita de vários frutos e vegetais. Alguns frutos têm tido mais atenção quanto a este tipo de embalagem, como é caso da maçã, manga e tomate (Nisperos e Baldwin, 1988; Castrillo e Bermudez, 1992; Chitarra e Chitarra, 1990).

As bactérias aeróbicas e as reações oxidativas são os dois maiores agentes de desperdício dos alimentos. Portanto, a indisponibilidade de oxigênio ou sua exclusão poderá inibir determinadas reações, garantindo uma maior longevidade no período de armazenamento. Em AM, o nível

de O₂ e CO₂ poderá ser ajustado para inibir algumas das reações, especialmente aquelas relacionadas com a respiração, a senescência e o amolecimento dos tecidos (Kader, 1986; Kasmire, Kader e Klaustermeyer, 1974).

O uso de embalagem com AM tem influenciado esses fatores, além de reduzir os efeitos na perda da clorofila e na biossíntese de carotenóides - amarelo e laranja - e antocionina -Vermelho e azul (Gooenough e Thomas, 1980)

Como a maioria dos produtos vegetais apresentam cerca de 80 a 95% de água, a perda desta resultará , além da aparência indesejável, em fator econômico de grande importância para os frutos comercializados na base de peso. Com o aumento da perda de água, os produtos poderão tornar-se não comestíveis, sendo tal controle essencial para evitar perda dos compostos voláteis. Spagnol, Rocha e Park (1994), afirmam que se frutos e hortaliças, após colhidos, forem deixadas numa atmosfera com umidade relativa menor que 99%, o vapor de água irá se movimentar dos produtos para a atmosfera ambiente.

A água perdida em forma de vapor pelos estômatos, lenticelas e cutículas, faz com que a maturação dos frutos climatéricos seja acelerada, além causar a deterioração dos produtos, refletindo na perda de qualidade, aparência, textura e qualidade nutricional. Esta perda é determinada pelos fatores ambientais que alteram a taxa de transpiração, sendo a temperatura e a umidade os principais fatores da influencia.

Ballod (1990), constatou que a atmosfera modificada com uso de filme de polietileno proporcionou retenção da umidade em pêssegos, o que contribuiu para manutenção de sua aparência túrgida e sem enrugamento da casca, sendo o retardamento do processo de senescência o mais importante benefício do tratamento, enquanto que, frutos não embalados com filme, a perda de peso foi elevada, resultando em frutos com menor peso e, conseqüentemente, a diminuição da relação polpa/caroço a partir da segunda semana de armazenamento.

Ben-Arie e Zutkhi (1992), relataram que a vida de prateleira de caqui foi aumentada de 6 para 18 semanas quando armazenados sob atmosfera modificada com uso de filme de baixa densidade, retardando o amolecimento e inibindo o desenvolvimento de desordens fisiológicas na casca e polpa.

Menezes (1992), relata que o uso de AM em frutos de caju sob temperatura de 5° C, retardou os processos de senescência do pedúnculo do caju, aumentando sua vida de prateleira sem causar injúria fisiológica, por um período de 10 dias, enquanto que em condições ambiente os

frutos se conservaram apenas por 25 horas.

Kluge e Jorge (1992), verificaram redução considerada na perda de peso de ameixas quando acondicionadas em sacos de polietileno.

Silva (1995a), verificou que o uso de AM com embalagem plástica de baixa densidade em manga, reduziu a taxa de desenvolvimento da cor, a perda de firmeza da polpa, a perda de peso e a incidência de injúrias mecânicas quando comparado com o tratamento controle.

Yamashita (1995), trabalhando com AM em manga, constatou uma conservação do fruto por um período de 33 dias sob refrigeração e mais 4 dias ao ambiente.

A utilização de filmes na embalagem de frutos e hortaliças deve ser cuidadosa, uma vez que a permeabilidade dos mesmos, principalmente em relação ao CO_2 , é diretamente proporcional à temperatura de armazenamento. Um filme que produz uma atmosfera ótima para uma determinada temperatura, pode produzir uma atmosfera subótima se a temperatura for modificada. A aplicação de embalagem com AM também torna-se complicada tendo em vista que a taxa respiratória dos produtos sofre influências de diversos fatores como espécies, cultivar, idade, temperatura, etc. A tecnologia de embalagem deve portanto, estar direcionada para fatores que influenciam na qualidade e conservação tais como o tipo de material e a interação do material com o produto. Estes cuidados são de grande importância para garantir a qualidade dos produtos e assegurar o mercado (Ooraikul, 1991; Morris, 1982).

Alguns trabalhos têm investigado os benefícios do uso de filmes que proporcionem uma atmosfera favorável, enquanto outros têm recomendado modelos e equações que definem a atmosfera interna das embalagens com filmes. Além disso, outros pesquisadores consideram a respiração do vegetal e o transporte dos gases pelos filmes, como modelos propostos para equilibrar a concentração dentro da embalagem bem como simular a evolução da concentração dos gases (Jurin e Karel, 1963; Cameron, Pett e Lee, 1989; Renault, Souty e Chambroy, 1994; Hayakawa, Heining e Gilbert, 1975; Talasila e Cameron, 1995).

Diversos trabalhos já mostraram a eficiência da AM. com uso de filmes, principalmente os de saco plástico. Seu uso permite uma elevada concentração de dióxido de carbono proveniente do próprio produto, com a diminuição da concentração de oxigênio. A composição interna da embalagem está condicionada à permeabilidade do filme, a qual depende da sua espessura e porosidade, bem como da velocidade de consumo de O_2 e liberação de CO_2 pelos produtos, além da temperatura e umidade relativa da câmara. Se um filme for bastante permeável, a atmosfera interna

modificar-se-á muito pouco, caso contrário, poderá promover uma atmosfera com menos de 2% de O₂, provocando baixa qualidade no produto, devido a ocorrência de respiração anaeróbica e principalmente pelas desordens fisiológicas. No entanto, o uso de filme com alta taxa de permeabilidade de água poderá resultar em murchamento e enrugamento dos produtos, enquanto que com baixa taxa, poderá resultar em alto nível de umidade relativa, possibilitando incidência de fungo. Problema relacionado à inadequada aderência do filme pode reduzir os efeitos do filme, especialmente se for em transporte relativamente longo.(Myers, 1989; Zagory e Kader, 1988; Knee e Hadfield, 1981; Kluge e Jorge, 1992).

Segundo Renault, Souty e Chambroy (1994), três tipos de embalagens com filme podem ser utilizadas para modificar a atmosfera: a embalagem permeável sem perfurações, a permeável com perfurações e a não permeável com perfurações, sendo a permeável sem perfuração geralmente de 3 a 6 vezes mais permeável ao O₂ que as demais. Cada embalagem portanto, seja de PVC ou polietileno, deve ser ideal para as espécies que são tolerante simultaneamente a baixa concentração de O₂ e alta de CO₂.

Embora a AM permita uma extensão na vida de prateleira dos produtos, a perda da qualidade sensorial às vezes é inevitável, além de poder ocorrer amadurecimento irregular e susceptibilidade a doenças. Para a maioria dos frutos e vegetais, o mínimo da concentração de oxigênio necessário para evitar injúria é próximo de 2%, sendo que abaixo deste percentual a respiração anaeróbica pode ocorrer (Church e Parsons, 1995; Shewfelt, 1986). Myers (1989), relata que a atmosfera modificada por si só controla as mudanças na pressão dos gases provocadas pela temperatura da embalagem, diminuição na curva climatérica ou outros fatores, produzindo uma força que transporta CO₂ para fora e O₂ para dentro da embalagem.

Sob condição anaeróbica, a conversão do ácido 1-aminociclopropano 1-carboxílico (ACC) em etileno é inibida, resultando no acúmulo de ACC no tecido. Elevado nível de CO₂ pode reduzir, promover ou não ter efeito na taxa de produção de etileno de frutos, dependendo das condições e concentrações de CO₂. O CO₂ poderá se acumular no espaço intercelular e funcionar como um composto antagônico natural do etileno. O modo de ação do CO₂ em inibir ou reduzir os efeitos do etileno não é bem conhecido, porém tudo indica que o mesmo compete com o etileno pelo mesmo sítio de ligação. Embora baixa concentração de O₂ ou alta de CO₂ reduzam a taxa de produção de etileno, concentrações prejudiciais de etileno podem se acumular sob condições de AM, especialmente se os frutos produzem normalmente alto nível de etileno (Kader, 1986; Yang,

1985; Burg e Burg, 1967).

Quantidade de O₂ variando de 1- 3% é suficiente para provocar uma respiração anaeróbica. O ácido pirúvico não é oxidado mas é descarboxilado para formar acetaldeído, CO₂ e finalmente etanol, resultando em flavor desagradável e quebra dos tecidos. No entanto, cada espécie tem sua tolerância às concentrações de O₂ e CO₂, que no caso do abacaxi apresenta-se em torno de 2% a O₂ e 10% a CO₂, Esses limites de tolerância podem variar com a temperatura de armazenamento, visto que o CO₂ nos tecidos pode aumentar em decorrência do aumento da temperatura, sendo recomendada uma temperatura que varie de 8 a 13° C e uma concentração de O₂ de 2 -5% e CO₂ de 5 - 10% (Kader, 1992).

Elevada taxa de CO₂ pode reduzir a taxa de conversão de amido para açúcares, indesejável em pêra e milho doce (Kader, 1986). Aumentos no teor de glicose, frutose e ácido málico foram observados em tomate com 5% de O₂ mais 5% de CO₂ (Goodenough, 1982).

Siriphanich e Kader (1985a), afirmam que o CO₂ pode antecipar ou atrasar muitas respostas em frutos frescos pelo controle do etileno. Essas respostas podem ser prejudiciais para a qualidade, incluindo amolecimento acelerado, aumento na absorção e indução de desordens fisiológicas.

Geeson et al. (1991), notou que, em pêra, apesar da AM ter inibido as mudanças de cor, o efeito sobre o flavor e textura foi prejudicado. Kader (1986), relatou que flavor desagradável pode desenvolver-se em muitos frutos quando expostos em níveis de O₂ e CO₂ que resultem em respiração anaeróbica e formação de etanol e acetaldeído.

A cobertura com cera serve também como barreira a permeabilidade para o CO₂, O₂ e vapor de água podendo modificar a composição interna dos gases e diminuir a taxa metabólica da respiração, que segundo alguns autores, pode simular o armazenamento com atmosfera controlada. Esta barreira vai depender da concentração, a qual determinará a espessura da cera sobre a superfície dos produtos e determinará sua capacidade de estender a vida útil, sendo necessário para isso, bom conhecimento de cada tipo da cera para obtenção de uma maior eficiência. Um fator também a considerar é o tempo de aplicação da cera sobre os produtos. Se esses fatores não forem observados, ocorrerão efeitos prejudiciais tais como aumento na incidência de doenças, fermentação anaeróbica, além de afetar o aspecto visual dos frutos, quando seu objetivo principal é retornar a cerosidade natural dos produtos que foi perdida durante o processo de beneficiamento e redução da perda d'água pelos produtos (Nisperos-Carriedo, Baldwin e Shaw, 1991; Smith,

Gerson e Stow, 1987; Park et al., 1994). Santerre, Leach e Cash (1989), aplicaram cera em maçã e verificaram redução no amadurecimento, analisando a cor e textura.

A cera pode ser composta por proteínas, polissacarídeos, lipídeos ou misturas desses grupos de substâncias, podendo ser aplicada por pulverização ou imersão. Atualmente existe uma certa resistência ao uso de cobertura de cera sobre os produtos hortícolas, sendo os trabalhos mais recentes voltados para elaboração e utilização de uma cera comestível com melhor qualidade, principalmente para os produtos que têm a casca comestível como é o caso do tomate, pêra, maçã, etc. Neste caso as ceras são produzidas geralmente à base de uma mistura de esteres de sacarose e ácidos graxos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área e manuseio dos frutos.

Os frutos foram colhidos no município de Monte Alegre de Minas -MG., situado a 18° 52' de latitude sul, 48° 52' de longitude e 730m de altitude. A região apresenta precipitação média anual de 1300 mm, temperatura média de 22,7° C, sendo seu solo caracterizado como do tipo AW.

A colheita foi feita no mês de outubro de 1996, no momento que os frutos apresentavam-se no estágio de maturação zero conforme descrito por Py e Tisseau (1965) ou seja, região basal começando a passar de verde clara para verde escuro. Nesse estágio, chamado pelos produtores da região de “malha estendida”, o fruto alcança seu pleno desenvolvimento fisiológico apresentando-se com a quantidade máxima de suco.

Após a colheita, realizada após o por do sol, o pedúnculo de todos os frutos foram mergulhados em solução de Benomil a 1000 ppm, em seguida conduzidos para casa de embalagem onde foi realizada a primeira seleção dos frutos quanto ao tamanho ($\pm 1,5$ Kg), coloração da casca e ausência de injúrias, pragas e doenças. Em seguida foram colocados em caixas de papelão tipo telescópica (frutos na horizontal) e transportados para o Laboratório de Fisiologia e Bioquímica de Frutos e Hortaliças da Universidade federal de Lavras - MG., distante 800 km do local de origem.

3.2 Tratamentos e procedimentos experimental

No laboratório, realizou-se uma segunda seleção adotando-se o mesmo critério anterior. Em seguida, separou-se seis grupos de 40 frutos, constituindo cada um os seguintes tratamentos:

- Controle** → colocados em caixas de papelão;
- Cera** → tratados com cera e após secagem, colocados em caixas de papelão;
- Filme 20** → acondicionados em caixas e envolvidas com filme de PVC de 20 μm de espessura;
- Filme 30** → acondicionados em caixas e envolvidas com filme de PVC de 30 μm de espessura;
- Cera + Filme 20** → tratados com cera e após secagem, colocados em caixas de papelão envolvidas com filme de PVC de 20 μm de espessura;
- Cera + filme 30** → tratados com cera e após secagem, colocados em caixas de papelão envolvidas com filme de PVC de 30 μm de espessura.

As caixas utilizadas foram do tipo exportação, modelo telescópica. O tratamento com cera foi por imersão por 5 minutos, e a cera utilizada foi a Sparcitrus, produzida pela Spartan do Brasil, numa concentração de 1:1 (v:v) de água. Segundo sua especificação, não contém componentes agressivos ou tóxicos, podendo ser aplicada em frutos cujas cascas não são ingeridas, a exemplo do melão, banana, abacaxi, etc. O filme utilizado foi o Vitafilme de baixa densidade, aderente, produzido pela Goodyear do Brasil.

Em seguida os frutos foram distribuídos aleatoriamente em câmara de refrigeração a 8,5° C (± 1) e 90% (± 3) de umidade relativa durante 30 dias. Após este período, os frutos foram retirados da câmara e armazenados em sala sob condições ambientais 23 ± 2 ° C e 70 ± 5 % de UR, durante 8 dias. As análises foram realizadas imediatamente após a retirada da câmara (tempo zero), e a cada 2 dias seguintes até o 8° dia.

Para cada tratamento, preparou-se 10 caixas, retirando-se duas a cada intervalo de tempo para análise individual dos frutos. Sendo assim, o procedimento experimental foi o inteiramente casualizado com esquema fatorial constituído de seis tratamentos (controle, cera, filme 20, filme 30, cera + filme 20, cera + filme 30), cinco tempos de armazenamento pós câmara (0, 2, 4, 6, e 8 dias) e duas repetições.

3.3 Avaliações realizadas

3.3.1 Perda de peso (%)

Realizada pela diferença do peso inicial e final de cada intervalo mediante pesagem em balança digital, e os resultados expressos em porcentagem de perda de umidade.

3.3.2 Número de frutos afetados com escurecimento interno

Os frutos foram cortados longitudinalmente e após constatação da injúria eram contados os números de frutos afetados por caixa.

3.3.3 Porcentagem da área afetada com escurecimento interno (cm²)

Constatada a injúria no fruto cortado longitudinalmente, colocava-se uma folha de plástico transparente, fazendo-se um contorno ao redor da área do fruto e ao redor da área injuriada. Estas folhas eram depois fotocopiadas e aplicadas na determinação da área pelo método da fotocopia. O cálculo foi feito utilizando a fórmula:

$$A = \frac{AP \times Px}{pp}, \quad \begin{array}{l} A = \text{área em cm}^2; \\ AP = \text{área do papel ofício}; \\ Px = \text{peso do papel ofício correspondente à área do fruto}; \\ pp = \text{peso do papel ofício}. \end{array}$$

Quando determinado a área do fruto, repetia-se o mesmo cálculo para área da injúria.

3.3.4 Firmeza da polpa (N)

Determinada como resistência à penetração usando um penetrômetro Magness-Taylor modelo 30 A, com plunger de ponta arredondada de 0,83 cm de diâmetro. Realizou-se três leituras na região equatorial de cada fruto após a retirada de $\pm 0,2$ cm da casca. Os valores médios originais foram obtidos em libra e multiplicados por 4,448 para obter resultados em N.

3.3.5 Procedimento de extração da polpa e suco

O fruto foi cortado em vários pedaços e triturado em liquidificador. Parte da mistura foi filtrada para as análises iniciais e a outra resfriada com nitrogênio líquido, acondicionada em saco hermeticamente fechado e sem oxigênio e armazenada a -18°C para posteriores análises. No suco foram realizadas as seguintes determinações:

3.4 Análises físico-químicas e químicas

3.4.1 pH

Foi determinado em medidor de pH modelo Digimed instrumentação analítica LTDA, em eletrodo de vidro.

3.4.2 Acidez titulável total - ATT (Meq/L)

Obtida por titulação com NaOH 0,1N sobre 10 ml do suco puro até pH da solução atingir $\pm 8,2$.

3.4.3 Sólidos solúveis totais -SST (%)

Realizada por refratometria em refratrômetro digital modelo PR-100, palette (Atago Co., LTDA, Japão), com compensação de temperatura automática, e os resultados expresso em porcentagem de sólidos no suco.

3.4.4 Vitamina C total (mg/100 ml)

Tomou-se 5 ml do suco puro, e o volume completado para 50 ml com ácido oxálico a 0,5%. A mistura foi homogeneizada e clarificada com Kiesselgur, e após a filtração, armazenada em frasco escuro à -18° C para análise posterior. O doseamento foi pelo método colorimétrico com 2,4-dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker e Henning (1967).

Na polpa congelada realizou-se as seguintes análises:

3.4.5 Açúcares redutores e sacarose (%)

Os açúcares redutores e sacarose foram extraídos com solução de NaOH 0,5 N e doseados pelo método de Somogy-Nelson (Southgate 1991).

3.4.6 Compostos fenólicos totais (mg/100g)

Realizou-se a extração segundo método especificado por Goldstein e Swain (1963), com algumas modificações. A extração de 5g da polpa congelada foi feita com metanol 80% em chapa elétrica, e o doseamento pelo método de Folin - Dennis.

3.4.7 Atividade da enzima peroxidase -PER (U/g/min)

Desintegrou-se 20g de polpa congelada em homogeneizador de tecido modelo Tissumizer - Tekmar company, tipo SDT 1880, com solução tampão fosfato 0,05 M. No extrato foi feito o doseamento segundo método descrito por Matsuno e Uritani (1972).

3.4.8 Atividade da enzima polifenoloxidase -PFO (U/g/min)

Com a mesma extração realizada para Peroxidase, foi feito o doseamento segundo método de Matsuno e Uritani (1972).

3.4.9 Substâncias pécticas: solúveis e totais (mg/100g)

Tomou-se 5g de polpa congelada e homogeneizada em Tissumizer - Tekmar company, tipo SDT 1880. A extração seguiu a técnica estabelecida por McCready e McComb (1952), e o doseamento segundo Blumenkrantz e Asboe-Hansen (1973).

3.4.10 Atividade da enzima poligalacturonase - PG (nmol de glicose/g/h)

Desintegrou-se 20g de polpa congelada em homogeneizador Tissumizer-Tekmar company, tipo SDT 1880, lavando-se com água a 4° C até remoção completa dos açúcares. Após extração da enzima conforme descrito por Pressey e Avants (1973) e Jen e Robinson (1984), o doseamento foi feito segundo método de Somogyi -Nelson (Southgate 1991).

3.4.11 Análise estatística

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial (6 x 5), onde se estudou os tipos de atmosfera modificada e os dias de armazenamento ao ambiente. A parcela experimental foi composta de 8 frutos utilizando-se duas repetições.

Os valores observados de cada variável foram submetidos estatisticamente ao modelo da ANAVA segundo Gomes (1987). As comparações entre os tempos de armazenamento foram avaliadas pela regressão polinomial de grau até 3 com base na significância do teste F e coeficiente de determinação. A comparação entre os tratamentos foi realizada através do teste F para contraste a 1 e 5% de probabilidade, seguindo o modelo descrito no Quadro abaixo:

QUADRO 1: Modelo para contrastes entre os tratamentos para realização do teste F de significância: 1= controle x demais tratamentos; 2 = cera e filmes x cera + filmes; 3 = cera + filme 20 x cera + filme 30; 4 = cera x filmes; 5 = filme 20 x filme 30

Tratamentos	Contrastes				
	1	2	3	4	5
Controle	5	0	0	0	0
Cera	-1	2	0	2	0
Filme 20	-1	2	0	-1	1
Filme 30	-1	2	0	-1	-1
C + F20	-1	-3	1	0	0
C + F30	-1	-3	-1	0	0

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Perda de peso

Pela análise de variância observa-se diferença significativa entre o fator tratamentos e tempos de armazenamento (Anexo 1A). No teste F para contraste, foi encontrado uma perda estatisticamente significativa a 1% para os frutos controle em comparação com os demais tratamentos.

A porcentagem de perda d'água dos frutos controle foi de 1,19; 2,0; 2,14; 2,47 e 2,51 vezes maior quando comparada com os tratamentos cera, filme 20, filme 30, cera + filme 20 e cera + filme 30 respectivamente após a retirada da câmara (Tabela 1). Esta redução de peso foi devida basicamente a perda d'água mediante o processo de transpiração durante o armazenamento na câmara, já que o consumo de matéria fresca para realização das reações pós-colheita é insignificante. Foi observado ainda que a maior perda ocorreu no oitavo dia pós-câmara, sendo explicado pela aceleração dos processos metabólicos em consequência do aumento da temperatura e reações de senescência, principalmente para os frutos controle.

A Figura 1A mostra um comportamento linear para todos os tratamentos em relação ao tempo de armazenamento, fato que ocorre na maioria dos frutos com o decorrer do amadurecimento, principalmente nos de origem tropical, e a comparação do melhor tratamento para essa variável como sendo o tratamento cera + filme 20 (Figura 1B). O que pode-se afirmar que a combinação das duas coberturas juntamente com a refrigeração, proporcionaram menor perda d'água durante todo período experimental.

Observa-se maior perda de peso para os frutos que receberam cera, quando comparados com os frutos protegidos pelos filmes. A microatmosfera no interior da caixa protegida pelos filmes, proporciona a manutenção de maior umidade ao redor dos frutos. A perda de água refletiu

consideravelmente na aparência dos frutos durante todo o período de armazenamento.

Pela análise de contraste, não se observou diferença entre as duas espessuras de filmes quando aplicados isoladamente e nem em conjunto com a cera.

TABELA 1- Perda de peso do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR.

Tratamento	Perda de peso (%)					Média
	Tempo (dias)					
	0	2	4	6	8	
Controle	5,71	8,25	10,23	10,34	11,76	9,26
Cera	4,79	6,55	9,48	9,07	10,21	8,02
Filme 20	2,86	4,15	5,26	8,11	8,15	5,70
Filme 30	2,66	3,28	5,74	7,78	9,23	5,74
C+ F20	2,31	3,59	4,84	6,09	8,46	5,06
C+ F30	2,28	5,67	5,77	5,69	8,80	5,64

$F_1 = 102,66$ **; $F_2 = 18,40$ **; $F_3 = 1,99$ ns; $F_4 = 41,70$ **; $F_5 = 0,01$ ns
 $\gamma_1 = 16,13$; $\gamma_2 = 6,83$; $\gamma_3 = -0,58$; $\gamma_4 = 5,34$; $\gamma_5 = -0,03$

Teste F para contrastes entre os tratamentos: F_1 = controle x demais tratamentos; F_2 = cera e filmes x cera + filmes; F_3 = cera + filme 20 x cera + filme 30; F_4 = cera x filmes; F_5 = filme 20 x filme 30

ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1% de probabilidade.

γ_n = diferença entre as médias dos tratamentos em relação aos contrastes 1, 2, 3, 4 e 5.

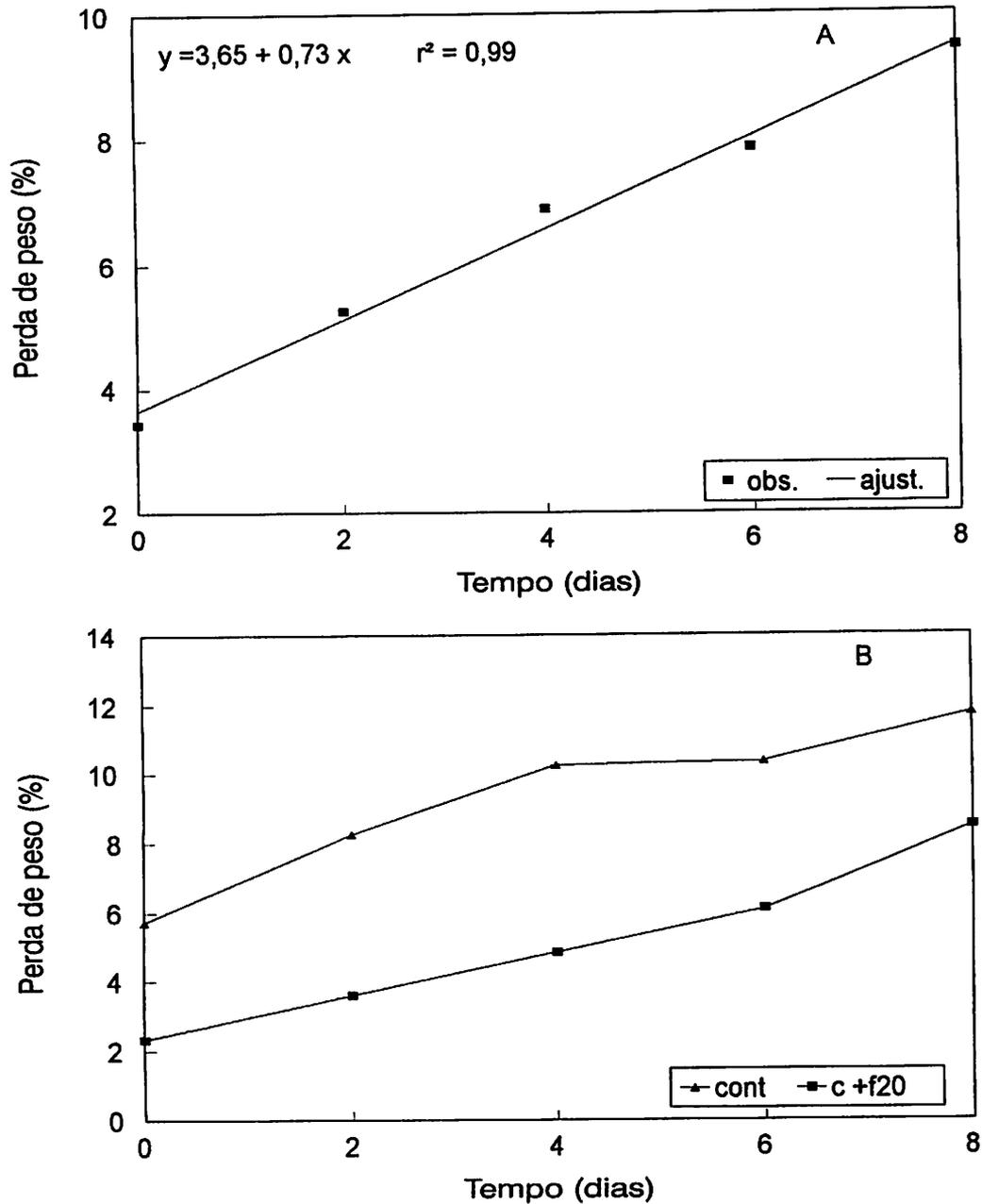


FIGURA 1: (A) Comportamento geral da perda de peso do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando submetido a diversos tratamentos pós-colheita e armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR (B) valores comparativos do tratamento controle (cont.) e cera + filme 20 (c+f20).

4.2 Escurecimento interno

Um dos sintomas da injúria pelo frio em abacaxi, caracteriza-se pelo aparecimento de pontos escuros no interior da polpa. O aparecimento desses pontos no quarto dia ao ambiente foi destacadamente menor para o tratamento cera + filme 30 em relação ao controle. Ressalta-se ainda a porcentagem de frutos afetados neste dia para os dois tratamentos, juntamente com a porcentagem de área afetada que foi quase seis vezes menor para o tratamento cera + filme 30 (Tabela 2). A superioridade desses resultados é de extrema relevância, quando se trata de frutos para exportação, visto que os sintomas da injúria constituem óbice à exportação brasileira. O considerado atraso da manifestação dos sintomas do EI., está associado à pequena acumulação dos fenóis, bem como da atividade da polifenoloxidase e peroxidase (Tabelas 14, 15 e 16) nos primeiros dias após a retirada da câmara em relação aos últimos dias, fato este que segundo Wheatley (1982), pode ser atribuído ao mecanismo de defesa dos frutos.

Os valores da área afetada no tempo zero e dois dias pós-câmara foram descartados da análise de variância devido a não ocorrência de sintomas da injúria. Essa observação indica que a temperatura e a umidade relativa utilizada no presente trabalho foram eficientes em impedir a manifestação dos sintomas durante todo tempo de câmara e até 4 dias ao ambiente. Após esse período, a incidência dos sintomas foi maior, à exemplo do observado por outros pesquisadores quando também utilizaram ceras e filmes para reduzir as injúrias (Paul e Rohrbach, 1982; Abreu 1995; Wardwski, 1993). Silva (1995b), observou redução dos sintomas da injúria em mamão quando armazenado a 8 e 10° C sob AM com saco plástico, afirmando que os sintomas só apareceram no quarto dia e que a embalagem não foi capaz de eliminar a injúria por completo.

Como já mencionado anteriormente, o EI é o resultado da ruptura da célula, proporcionando o contato de substrato-enzima. No entanto, Araújo, 1995, diz que situações de inibição da respiração durante o armazenamento com uso de embalagem que altere o ambiente, podem favorecer o aparecimento do escurecimento mesmo em tecido intacto de frutas e vegetais. Ben-Arie e Zutkhi (1992), afirmaram que a diferença entre os frutos tratados e não tratados é atribuída aos efeitos fisiológicos das diferentes atmosferas estabelecidas pela espessura do filme, e que o fator limitante do EI. é expresso na formação de gel diminuindo a qualidade do suco, não necessariamente acompanhada pelo amolecimento do fruto.

Estas afirmações apoiam os resultados obtidos quanto ao EI e firmeza da polpa (Tabela 9), visto que foi encontrado maior área afetada nos frutos que receberam apenas cera e nos com cera + filme 20 em relação ao controle no final do armazenamento ao ambiente (tempo 8), porém a firmeza da polpa desses dois tratamentos se apresentava maior que ao dos frutos controle, indicando que o uso dessas duas coberturas proporcionam melhores resultados quanto ao EI somente nos primeiros quatro dias pós-câmara, sendo portanto indicado o consumo dos frutos neste período. Além do mais, quando Mizuno, Terai e Kozukui (1982), usaram embalagem de polietileno de 80 μ m de espessura em abacaxi, perceberam que embora tenha reduzido os sintomas de escurecimento, o aroma e sabor dos frutos foram afetados.

TABELA 2- Área afetada com escurecimento interno e porcentagem de frutos afetados com escurecimento interno do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a 8,5 \pm 1° C e 90 \pm 3% de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob 23 \pm 2° C e 70 \pm 5% de UR.

Tratamento	Escurecimento interno (cm ²)				Frutos com EI (%)		
	Tempo (dias)				Tempo (dias)		
	4	6	8	Média	4	6	8
Controle	14,88	26,34	34,73	25,31	100	100	100
Cera	7,41	19,36	44,35	23,71	50	100	100
Filme 20	7,03	22,45	30,75	20,07	75	100	100
Filme 30	15,55	18,71	31,12	21,79	100	100	100
C+ F20	3,29	16,55	41,80	20,55	75	100	100
C+ F30	2,49	15,28	32,49	16,75	50	75	100

F₁ = 1,48 ns; F₂ = 0,97 ns; F₃ = 0,57 ns; F₄ = 0,40 ns; F₅ = 0,12 ns

γ_1 = 23,68; γ_2 = 19,25; γ_3 = 3,79; γ_4 = 5,55; γ_5 = -1,72

Teste F para contrastes entre os tratamentos: F₁ = controle x demais tratamentos; F₂ = cera e filmes x cera + filmes; F₃ = cera + filme 20 x cera + filme 30; F₄ = cera x filmes; F₅ = filme 20 x filme 30
ns = não significativo; * significativo a 5%; ** significativo a 1% de probabilidade.

γ_n = diferença entre as médias dos tratamentos em relação aos contrastes 1, 2, 3, 4 e 5.

Pela Figura 2A, observa-se um comportamento linear para todos os tratamentos com o decorrer do tempo de armazenamento ao ambiente, uma vez que os sintomas da injúria vai se expandindo do centro para a extremidade do fruto. A Figura 2B, revela que os frutos que receberam cera + filme 30 foram os que apresentaram menor média final em comparação com o tratamento controle.

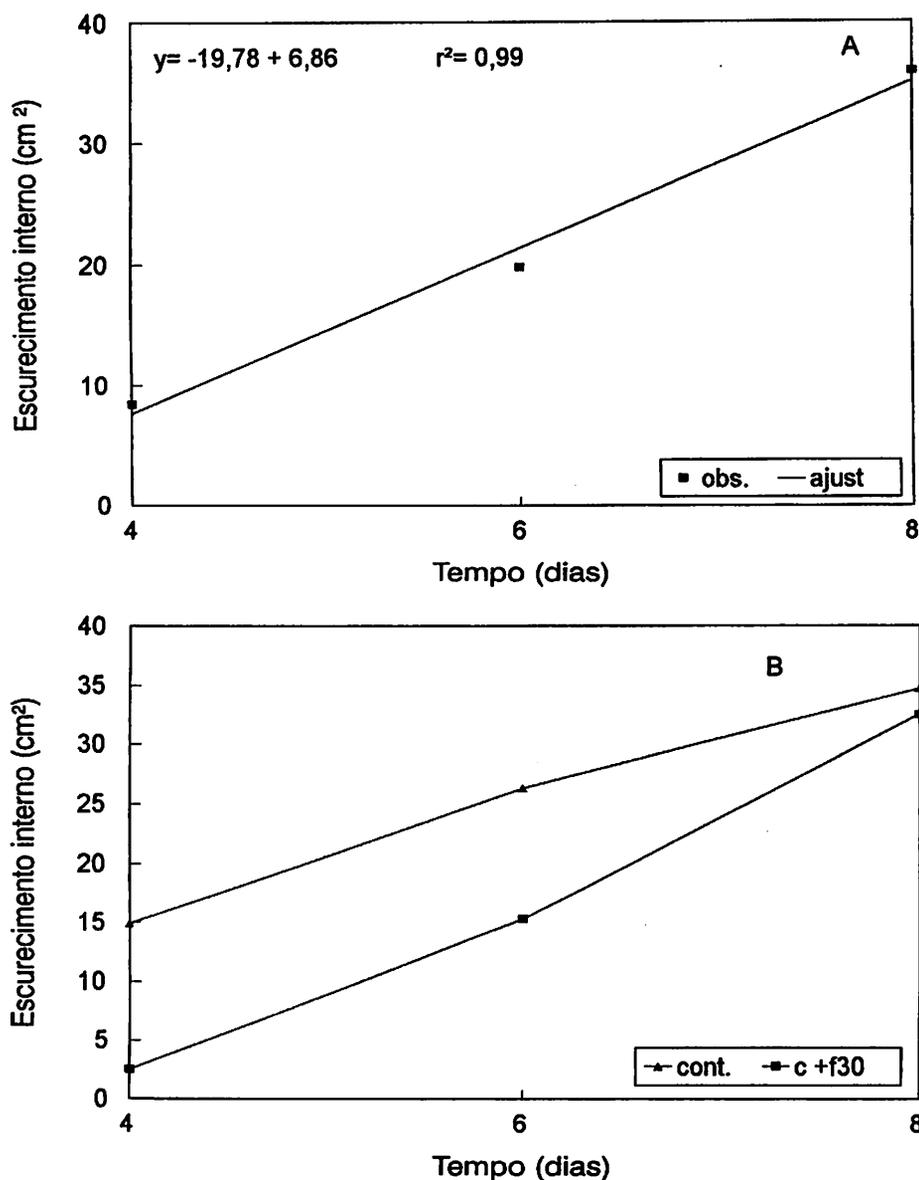


FIGURA 2: (A) Comportamento geral da área afetada com escurecimento interno do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando submetido a diversos tratamentos pós-colheita e armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR; (B) valores comparativos do tratamento controle (cont.) e cera + filme 30 (c+f30).

Pode-se atribuir a redução da injúria com a manutenção da turgescência dos frutos, em consequência da redução da perda de água, visto que esta proporciona ao fruto um valor relativamente maior de ácido ascórbico o qual pode atuar como inibidor da ação das enzimas próprias do escurecimento, além de manter a integridade da membrana do mesocarpo durante o armazenamento pós-colheita, a qual é altamente dependente da porcentagem da perda de peso fresco. Além do mais, frutos mantidos em uma microatmosfera com saturação de água poderá manter a integridade das membranas. Verifica-se também que os frutos cultivados na região de Monte Alegre de Minas podem ser considerados como tendo bom teor de ácido ascórbico, capaz de impedir os sintomas da injúria por 30 dias de câmara e dois à temperatura ambiente.

4.3 Vitamina C total.

Apenas os frutos que receberam cera + filmes mostraram diferenças ao serem comparados com os que receberam essas coberturas separadamente, destacando-se maior teor de ácido ascórbico para o tratamento cera + filme 30 no final do experimento. O tratamento controle teve média total menor que os tratamentos que receberam duas coberturas simultaneamente. Este resultado foi provavelmente devido a maior utilização deste ácido como substrato das enzimas de escurecimento, bem como para as reações próprias da senescência, uma vez que esses frutos foram os mais afetados por esses sintomas. Van Lelyveld e Bruyn (1977), estudando a relação deste ácido com o EI, afirmaram que o conteúdo de ácido ascórbico foi menor nos frutos afetados pelos sintomas da injúria quando comparados aos frutos sadios.

Durante todo tempo de armazenamento, não se observou nenhuma diferença significativa entre os filmes quando isolados ou com a cera. De acordo com os valores apresentados na Tabela 3, um aumento de 3,61 mg de ácido ascórbico é acrescentado em cada 100 ml de suco quando os frutos são armazenados com cera + filme 30 em relação aos frutos que receberam apenas filme de 30 μ m de espessura, tendo este último apresentado menor teor de vitamina C no final do armazenamento ao ambiente.

TABELA 3- Teor de vitamina C total do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR.

Tratamento	Vitamina C total (mg/100ml)					
	Tempo (dias)					
	0	2	4	6	8	Média
Controle	30,32	30,02	28,26	24,47	26,19	27,85
Cera	28,68	30,70	27,74	26,40	26,45	27,99
Filme 20	30,36	29,29	25,39	21,96	27,70	26,94
Filme 30	29,60	29,96	22,90	21,72	22,72	25,38
C+ F20	27,85	29,90	29,82	27,73	28,00	28,66
C+ F30	30,59	34,11	29,84	24,48	25,94	28,99

$F_1 = 0,07$ ns; $F_2 = 6,84$ *; $F_3 = 0,07$ ns; $F_4 = 3,03$ ns; $F_5 = 1,65$ ns

$\gamma_1 = 1,28$; $\gamma_2 = -12,31$; $\gamma_3 = -0,33$; $\gamma_4 = 3,66$; $\gamma_5 = 1,56$

Teste F para contrastes entre os tratamentos: $F_1 =$ controle x demais tratamentos; $F_2 =$ cera e filmes x cera + filmes; $F_3 =$ cera + filme 20 x cera + filme 30; $F_4 =$ cera x filmes; $F_5 =$ filme 20 x filme 30
ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1% de probabilidade.

$\gamma_n =$ diferença entre as médias dos tratamentos em relação aos contrastes 1, 2, 3, 4 e 5.

Notou-se que o teor de ácido ascórbico mostrou flutuações marcadamente para todos os tratamentos durante o tempo de armazenamento. Este comportamento ocorre até mesmo em frutos ainda no campo, podendo ser esta flutuação associada a intensidade solar. No caso estudado, essas flutuações podem ser atribuídas a pequenas variações decorrentes da maturação na colheita, uma vez que este ácido é bastante instável, e afetado ainda quando os frutos estão na planta (Watada, Aulenbarch e Worthhington, 1976). No entanto, os valores encontrados no presente trabalho são semelhantes aos encontrados por Watts e Griswold (1953), ao relatarem valores variando de 21,2 a 25,8 mg/100g.

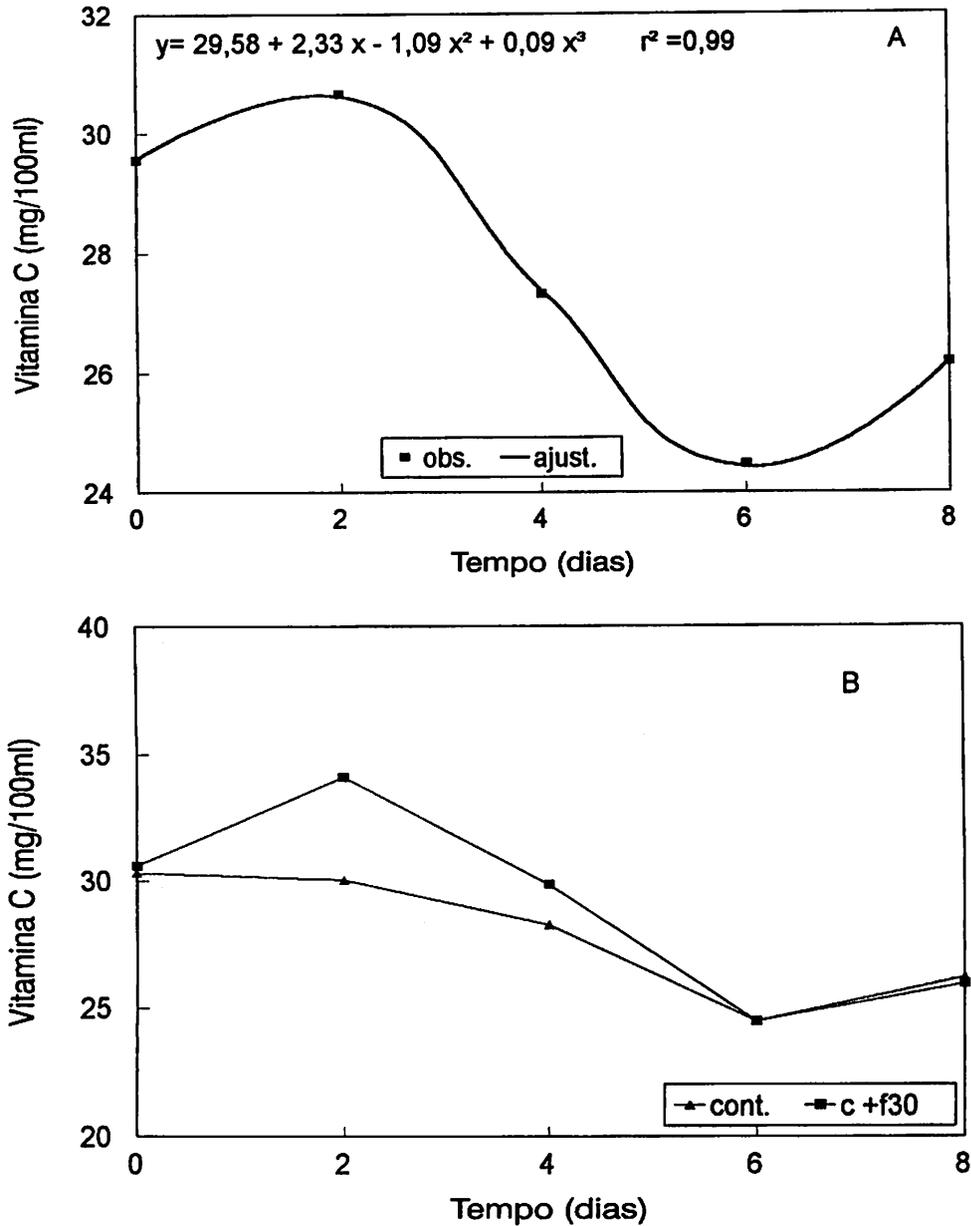


FIGURA 3: (A) Comportamento geral do teor de vitamina C total do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando submetido a diversos tratamentos pós-colheita e armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de U; (B) valores comparativos do tratamento controle (cont.) e cera + filme 30 (c+f30).

Associando o teor de ácido ascórbico com o desenvolvimento do EI, percebe-se que a perda do ácido ascórbico acompanhou o aumento dos sintomas e da atividade peroxidase, podendo ser mais uma confirmação da utilização desse ácido como co-fator desta enzima. Percebe-se também que a redução acompanhou a senescência e deterioração do fruto.

4.4 pH e acidez

A análise de variância revelou diferença significativa apenas para o fator tempos de armazenamento (Anexo 1A). Observou-se também aumento do pH para todos os tratamentos com o tempo de armazenamento (Tabela 4). A elevação do pH tem sido associada com a utilização de ácidos orgânicos em excesso, armazenados nos vacúolos como substratos respiratórios (Medlicott e Jeger, 1987). Paul e Rohrbach (1982), observaram que frutos dessa mesma cultivar tiveram o pH do suco aumentado no final do experimento

Durante todo o período de armazenamento houve pequena variação de pH entre os tratamentos. Embora essa faixa tenha sido pequena (3,32 a 3,63), é semelhante a encontrada por Smith (1988a), ao trabalhar com essa mesma cultivar quando os frutos estavam verdes e completamente amarelos, relatando valor mínimo de 3,10 e máximo de 3,85. Bartolomé, Rupéres e Fúster (1995), também encontraram valores semelhantes (3,54), trabalhando com esta mesma cultivar, ao armazenarem os frutos a 8° C e 85-90% de UR.

TABELA 4- Potencial hidrogeniônico (pH) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR.

Tratamento	pH					
	Tempo (dias)					
	0	2	4	6	8	Média
Controle	3,40	3,50	3,50	3,51	3,54	3,49
Cera	3,36	3,42	3,52	3,57	3,54	3,48
Filme 20	3,32	3,44	3,48	3,59	3,52	3,47
Filme 30	3,36	3,33	3,58	3,63	3,61	3,50
C+ F20	3,34	3,38	3,59	3,54	3,50	3,47
C+ F30	3,34	3,52	3,54	3,59	3,56	3,51

$F_1 = 0,02$ ns; $F_2 = 0,13$ ns; $F_3 = 2,04$ ns; $F_4 = 0,02$ ns; $F_5 = 1,43$ ns

$\gamma_1 = 0,12$; $\gamma_2 = -0,04$; $\gamma_3 = -0,04$; $\gamma_4 = -0,01$; $\gamma_5 = -0,03$

Teste F para contrastes entre os tratamentos: $F_1 =$ controle x demais tratamentos; $F_2 =$ cera e filmes x cera + filmes; $F_3 =$ cera + filme 20 x cera + filme 30; $F_4 =$ cera x filmes; $F_5 =$ filme 20 x filme 30
ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1% de probabilidade.

$\gamma_n =$ diferença entre as médias dos tratamentos em relação aos contrastes 1, 2, 3, 4 e 5.

Após a retirada da câmara, os frutos do tratamento filme 20 apresentaram o menor pH, enquanto que os do filme 30 obtiveram maior valor. Os frutos do tratamento filme 30 e cera + filme 30, foram os que mostraram maior variação, enquanto frutos controle tiveram menor variação de pH durante todo período ao ambiente. Apenas no segundo dia ao ambiente constatou-se diferença significativa a 5% de probabilidade entre os tratamentos cera + filme 20 versus cera + filme 30, com maior valor de pH para os frutos do tratamento cera + filme 30, sendo este tratamento também o que apresentou maior média geral no final do experimento, valor este que se aproxima ao aceitável para o mercado externo que está entre 3,7 a 3,9. A Figura 4 mostra o comportamento geral dos tratamentos (A) e a comparação entre esse tratamento com o controle.

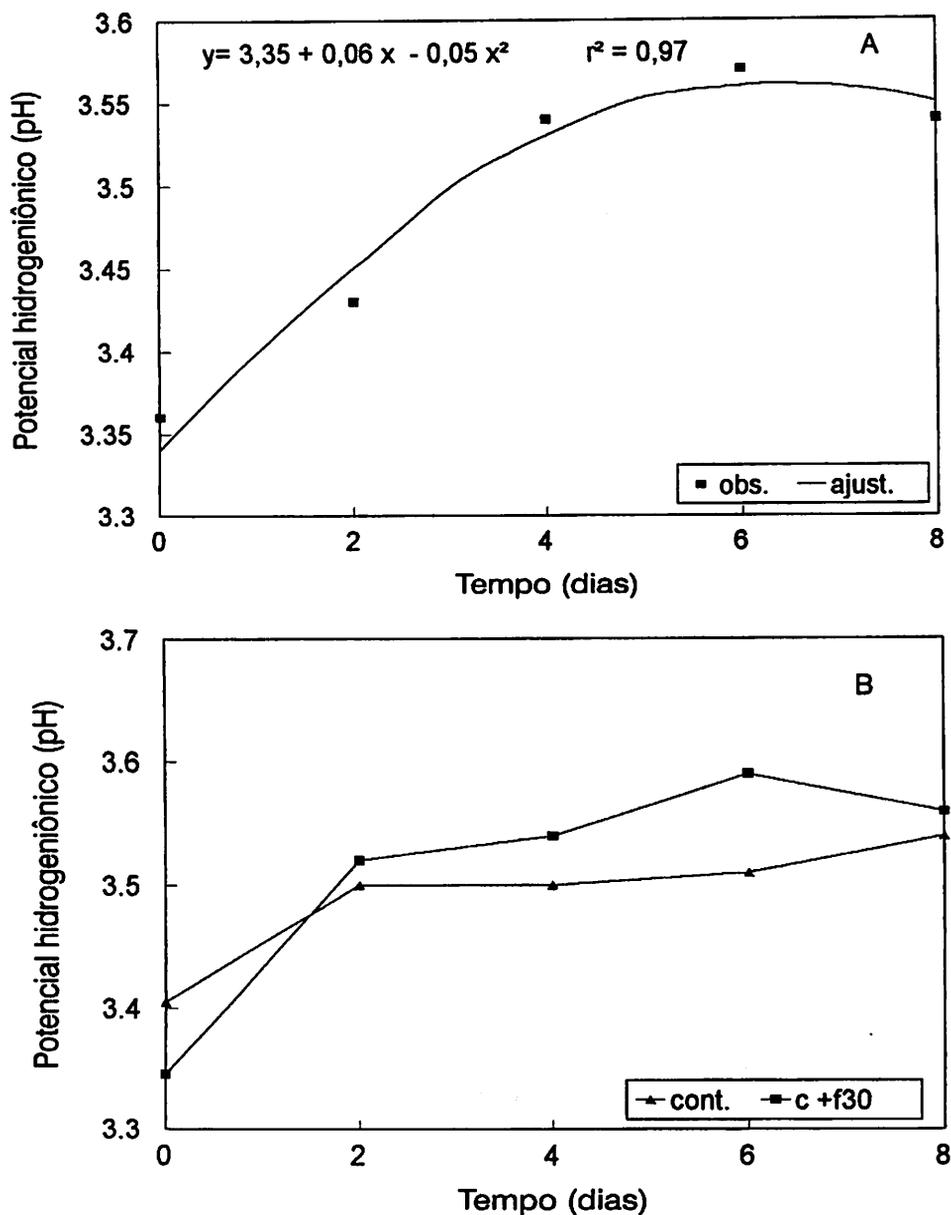


FIGURA 4: (A) Comportamento geral do potencial hidrogeniônico (pH) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando submetido a diversos tratamentos pós-colheita e armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR; (B) valores comparativos do tratamento controle (cont.) e cera + filme 30 (c+f30).

O aumento de pH no final do experimento correspondeu a uma redução no teor da acidez. A análise de variância mostra significância apenas no fator tempo (Anexo 1A).

No tempo zero o tratamento controle mostrou diferença significativa com relação aos demais tratamentos, apresentando-se com maior teor de acidez, embora esta significância não tenha sido relatada no final do armazenamento ao ambiente (Tabela 5). Os frutos tratados apenas com cera diferiram em relação aos tratados só com filmes quando analisados após retirada da câmara apresentando-se com maior acidez, podendo este resultado ser associado com maior perda d'água.

TABELA 5- Acidez total titulável (ATT) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR.

Tratamento	ATT(Meq/L)					Média
	Tempo (dias)					
	0	2	4	6	8	
Controle	177,11	138,45	125,39	123,97	134,88	139,96
Cera	174,72	142,73	128,25	129,43	137,04	142,43
Filme 20	162,61	147,24	137,27	114,70	122,16	136,80
Filme 30	152,16	149,62	122,78	123,73	116,39	132,94
C+ F20	163,19	141,07	119,45	130,86	130,79	137,07
C+ F30	138,72	132,75	140,59	115,41	126,08	130,71

$F_1 = 1,45$ ns; $F_2 = 1,62$ ns; $F_3 = 2,24$ ns; $F_4 = 4,22$ *; $\gamma_5 = 0,82$ ns

$\gamma_1 = 19,85$; $\gamma_2 = 20,98$; $\gamma_3 = 6,36$; $\gamma_4 = 15,13$; $\gamma_5 = 3,86$

Teste F para contrastes entre os tratamentos: F_1 = controle x demais tratamentos; F_2 = cera e filmes x cera + filmes; F_3 = cera + filme 20 x cera + filme 30; F_4 = cera x filmes; F_5 = filme 20 x filme 30
ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1% de probabilidade.

γ_n = diferença entre as médias dos tratamentos em relação aos contrastes 1, 2, 3, 4 e 5.

Com 4 dias pós-câmara, os frutos tratados com cera + filme 30 diferiram estatisticamente com os tratados com cera + filme 20, a 5% de probabilidade, apresentando-se com maior teor de acidez. É interessante notar que no tempo zero também ocorreu diferença significativa para estes tratamentos porém, os frutos com cera + filme 20 apresentavam-se com maior acidez. No entanto, como mostra a Tabela 5, a média geral não mostrou nenhuma diferença entre o contraste para este dois tratamentos.

No tempo zero, os frutos tratados apenas com cera apresentavam-se como o segundo

maior em porcentagem de ácido cítrico, e no oitavo dia seu valor era o maior entre os demais tratamentos, apresentando também maior média no final do experimento (Figura 5B).

Park et al. (1994), aplicando cera em maçã, concluiu que a permeabilidade do oxigênio em cera à base de poliéster de sacarose foi maior que a do filme de polietileno e polipropeno.

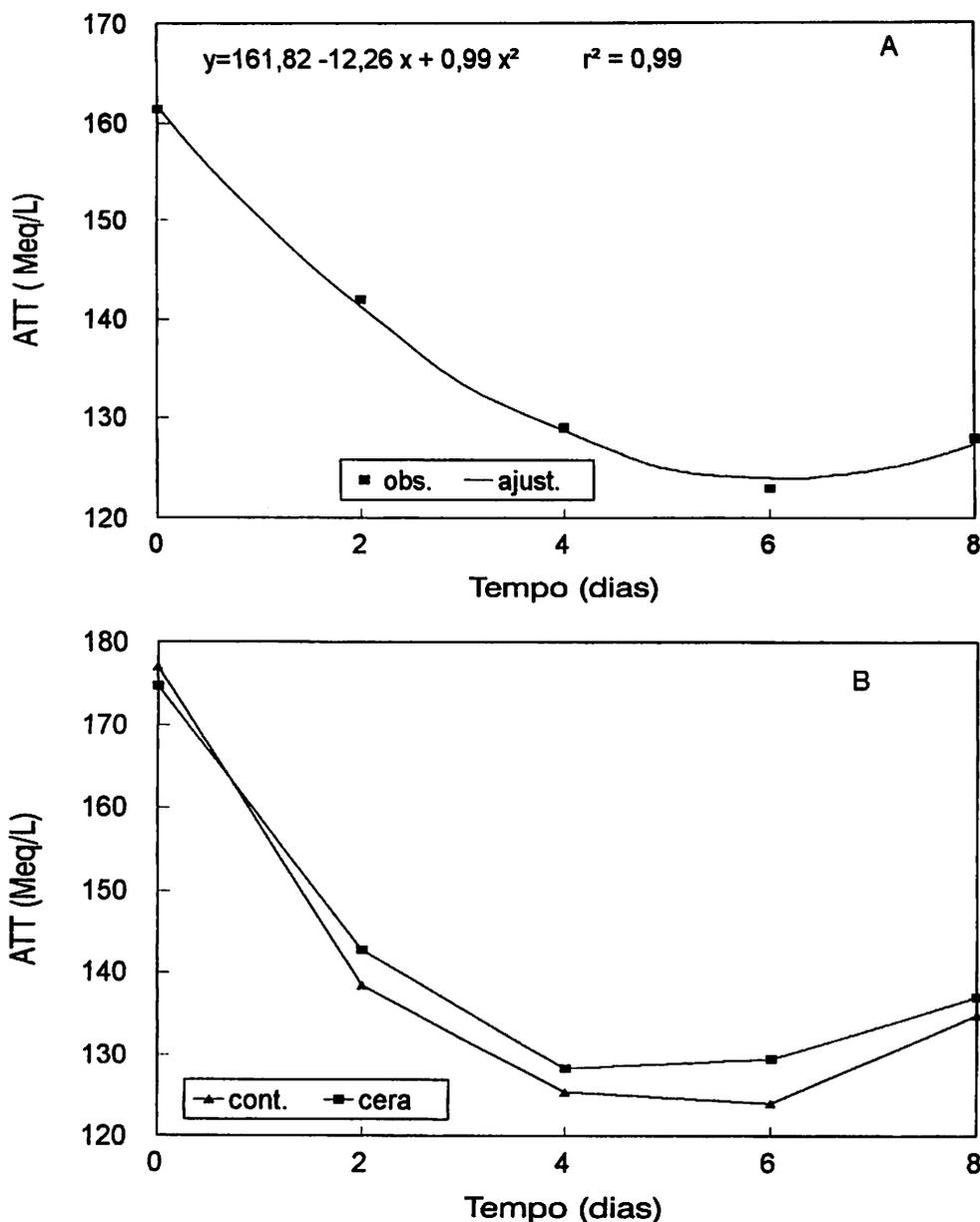


FIGURA 5: (A) Comportamento geral da acidez total titulável (ATT) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando submetido a diversos tratamentos pós-colheita e armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR; (B) valores comparativos do tratamento controle (cont.) e cera.

4.5 Sólidos solúveis totais e açúcares

A porcentagem de sólidos solúveis totais não diferiu de nenhum dos fatores analisados. A média geral apresentada para o tratamento cera + filme 20 foi de 11,57% durante todo período de armazenamento ao ambiente. Observa-se que o teor de SST nestes frutos no tempo zero e dois foi de 12,65 e 12,12% respectivamente, valores estes considerados aceitáveis para o mercado externo (Tabela 6). A Figura 6, mostra a comparação entre o controle e o melhor tratamento como sendo os frutos que receberam cera + filme 20.

TABELA 6- Sólidos solúveis totais (SST) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR.

Tratamento	SST (%)					Média
	Tempo (dias)					
	0	2	4	6	8	
Controle	11,75	9,60	11,37	10,32	12,12	11,03
Cera	11,27	12,29	10,95	10,65	12,17	11,47
Filme 20	11,05	12,27	11,35	11,15	11,45	11,45
Filme 30	12,35	10,97	10,60	10,35	9,95	10,84
C+ F20	12,65	12,15	9,62	11,15	11,80	11,47
C+ F30	10,40	9,97	11,67	9,79	10,85	10,54

$F_1 = 0,08$ ns; $F_2 = 0,52$ ns; $F_3 = 2,94$ ns; $F_4 = 0,47$ ns; $F_5 = 1,27$ ns

$\gamma_1 = -0,61$; $\gamma_2 = 1,49$; $\gamma_3 = 0,94$; $\gamma_4 = 0,64$; $\gamma_5 = 0,61$

Teste F para contrastes entre os tratamentos: $F_1 =$ controle x demais tratamentos; $F_2 =$ cera e filmes x cera + filmes; $F_3 =$ cera + filme 20 x cera + filme 30; $F_4 =$ cera x filmes; $F_5 =$ filme 20 x filme 30
ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1% de probabilidade.

$\gamma_n =$ diferença entre as médias dos tratamentos em relação aos contrastes 1, 2, 3, 4 e 5.

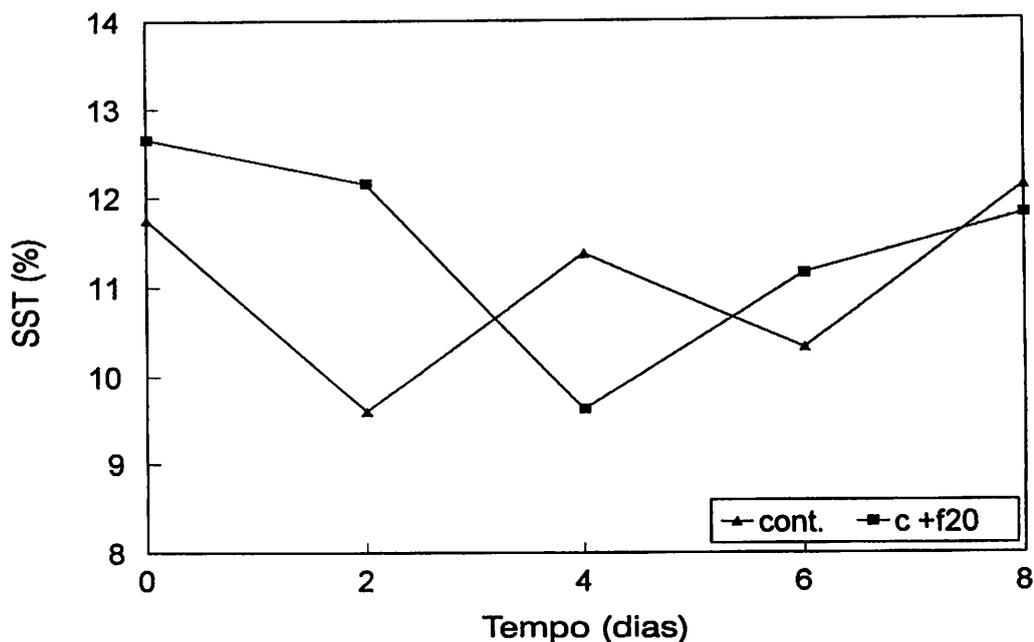


FIGURA 6- Valores comparativos dos sólidos solúveis totais (SST) entre o tratamento controle (cont) e cera + filme 20 (c +f20) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando armazenado durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR;

Bartolomé, Rupéres e Fúster (1995), ao armazenarem abacaxis da cv. Smooth Cayenne, à 8°C e 85-90% de UR, encontraram valores semelhantes aos do presente trabalho, com média de 12,48% para SST e 8,16 e 4,5% para açúcares totais e sacarose respectivamente.

A análise de variância também não revela nenhuma diferença significativa entre os tratamentos e os tempos de armazenamento para os açúcares totais (Anexo 2A). No entanto, observa-se que a média geral dos frutos tratados com cera + filme 20 foi maior em todos os tempos em relação aos demais tratamentos (Tabela 7). Este resultado pode ser atribuído por uma maior acumulação de sacarose que também se apresentou com média geral maior neste tratamento, podendo ser devido ao efeito direto da AM. causada pelas duas coberturas (Figura 7).

TABELA 7- Açúcares totais do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ$ C e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ$ C e $70 \pm 5\%$ de UR.

Tratamento	Açúcares totais (%)					
	Tempo (dias)					
	0	2	4	6	8	Média
Controle	7,89	6,62	8,34	6,62	7,42	7,18
Cera	7,60	7,75	7,82	7,04	8,14	7,67
Filme 20	6,80	6,91	8,09	7,01	7,88	7,34
Filme 30	8,88	6,58	7,08	6,80	5,82	7,03
C+ F20	8,85	7,62	8,42	6,29	7,78	7,79
C+ F30	6,69	6,79	7,31	6,99	6,84	6,92

$F_1 = 0,24$ ns; $F_2 = 0,01$ ns; $F_3 = 3,63$ ns; $F_4 = 1,50$ ns; $F_5 = 0,45$ ns

$\gamma_1 = -0,86$; $\gamma_2 = -0,05$; $\gamma_3 = 0,87$; $\gamma_4 = 0,97$; $\gamma_5 = 0,31$

Teste F para contrastes entre os tratamentos: $F_1 =$ controle x demais tratamentos; $F_2 =$ cera e filmes x cera + filmes; $F_3 =$ cera + filme 20 x cera + filme 30; $F_4 =$ cera x filmes; $F_5 =$ filme 20 x filme 30
ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1% de probabilidade.

$\gamma_n =$ diferença entre as médias dos tratamentos em relação aos contrastes 1, 2, 3, 4 e 5.

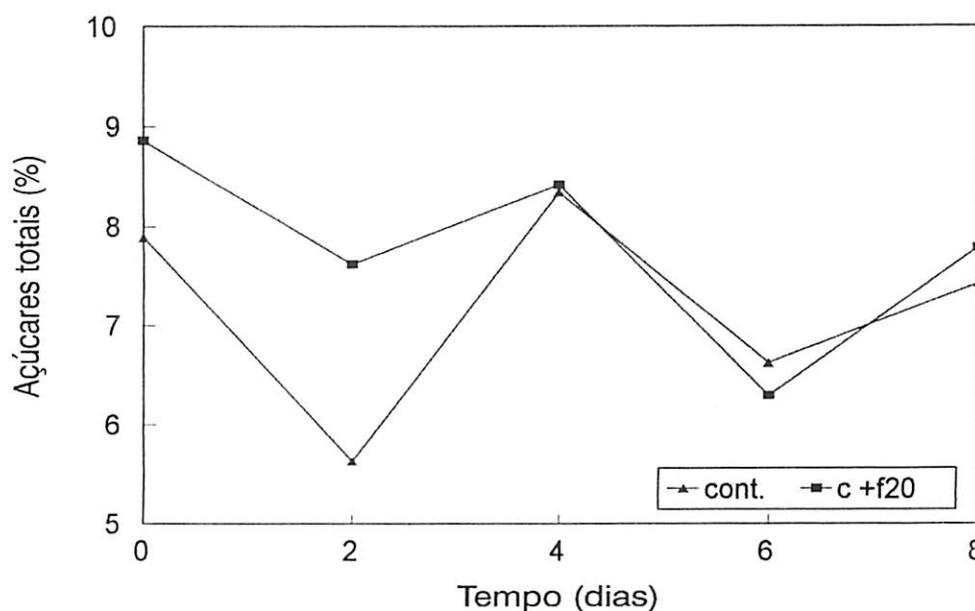


FIGURA 7: Valores comparativos dos açúcares totais, entre o tratamento controle (cont.) e cera + filme 20 (c+f20) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando armazenado durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ$ C e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ$ C e $70 \pm 5\%$ de UR.

Os valores dos açúcares redutores aumentaram com o tempo de armazenamento em todos os tratamentos, com média maior para o tratamento com cera (Tabela 8). No teste F para contraste, constatou-se que a cera difere a 5% de probabilidade com maior valor em relação aos tratamentos com filmes, e que o controle difere dos outros tratamentos com cobertura. No tempo 4, frutos dos tratamentos cera + filmes revelaram diferenças por apresentarem menor porcentagem de açúcares redutores em relação aos tratamentos só com cera ou filmes. Esse resultado se repetiu também no sexto dia. No oitavo dia ao ambiente o percentual de açúcares redutores do tratamento cera diferiu a 1% quando comparado aos tratados só com filmes. Porém, durante todo o período de armazenamento não ocorreu diferença significativa entre as duas espessuras de filmes bem como as duas coberturas de cera + filme 20 versus cera + filme 30.

TABELA 8- Açúcares redutores do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR.

Tratamento	Açúcares redutores (%)					
	Tempo (dias)					
	0	2	4	6	8	Média
Controle	3,57	3,05	5,91	5,73	6,78	5,01
Cera	3,05	4,15	5,35	5,49	7,64	5,14
Filme 20	2,77	3,64	4,93	6,64	5,45	4,68
Filme 30	3,02	2,89	4,35	5,44	5,58	4,25
C+ F20	3,55	3,62	3,86	5,06	6,65	4,55
C+ F30	2,94	3,31	3,90	5,01	5,82	4,19

$F_1 = 4,37$ *; $F_2 = 3,30$ ns; $F_3 = 1,64$ ns; $F_4 = 7,88$ **; $F_5 = 2,46$ ns

$\gamma_1 = 2,22$; $\gamma_2 = 1,93$; $\gamma_3 = 0,35$; $\gamma_4 = 1,33$; $\gamma_5 = 0,43$

Teste F para contrastes entre os tratamentos: $F_1 =$ controle x demais tratamentos; $F_2 =$ cera e filmes x cera + filmes; $F_3 =$ cera + filme 20 x cera + filme 30; $F_4 =$ cera x filmes; $F_5 =$ filme 20 x filme 30
ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1% de probabilidade.

$\gamma_n =$ diferença entre as médias dos tratamentos em relação aos contrastes 1, 2, 3, 4 e 5.

Os valores das Tabelas 7, 8 e 9, mostram que enquanto os teores de sacarose decresceram,

em decorrência do tempo de armazenamento, os teores de redutores aumentaram, ao passo que os açúcares totais permaneceram quase que inalterados em quase todos os tratamentos. Este último resultado é devido a uma compensação entre os dois tipos de açúcares, indicando ainda que ocorreu uma conversão da sacarose para glicose e frutose durante o período de armazenamento.

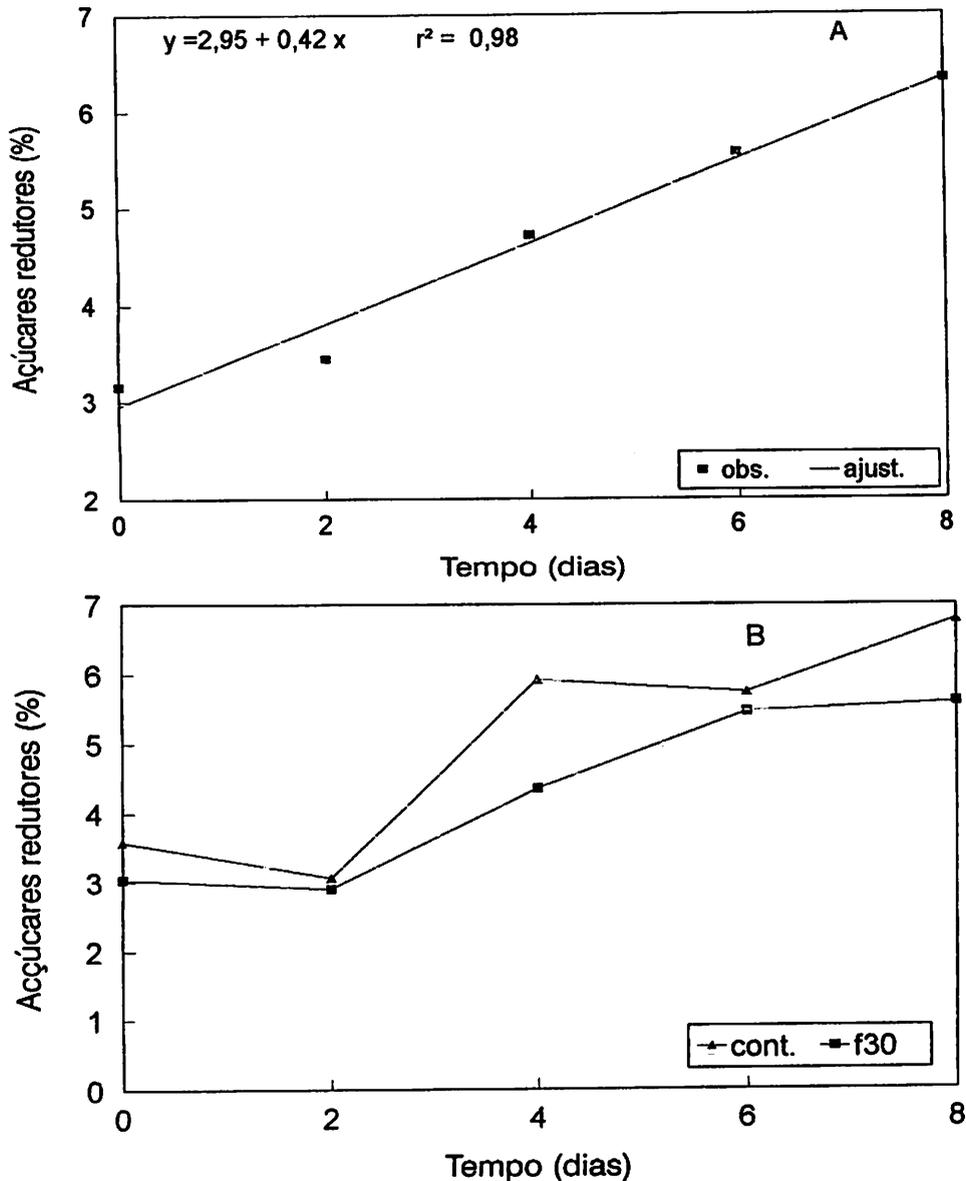


FIGURA 8: (A) Comportamento geral dos açúcares redutores do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando submetido a diversos tratamentos pós-colheita e armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR; (B) valores comparativos do tratamento controle (cont.) e filme 30.

Hubbard, Pharr e Huber (1991), verificaram que a atividade da enzima fosfato sintase sacarose é um importante fator na determinação do conteúdo de açúcar solúvel em muitas espécies de frutos. Em abacaxi encontrou-se significativa atividade desta enzima, cujo teor reduziu-se com o tempo de armazenamento. Foi observado ainda um declínio na concentração da sacarose com o tempo de armazenamento, a qual foi associada com o aumento da hexose.

TABELA 9- Sacarose do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR.

Tratamento	Sacarose (%)					Média
	Tempo (dias)					
	0	2	4	6	8	
Controle	4,10	2,43	2,31	0,84	1,37	2,21
Cera	4,32	3,41	2,34	1,47	0,63	2,43
Filme 20	3,82	3,10	2,99	0,50	2,30	2,54
Filme 30	5,56	3,51	2,59	1,28	0,61	2,71
C+ F20	5,04	3,79	2,31	3,19	1,57	3,18
C+ F30	3,55	3,29	3,23	1,87	1,10	2,61

$F_1 = 0,58$ *; $F_2 = 0,49$ ns; $F_3 = 6,05$ *; $F_4 = 0,50$ ns; $F_5 = 8,31$ ns

$\gamma_1 = -2,43$; $\gamma_2 = -1,98$; $\gamma_3 = 0,57$; $\gamma_4 = -0,38$; $\gamma_5 = -0,17$

Teste F para contrastes entre os tratamentos: $F_1 =$ controle x demais tratamentos; $F_2 =$ cera e filmes x cera + filmes; $F_3 =$ cera + filme 20 x cera + filme 30; $F_4 =$ cera x filmes; $F_5 =$ filme 20 x filme 30
ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1% de probabilidade.

$\gamma_n =$ diferença entre as médias dos tratamentos em relação aos contrastes 1, 2, 3, 4 e 5.

Lodh et al. (1972), relataram que em frutos da cv. Kew, os teores de açúcares totais atingiram valores máximo de 8,76% com 165 dias após a floração, quando apresentavam-se com coloração 3/4 amarelo, afirmando que este valor é comparado com o da cv Smooth Cyenne. Esses autores também constataram que com 120 dias após floração o teor de sacarose passou a diminuir e com 150 dias após a floração a quantidade era muito pequena.

No tempo zero e seis ao ambiente, o tratamento com cera + filme 20 demonstrou superioridade ao tratamento cera + filme 30, e o contraste das duas espessuras de filmes no tempo

zero e sexto dia ao ambiente mostrou significância a 1% de probabilidade com maior porcentagem de sacarose para o filme 30, embora na média geral não houvesse diferença.

A Figura 9 mostra um comportamento linear para os tratamentos em relação ao tempo com o tratamento cera + filme 20 como o melhor para essa variável visto que apresentou um acréscimo de 30,47% na média geral em relação ao controle. No entanto, a análise de variância mostrou interação entre os fatores tempo e tratamentos para esta variável (Anexo 2A)

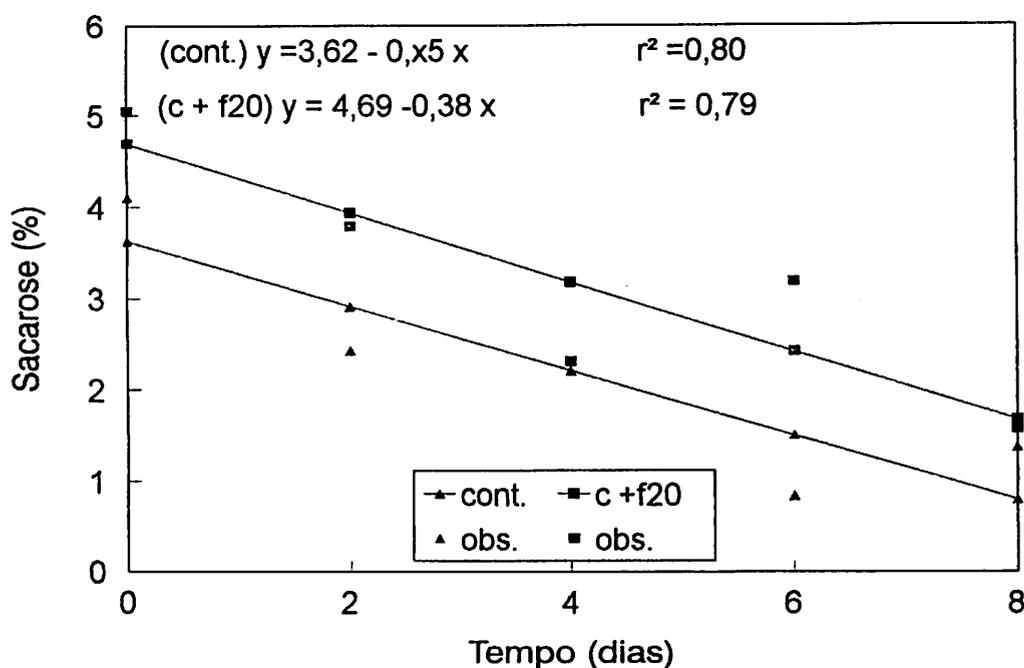


FIGURA 9: Valores comparativos da sacarose entre o tratamento controle (cont.) e cera + filme 20 (c+f20) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR.

Singleton e Gortner (1965), verificaram o comportamento dos açúcares nesta cultivar, mostrando que antes da maturação o conteúdo de sacarose era menor que 1% e que 80% dos açúcares presentes eram açúcares invertidos. Verificaram ainda que a rápida mudança dos SST

durante os 2 meses de desenvolvimento foi devida a pequena variação dos açúcares, exceto na última semana do amadurecimento.

4.6 Firmeza da polpa e atividade da poligalacturonase (PG).

O teste de contraste mostrou significância de 1% entre o controle e os demais tratamentos com menores valores de firmeza para o controle (Tabela 10).

O uso de cera juntamente com filme proporcionou maior firmeza em relação ao uso de uma única cobertura com cera ou filmes. Essa diferença é bastante perceptível no segundo dia ao ambiente, destacando-se maior firmeza para o tratamento cera + filme 30. Embora a média geral durante todo período experimental do tratamento filme 30 tenha sido maior que a do filme 20, não foi encontrado nenhuma diferença significativa no contraste desses tratamentos. Também não diferiram o tratamento com cera comparado com os tratamentos com filmes, durante todo tempo de armazenamento ao ambiente

Após retirada da câmara, os frutos controle perderam 9,76; 8,89; 12,92; 11,84 e 12,85 % de firmeza quando comparados com os frutos que receberam cera, filme 20; filme 30; cera + filme 20 e cera + filme 30, respectivamente.

TABELA 10- Firmeza da polpa do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ$ C e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ$ C e $70 \pm 5\%$ de UR.

Tratamento	Firmeza (N)					
	Tempo (dias)					
	0	2	4	6	8	Média
Controle	87,02	90,81	76,75	75,04	56,04	77,13
Cera	96,44	91,31	92,52	78,58	66,75	85,12
Filme 20	95,52	82,66	93,92	74,94	70,46	83,50
Filme 30	99,93	92,59	89,95	82,69	72,09	87,45
C+ F20	98,70	102,30	97,82	81,63	78,35	91,76
C+ F30	99,85	108,48	93,21	92,26	72,91	93,34

$F_1 = 10,45^{**}$; $F_2 = 6,08^*$; $F_3 = 0,12$ ns; $F_4 = 0,02$ ns; $F_5 = 0,67$ ns

$\gamma_1 = -59,53$; $\gamma_2 = -35,11$; $\gamma_3 = -1,58$; $\gamma_4 = -4,74$; $\gamma_5 = -1,58$

Teste F para contrastes entre os tratamentos: F_1 = controle x demais tratamentos; F_2 = cera e filmes x cera + filmes; F_3 = cera + filme 20 x cera + filme 30; F_4 = cera x filmes; F_5 = filme 20 x filme 30

ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1% de probabilidade.

γ_n = diferença entre as médias dos tratamentos em relação aos contrastes 1, 2, 3, 4 e 5.

No final do armazenamento de 30 dias sob câmara, uma redução de 12,85% da firmeza foi encontrada para os frutos controle em comparação aos frutos que receberam cera + filme 30, e no final do armazenamento ao ambiente o acúmulo da perda da firmeza foi de 16, 22 N sobre os frutos controle, sendo por esse motivo os frutos desse tratamento apresentado melhor comportamento como mostra a Figura 10B. Quanto ao comportamento geral de todos os tratamentos (Figura 10A), foi escolhido a equação quadrática por explicar melhor esta variável, embora a equação linear tenha também sido significativa.

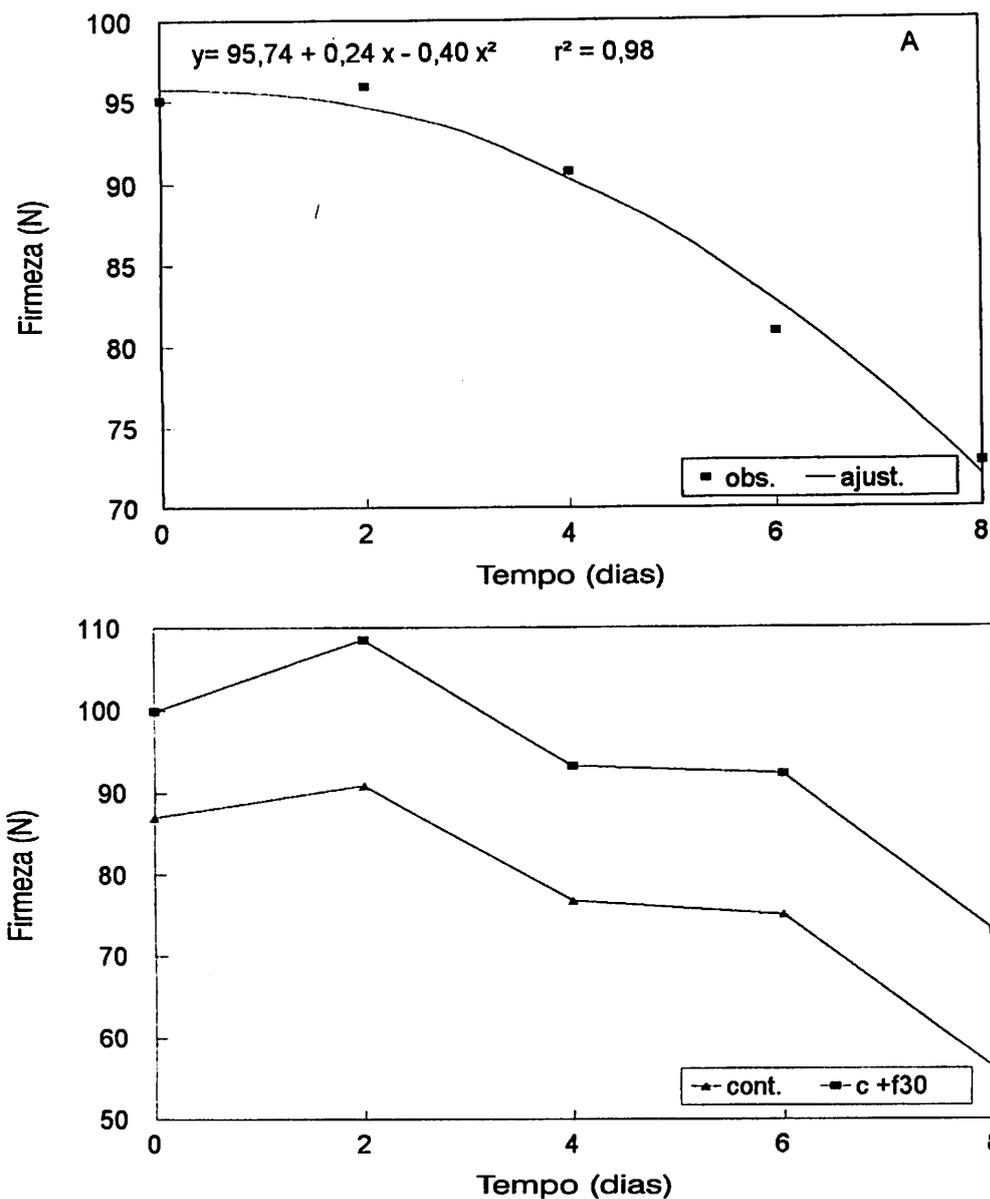


FIGURA 10: (A) Comportamento geral da firmeza da polpa do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando submetido a diversos tratamentos pós-colheita e armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR; (B) valores comparativos do tratamento controle (cont.) e cera + filme 30 (c+f30).

Os fatores tratamentos e tempos de armazenamento tiveram interação quanto a atividade da enzima poligalacturonase (Anexo 3A). Embora na média geral não houvesse diferença entre o

controle com os demais tratamentos (Tabela 11), foi encontrado uma significância após a retirada dos frutos da câmara, com valor bastante elevado para os frutos controle. Os frutos que receberam cobertura de cera + filme 20 tiveram menor atividade desta enzima na média final do armazenamento ao ambiente quando comparados aos que receberam cera + filme 30, diferindo estatisticamente entre si. Esta diferença embora evidenciada nos tempos 2 e 6 do período pós-câmara, não o foi no tempo 4.

TABELA 11- Atividade da enzima poligalacturonase (PG) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR.

Tratamento	Atividade da poligalacturonase - PG. (U/g/h)					Média
	Tempo (dias)					
	0	2	4	6	8	
Controle	175,98	118,21	96,94	126,00	110,38	125,50
Cera	138,83	132,00	94,05	127,92	130,30	124,62
Filme 20	120,30	81,75	91,62	153,45	99,75	109,37
Filme 30	128,86	113,15	103,19	111,94	91,80	109,79
C+ F20	124,19	101,69	123,63	85,22	104,16	107,78
C+ F30	123,00	153,30	116,25	161,39	115,25	133,83

$F_1 = 1,98$ ns; $F_2 = 1,55$ ns; $F_3 = 11,34$ **; $F_4 = 5,04$ *; $F_5 = 0,01$ ns

$\gamma_1 = 42,11$; $\gamma_2 = -37,29$; $\gamma_3 = -26,05$; $\gamma_4 = 30,08$; $\gamma_5 = -0,42$

Teste F para contrastes entre os tratamentos: F_1 = controle x demais tratamentos; F_2 = cera e filmes x cera + filmes; F_3 = cera + filme 20 x cera + filme 30; F_4 = cera x filmes; F_5 = filme 20 x filme 30
ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1% de probabilidade.

γ_n = diferença entre as médias dos tratamentos em relação aos contrastes 1, 2, 3, 4 e 5.

Embora tenha havido grandes oscilações da atividade da poligalacturonase após a retirada dos frutos da câmara, observa-se sempre uma tendência de queda da mesma nos primeiros dias ao ambiente para a maioria dos tratamentos, com exceção dos frutos com cera + filme 30. Observa-se também, quanto as oscilações, não existir nenhuma relação com a perda da firmeza. Roe e Bruemmer (1981), associaram a perda de firmeza em manga com a atividade da enzima celulase e

poligalacturonase, as quais aumentaram marcadamente com o amadurecimento. Em mamão a PG é mais ativa no mesocarpo que na parte externa, e que segundo o autor, este fato sugere que esta enzima seja mais sensível ao frio que a embalagem (Silva, 1995b).

Alguns trabalhos tem atribuído os efeitos da AM sobre a atividade desta enzima devido a ação combinatória do menor teor de etileno endógeno, bem como com a redução da concentração de O₂ e elevação do CO₂ no interior das células, provocando a inibição da ação da enzima sobre o polímero péctico (Cenci, 1994; Jeffery et al., 1984).

Como mostra a Figura 11, a equação cúbica representa o melhor comportamento para os frutos tratados com filme 20, fato este que pode ser explicado principalmente pelas oscilações da atividade durante o período ao ambiente, apresentando estes frutos a menor média no final do armazenamento ao ambiente.

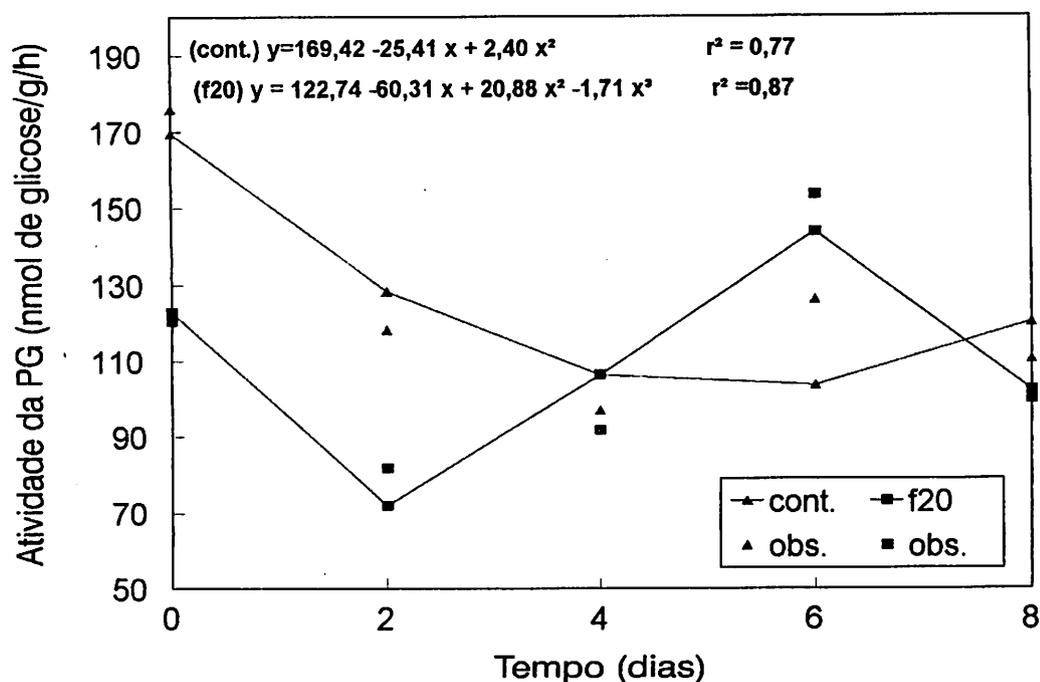


FIGURA 11: Valores comparativos da atividade da poligalacturonase (PG) entre o tratamento controle (cont.) e filme 20 (f20) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando armazenado durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR.

4.7 Substâncias pécnicas: solúveis e totais

De acordo com o teste para contraste, não se encontrou nenhuma diferença significativa entre os tratamentos aplicados para a quantidade de pectina solúvel nos frutos, podendo assim dizer que as pequenas variações na quantidade de pectina solúvel foram mais influenciadas pelo estágio fisiológico do fruto que pela atmosfera modificada. No entanto, os frutos que receberam tratamento com filme 30 apresentaram menor quantidade de pectina solúvel no final do experimento, e com 4 dias ao ambiente os frutos que receberam cera + filme 20 apresentaram menor quantidade de pectina solúvel quando comparados com os que foram tratados com cera + filme 30. Frutos que receberam só cera mostraram diferenças com 8 dias pós-câmara com maior valor quando comparados com os que receberam só filmes (Tabela 12). Observa-se ainda que, com exceção do tratamento cera + filme 30 e filme 30, todos os demais tratamentos a pectina solúvel diminuiu no quarto dia ao ambiente.

TABELA 12- Pectina solúvel do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR.

Tratamento	Pectina solúvel (mg/100g)					Média
	Tempo (dias)					
	0	2	4	6	8	
Controle	23,95	28,68	19,66	42,84	57,67	34,56
Cera	26,93	27,96	20,23	42,68	54,12	34,38
Filme 20	25,87	30,45	20,93	44,91	36,88	31,81
Filme 30	17,47	23,35	27,87	35,01	46,59	30,06
C+ F20	16,64	28,34	21,20	39,84	50,15	31,23
C+ F30	17,92	25,62	33,88	40,68	45,56	32,73

$F_1 = 1,71$ ns; $F_2 = 0,01$ ns; $F_3 = 0,37$ ns; $F_4 = 2,58$ ns; $F_5 = 0,50$ ns

$\gamma_1 = 12,58$; $\gamma_2 = 1,74$; $\gamma_3 = -1,50$; $\gamma_4 = 6,90$; $\gamma_5 = 1,75$

Teste F para contrastes entre os tratamentos: $F_1 =$ controle x demais tratamentos; $F_2 =$ cera e filmes x cera + filmes; $F_3 =$ cera + filme 20 x cera + filme 30; $F_4 =$ cera x filmes; $F_5 =$ filme 20 x filme 30
ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1% de probabilidade.

$\gamma_n =$ diferença entre as médias dos tratamentos em relação aos contrastes 1, 2, 3, 4 e 5.

O comportamento geral dos tratamentos revelou aumento da pectina solúvel durante o período de armazenamento (Figura 12A), o que já era esperado, uma vez que as protopectinas transformam-se em pectina solúvel com o amadurecimento dos frutos. O tratamento com filme 30 apresentou média final menor em relação aos demais tratamentos, sendo por isso comparado com o tratamento controle (Figura 12B).

Com exceção do quarto dia, os teores de pectina solúvel tenderam a aumentar com o avanço da maturação dos frutos para todos os tratamentos, concordando com os resultados de Paiva (1978), que relatou aumento quando trabalhou com esses frutos. No entanto, segundo este mesmo autor o valor de pectina total tendeu a diminuir, fato este observado no presente trabalho apenas para alguns tratamentos (Tabela 13).

A interação entre os fatores tratamentos e tempos foi significativa para o conteúdo de pectina total (Anexo 3A), e pelo teste de contraste entre os tratamentos, os valores dos frutos controle diferiram estatisticamente a 1% dos demais tratamentos

Comparando-se os frutos do tratamento cera + filmes com os que receberam apenas cera ou apenas filmes, verifica-se que diferiram entre si com maior quantidade de pectina total para os que receberam só uma cobertura.

O teste F para contraste mostrou ainda que durante todo o período de armazenamento não ocorreu nenhuma diferença entre os tratamentos cera + filme 20 e cera + filme 30 (Tabela 13). No entanto, como mostra a Figura 13, os frutos que receberam o primeiro tratamento foram os que apresentaram média final inferior aos demais tratamentos.

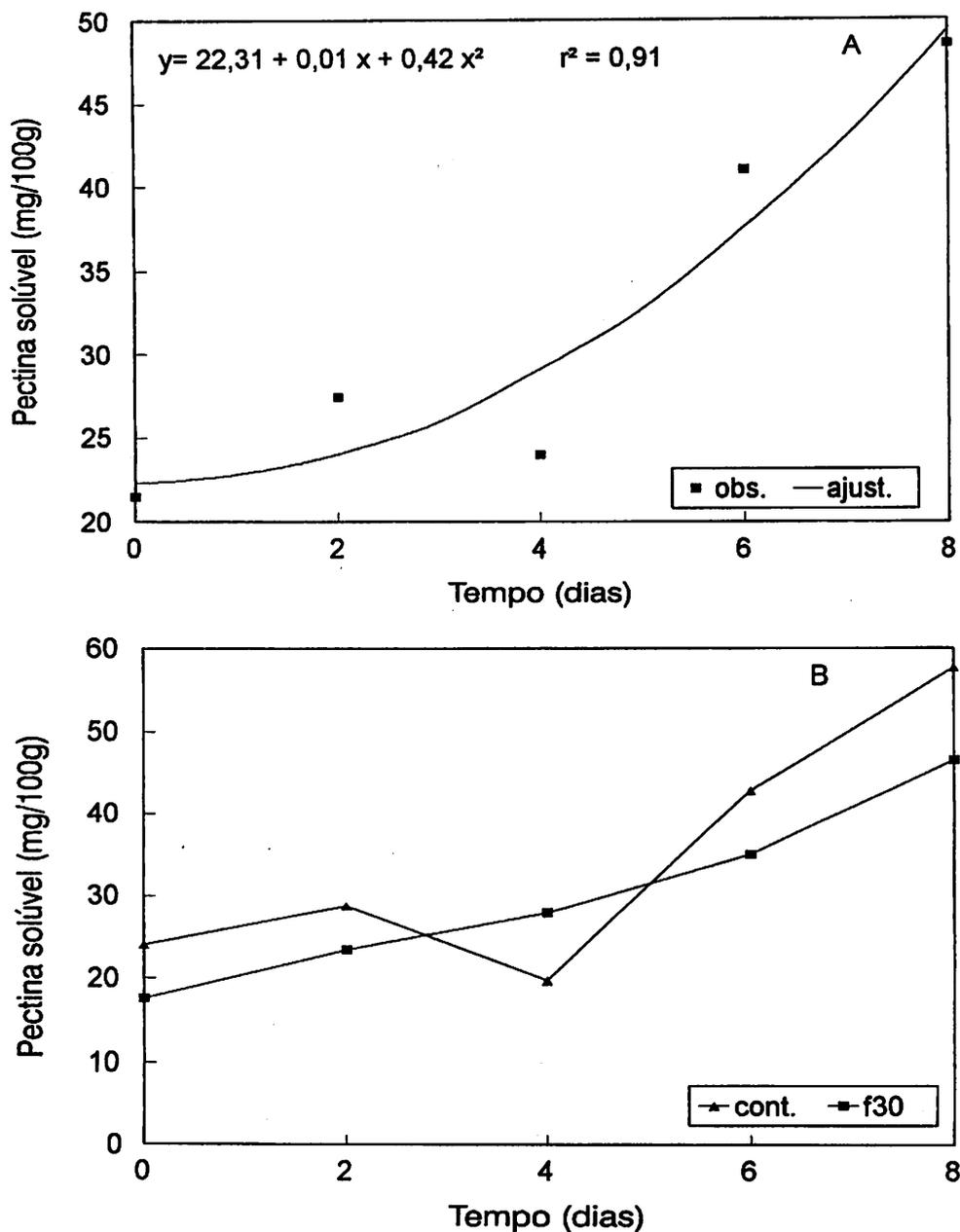


FIGURA 12: (A) Comportamento geral da pectina solúvel do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando submetido a diversos tratamentos pós-colheita e armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR; (B) valores comparativos do tratamento controle (cont.) e filme 30 (f30).

A análise geral dos contrastes entre os tratamentos para pectina total revela um comportamento semelhante com a análise de firmeza (Tabela 10). Esta semelhança é aceitável,

visto que a degradação das substâncias da parede celular irá afetar diretamente a firmeza dos frutos. Segundo Kader (1986), o mecanismo de ação do CO₂ sobre a textura dos frutos ainda precisa ser melhor estudado. O que se imagina é que o CO₂ esteja envolvido na redução da atividade das enzimas pécticas desacelerando as reações metabólicas (Wankier, Salunkher e Campmell, 1970).

TABELA 13- Pectina total do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR.

Tratamento	Pectina total (mg/100g)					
	Tempo (dias)					Média
	0	2	4	6	8	
Controle	262,89	228,22	183,97	217,01	208,58	220,13
Cera	215,55	193,78	195,37	183,40	174,29	192,48
Filme 20	176,70	199,23	190,93	196,29	181,58	188,94
Filme 30	166,74	148,97	177,83	238,02	259,18	198,15
C+ F20	184,33	137,66	167,64	196,73	181,20	173,51
C+ F30	164,35	170,41	173,44	180,87	216,63	181,14

$F_1 = 19,33$ **; $F_2 = 6,33$ *; $F_3 = 0,61$ ns; $F_4 = 0,10$ ns; $F_5 = 0,89$ ns

$\gamma_1 = 166,44$; $\gamma_2 = 95,19$; $\gamma_3 = -7,63$; $\gamma_4 = -2,13$; $\gamma_5 = -9,20$

Teste F para contrastes entre os tratamentos: $F_1 =$ controle x demais tratamentos; $F_2 =$ cera e filmes x cera + filmes; $F_3 =$ cera + filme 20 x cera + filme 30; $F_4 =$ cera x filmes; $F_5 =$ filme 20 x filme 30
ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1% de probabilidade.

$\gamma_n =$ diferença entre as médias dos tratamentos em relação aos contrastes 1, 2, 3, 4 e 5.

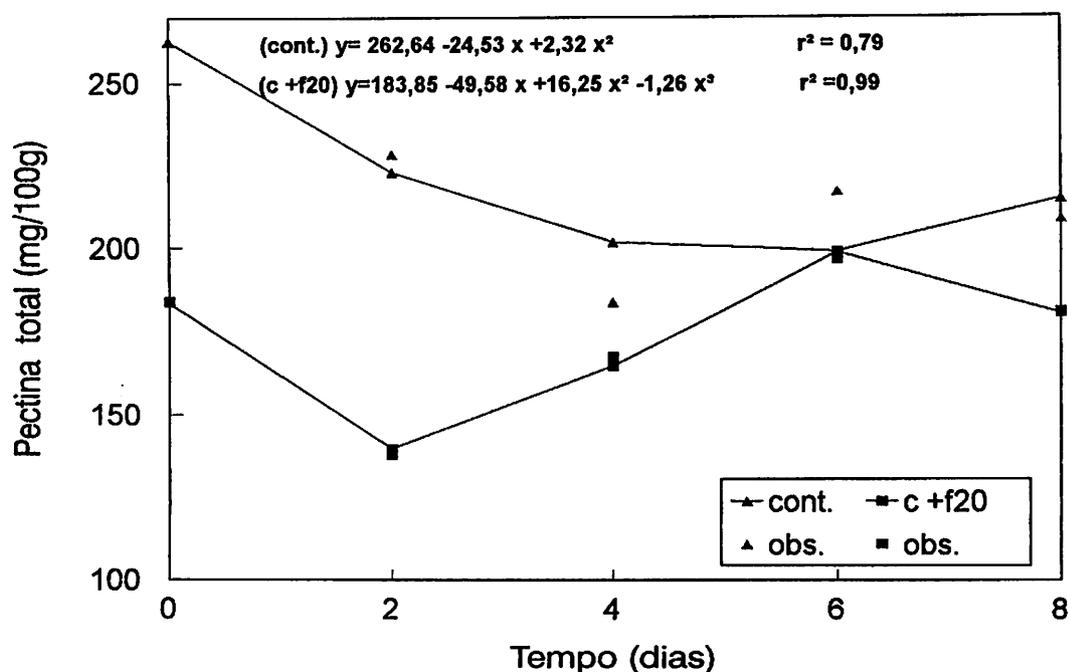


FIGURA 13: Valores compatativos da pectina total entre o tratamento controle (cont.) e cera + filme 20 (c+f20) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando armazenado durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR.

4.8 Compostos fenólicos totais, atividade polifenoxidase e peroxidase

Na passagem do segundo para o quarto dia pós-câmara, verificou-se uma elevação bastante assentuada dos compostos fenólicos para todos os tratamentos, exceto para aqueles com cera + filme 20. Este comportamento também se repetiu do sexto para o oitavo dia para a maioria dos tratamentos. Ocorreu uma superioridade na quantidade de compostos fenólicos nos frutos que receberam só cera e só filmes quando comparados com os que receberam as duas cobertura ao mesmo tempo (Tabela 14). Encontrou-se também significância de 1% entre o controle e os demais tratamentos. Embora a média geral não tenha sido significativa entre os tratamentos cera + filme 20 e cera + filme 30, foi encontrado valor bastante diferenciado no quarto dia ao ambiente entre esses dois tratamentos, com menor quantidade de compostos totais para cera + filme 20.

Quando os frutos foram retirados da câmara, observou-se menor quantidade de compostos fenólicos nos frutos tratados com cera + filme 30. A Figura 14A e 14B mostra o comportamento dos tratamentos e a comparação entre o melhor tratamento para esta variável como sendo o tratamento cera + filme 30 por apresentar média final menor em relação aos demais tratamentos. Van Lelyveld e Bruyn (1977), afirmaram que abacaxis com EI apresentavam quantidade significativamente maior dos ácidos p-coumarico, caféico e ferrúlico, quando comparados com frutos que não apresentavam sintomas da injúria.

TABELA 14- Compostos fenólicos totais do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR.

Tratamento	Compostos fenólicos totais (mg/100g)					
	Tempo (dias)					Média
	0	2	4	6	8	
Controle	27,62	28,41	42,12	51,90	62,41	42,49
Cera	26,54	29,32	40,50	46,68	59,64	40,54
Filme 20	26,28	29,29	39,54	47,30	51,40	38,76
Filme 30	26,15	29,70	43,09	43,94	52,98	39,17
C+ F20	27,58	28,18	33,59	40,37	54,34	36,81
C+ F30	23,23	24,48	40,43	42,33	52,59	36,61

$F_1 = 13,07^{**}$; $F_2 = 8,71^{**}$; $F_3 = 0,01$ ns; $F_4 = 1,51$ ns; $F_5 = 0,08$ ns

$\gamma_1 = 20,57$; $\gamma_2 = 16,68$; $\gamma_3 = 0,20$; $\gamma_4 = 3,14$; $\gamma_5 = -0,41$

Teste F para contrastes entre os tratamentos: F_1 = controle x demais tratamentos; F_2 = cera e filmes x cera + filmes; F_3 = cera + filme 20 x cera + filme 30; F_4 = cera x filmes; F_5 = filme 20 x filme 30
ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1% de probabilidade.

γ_n = diferença entre as médias dos tratamentos em relação aos contrastes 1, 2, 3, 4 e 5.

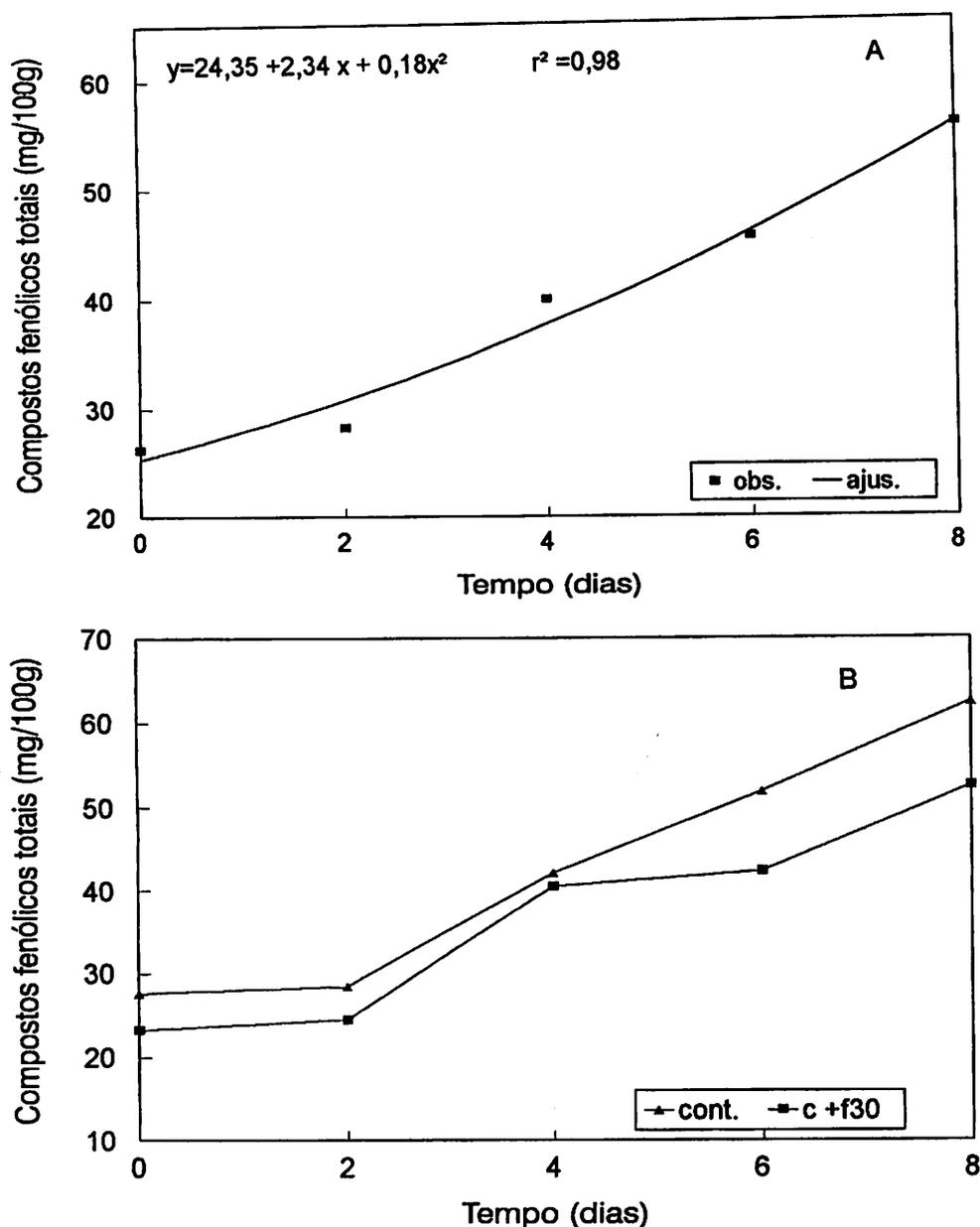


FIGURA 14: (A) Comportamento geral dos compostos fenólicos totais do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando submetido a diversos tratamentos pós-colheita e armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR; (B) valores comparativos do tratamento controle (cont.) e cera + filme 30 (c+f30).

Pela análise de variância, observou-se interação entre os fatores tratamentos e tempo de armazenamento para a atividade da enzima polifenoloxidase (Anexo 4A), e pelo teste de contraste

entre os tratamentos foi verificado que o tratamento dos frutos que receberam cera + filmes apresentavam menor atividade quando comparados com aqueles que receberam apenas uma cobertura (Tabela 15). O contraste também mostrou que no tempo 6 ocorreu diferença significativa entre os tratamentos cera + filme 20 versus cera + filme 30. O comportamento desta enzima em relação a esses dois tratamentos foi semelhante ao encontrado pela enzima peroxidase comparada com a média geral desses dois tratamentos, e conseqüentemente, também relacionada com os sintomas da injúria pelo frio. Vukomanovic (1988), também afirmou que a atividade desta enzima correspondeu ao desenvolvimento dos sintomas do EI durante o período de armazenamento desta cultivar e que dentre os parâmetros estudados, a atividade polifenoloxidase apresentou-se mais relacionada a susceptibilidade do fruto ao EI. Van Lelyveld e Bruyn (1977), relataram que a atividade desta enzima foi altamente relacionada com o EI, apresentando menor atividade em frutos sadios.

TABELA 15- Atividade da enzima polifenoloxidase do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a $8,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR.

Tratamento	Atividade Polifenoloxidase (U/g/min.)					Média
	Tempo (dias)					
	0	2	4	6	8	
Controle	9,46	20,26	27,18	31,71	32,37	24,19
Cera	10,37	16,57	27,80	34,00	29,68	23,69
Filme 20	9,43	16,78	24,80	36,81	23,11	22,19
Filme 30	8,34	18,90	26,94	26,77	28,05	21,80
C+ F20	7,30	14,11	27,01	23,30	26,47	19,64
C+ F30	7,67	16,37	27,32	28,31	24,84	20,90

$F_1 = 9,06$ **; $F_2 = 10,47$ **; $F_3 = 1,34$ ns; $F_4 = 3,19$ ns; $F_5 = 0,12$ ns

$\gamma_1 = 12,77$; $\gamma_2 = 13,73$; $\gamma_3 = -1,27$; $\gamma_4 = 3,39$; $\gamma_5 = 0,39$

Teste F para contrastes entre os tratamentos: $F_1 =$ controle x demais tratamentos; $F_2 =$ cera e filmes x cera + filmes; $F_3 =$ cera + filme 20 x cera + filme 30; $F_4 =$ cera x filmes; $F_5 =$ filme 20 x filme 30
ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1% de probabilidade.

$\gamma_n =$ diferença entre as médias dos tratamentos em relação aos contrastes 1, 2, 3, 4 e 5.

Após a retirada da câmara, bem como no tempo dois, observou-se maior diferença entre o tratamento controle e o tratamento com cera + filme 20 (Tabela 15). Abreu (1995), relatou que a atividade da enzima Polifenoloxidase em abacaxi desta mesma cultivar quando armazenado sob AM., foi maior nos frutos que antes sofreram refrigeração e depois expostos à temperatura ambiente, quando comparados com os que não sofreram refrigeração, alegando assim que a mudança de temperatura pode ser um dos principais fatores para o aumento da atividade desta enzima.

A Figura 15, mostra que a atividade nos frutos tratados com cera + filme 20 teve um aumento logo após a retirada da câmara e depois passou a decrescer, podendo este fato ser associado ao processo de senescência dos frutos. Como as polifenoloxidases catalisam reações que envolvem O_2 , e o fato do uso de cera + filmes simultaneamente ter resultado em frutos com menor atividade, pode ser explicado pela menor quantidade de O_2 no interior da célula provocado pelas duas coberturas impedindo a oxidação dos fenólicos.

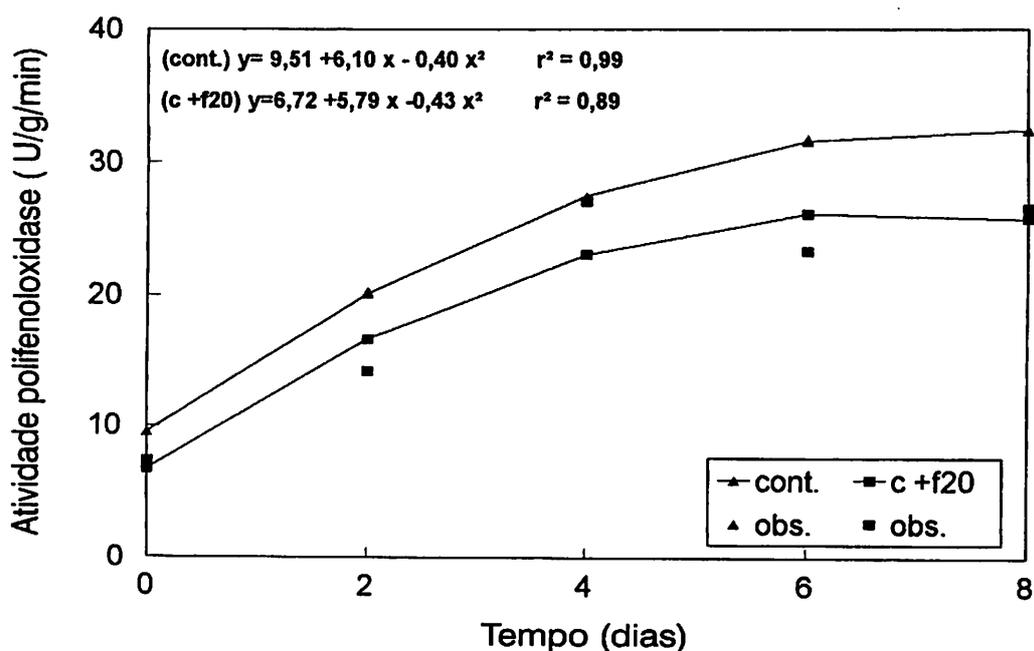


FIGURA 15: Valores comparativos entre o tratamento controle (cont.) e cera + filme 20 (c + f20) da atividade da polifenoloxidase em abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ C$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ C$ e $70 \pm 5\%$ de UR.

Embora não tenha havido diferença estatística entre a interação, os fatores tratamentos e tempos de armazenamento diferiram, separadamente, quanto a atividade da enzima peroxidase. O teste F para contraste mostrou que os frutos controle diferiram dos demais atingindo média maior durante o armazenamento. Embora os frutos dos tratamentos cera + filmes não diferiram daqueles que receberam só cera ou só filme na média geral, foi encontrado uma diferença acentuada no sexto dia ao ambiente quanto a estes tratamentos, com valores maiores na atividade para os frutos que receberam apenas uma cobertura. Em nenhum tempo de armazenamento ocorreu diferença entre as duas espessuras quando aplicadas sozinhas ou juntamente com a cera.

Os valores mostram ainda que a menor atividade encontrada após retirada da câmara foi para o tratamento filme 30, seguido do de cera + filme 30 e cera + filme 20, onde se observa também baixa atividade para este último no tempo 2, apresentando também média geral menor em relação aos demais tratamentos (Tabela 16). A capacidade de estender a vida útil pela redução da atividade das enzimas de escurecimento, pode ser atribuída pela barreira formada pelas duas coberturas à permeabilidade do CO₂ e O₂. Também, tendo o controle apresentado média geral maior para atividade desta enzima, ressalta-se os efeitos diretos da AM sobre esta enzima quando os frutos são expostos à baixas temperaturas seguidas de temperaturas ambientes, reforçando ainda as afirmações de alguns autores que a atividade tende a aumentar quando os frutos são submetidos a tais condições (Lyons, 1973; Morris, 1982).

O tratamento com cera + filme 20 foi o que obteve menor média no final do experimento. No entanto, os frutos que receberam cera + filme 30 foram os que tiveram comportamento mais aceitável durante o armazenamento ao ambiente (Figura 16B).

Em alguns trabalhos, o uso da cera tem sido citado como tendo um bom efeito no controle da atividade desta enzima. No entanto, no presente trabalho sua aplicação foi mais efetiva quando associada aos filmes.

Gortner e Singleton (1965), relataram que a atividade da peroxidase foi expressiva no suco de frutos imaturos e continuou durante maior período de desenvolvimento. Sua presença foi maior em frutos jovens (não maduro) que em frutos maduros, provavelmente devido à oxidação dos substratos fenólicos no suco. Foi observado ainda que do ponto zero de maturação até 20 dias após a maturação (frutos já na senescência), ocorreu um pequeno aumento na atividade da enzima peroxidase.

Vários trabalhos têm mostrado que a atividade desta enzima tem sido relacionada com o escurecimento na polpa do abacaxi. Van Lelyveld, Visser e Swarts (1991), constataram que quando abacaxis da cv. Queen foram armazenados por 30 dias em várias temperaturas, a de 8° C foi considerada a mais efetiva para a não manifestação do EI e portanto menor atividade desta enzima. Verificaram ainda que à 10, 12 e 16° C, houve alta atividade com presença de escurecimento interno na casca e polpa quando comparado com as temperaturas de 2, 4 e 6° C. Em trabalho anterior, Van Lelyveld e Bruyn (1977), encontraram valores da atividade peroxidase parecidos com os apresentados neste trabalho quando os frutos foram retirados da câmara, ao relatarem valores de 9,0 e 8,8 para frutos sadios e com EI respectivamente, sendo por esse motivo, segundo os autores, não apresentado relação desta enzima com o EI. Como se pode observar na Tabela 16, frutos que apresentavam EI, apresentaram uma atividade bem maior que a encontrada por esses autores.

TABELA 16- Atividade Peroxidase do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a 8,5 ± 1° C e 90 ± 3% de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob 23 ± 2° C e 70 ± 5% de UR.

Tratamento	Atividade Peroxidase (U/g/min.)					
	Tempo (dias)					
	0	2	4	6	8	Média
Controle	12,73	16,25	20,34	20,59	24,17	18,81
Cera	11,41	13,11	22,04	21,85	18,26	17,33
Filme 20	9,96	12,83	16,48	23,37	18,37	16,20
Filme 30	8,20	14,05	20,09	19,40	18,49	16,04
C+ F20	9,36	11,64	21,29	14,20	19,15	15,13
C+ F30	8,48	14,55	17,21	18,36	19,90	15,70

$F_1 = 10,54^{**}$; $F_2 = 2,51$ ns; $F_3 = 0,28$ ns; $F_4 = 1,65$ ns; $F_5 = 0,02$ ns

$\gamma_1 = 13,57$; $\gamma_2 = 6,67$; $\gamma_3 = -0,57$; $\gamma_4 = 2,42$; $\gamma_5 = 0,16$

Teste F para contrastes entre os tratamentos: F_1 = controle x demais tratamentos; F_2 = cera e filmes x cera + filmes; F_3 = cera + filme 20 x cera + filme 30; F_4 = cera x filmes; F_5 = filme 20 x filme 30
ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1% de probabilidade.

γ_n = diferença entre as médias dos tratamentos em relação aos contrastes 1, 2, 3, 4 e 5.

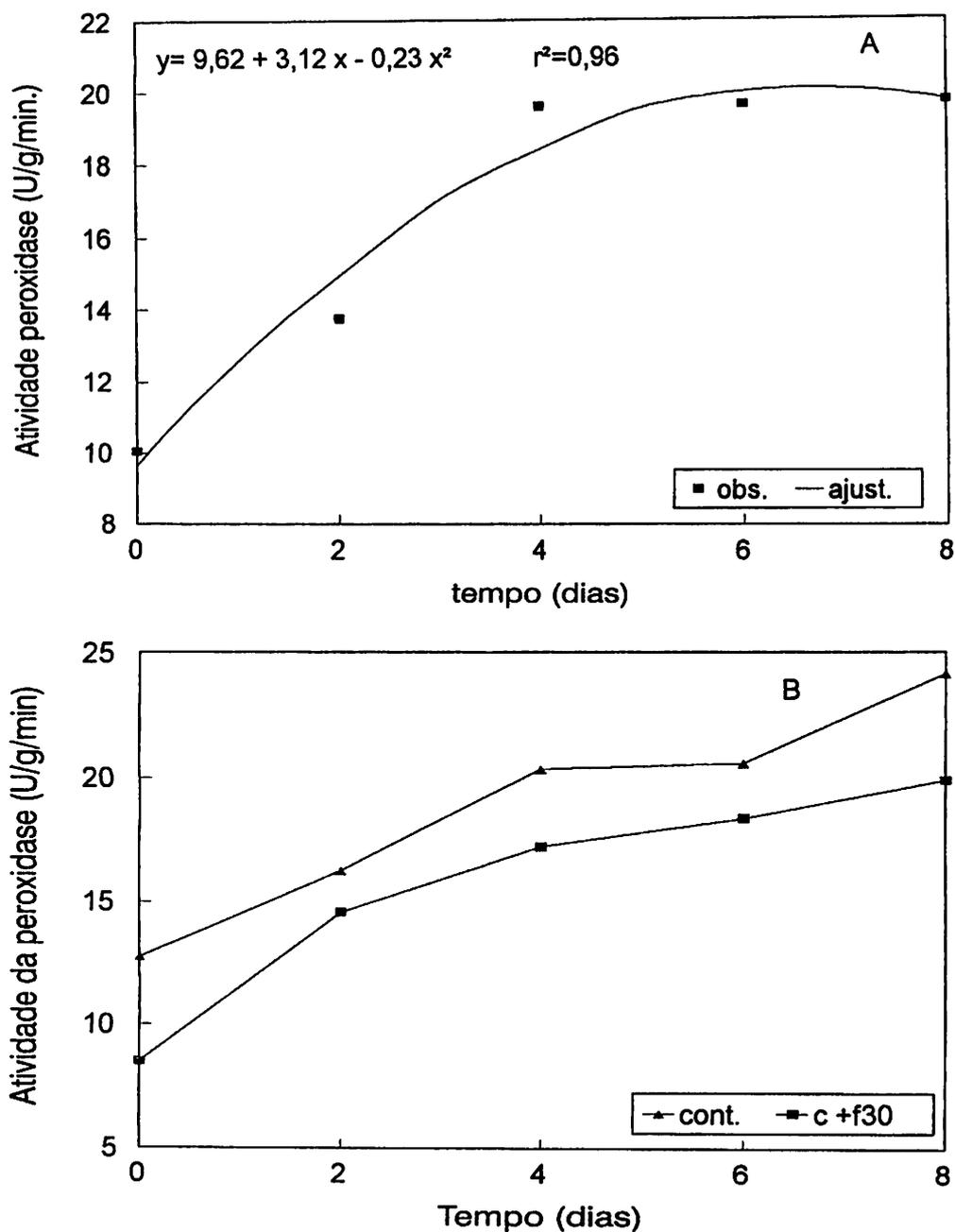
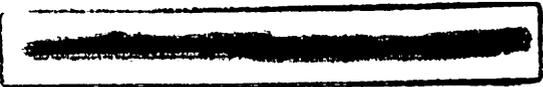


FIGURA 16: (A) Comportamento geral da atividade da peroxidase do abacaxi cv. Smooth Cayenne, quando submetido a diversos tratamentos pós-colheita e armazenados durante 30 dias a $8,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 3\%$ de UR, seguido de 8 dias ao ambiente sob $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de UR; (B) valores comparativos do tratamento controle (cont.) e cera + filme 30 (c+f30).



5 CONCLUSÕES

Diante das condições estabelecidas e resultados obtidos, conclui-se que:

- * Uso de atmosfera modificada com aplicação da cera Sparcitrus e filmes de cloreto de polivinila, melhorou a conservação do abacaxi;
- * Utilização isolada de cera, teve pouco efeito nas características qualitativas dos frutos;
- * Espessuras de 20 e 30 micra, demonstrou não haver diferenças significativas na maioria das análises realizadas;
- * Coberturas com cera mais filmes, usadas simultaneamente, resultaram em melhor manutenção da firmeza da polpa, menor perda d'água e menor área afetada com escurecimento interno.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos da atmosfera modificada em abacaxis cv. Smooth Cayenne quando armazenados em câmara fria por 30 dias seguido de 8 dias ao ambiente.

Os resultados obtidos permitiram não só maiores conhecimentos de algumas mudanças básicas da bioquímica deste fruto, como também o comportamento do mesmo quando submetido a atmosfera modificada com uso de cera e filmes. No entanto, como a utilização destas duas coberturas pode favorecer o metabolismo anaeróbico, com formação de compostos voláteis que pode influenciar no sabor dos produtos submetidos, e como as pesquisas com atmosfera modificada em abacaxis cultivados sob nossas condições climáticas ainda é carente, é aconselhado a realização de análises sensoriais e a determinação de compostos voláteis nos próximos trabalhos. Paralelamente, pode ser relevante também, o estudo com diferentes pontos de colheita, além de se trabalhar com temperaturas mais elevadas de armazenamento, com o objetivo de reduzir não só o número de frutos como também à área afetada com escurecimento interno, uma vez que estes constituem o principal problema para os frutos exportados.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELES, F. B.; MORGAN, P. W.; SALTVEIT Jr., M. E. **Ethylene: in plant biology**. 2. ed. California: Academic Press, 1992. 414 p.

ABREU, C. M. P. de. **Alterações no escurecimento interno e na composição química do abacaxi, cv. Smooth Cayenne durante seu amadurecimento com e sem refrigeração**. Lavras: ESAL, 1991. 67p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos).

ABREU, C. M. P. **Efeitos da embalagem de polietileno e da refrigeração no escurecimento interno e composição química durante a maturação do abacaxi c.v. Smooth Cayenne**. Lavras: ESAL, 1995. 94p. (Tese-Doutorado em Ciência dos Alimentos).

ADISA, V. A.; FAJOLA, A. O. Post-harvest fruit rots of pineapple (*Ananas comosus*, In Nigeria. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.7, n.1, p. 97-103, feb. 1982.

AKAMINE, E. K.; GOD, T.; STEEPY, T.; GREIDANUS, T.; IWAOKA, N. Control of endogenous brown spot of fresh pineapple in postharvest handling. **Journal of the American for Horticultural Science**, Alexandria, v.100, n.1, p.60-65, Jan. 1975.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE. 1994. v. 54.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. Viçosa: UFV, 1995. 335p.

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association on the agricultural chemists**. 15. ed. Washington, 1990. v2.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.
- BALLOD, L. B. **Qualidade e potencial de conservação sob atmosfera modificada de pêssego (*Prunus persico* (L) Batsch), cultivares Delícia e Talismã**. Lavras: ESAL, 1990. 118p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- BARTOLOMÉ, A. P.; RUPÉRES, P.; FÚSTER, C. Pineapples fruit: morphological characteristics, chemical composition and sensory analysis of Red Spanish and Smooth Cayenne cultivars. **Food Chemistry**, London, v.53, p.75-79, 1995.
- BEN-ARIE, R.; ZUTKHI, Y. Extending the storage life of Fuyu persimmon by modified atmosphere packaging. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.7, p.811-813, July 1992.
- BLEINROTH, E. W. Colheita e beneficiamento. In: BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Abacaxi para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: EMBRAPA, 1996. p.17-27. (Série Publicações Técnicas **FRUPEX**, 23).
- BLUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HANSEN, G. New method for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Biochemistry**, New York, v.54, p.484-489, 1973.
- BOTREL, N. **Efeito do peso do fruto no escurecimento interno e qualidade do abacaxi cv. Smooth Cayenne**. Lavras: ESAL. 1991. 81p. (Dissertação - Mestrado em Ciências dos Alimentos).
- BURG, S. P.; BURG, E. A. Molecular requirements for the biological activity of ethylene. **Plant Physiology**, Chicago, v.42, n.1, p.144-152, Jan. 1967.

- CALDWELL, C. R. Plant enzymes in relation to chilling sensitivity. In: WANG, C. Y. **Chilling injury of horticultural crops**. Boca Raton: CPR Press, 1990. p.165.
- CAMERON, A. C.; PETT, W. B.; LEE, J. Design of modified atmosphere packaging systems: Modeling oxygen concentrations within sealed packages of tomato fruits. **Journal of Food Science**, Chicago, v.54, n.6, p.1413-1416, Nov./Dec. 1989.
- CANO, M. P.; TORIJA, E.; MARIN, M. A.; CÂMARA, M. A simple ion-exchange chromatographic determination of non-volatile organic acids in some Spanish exotic fruits. **Lebensm. Unters. Forsch.**, v.199, p.214-218, 1994.
- CARVALHO, J. G.; OLIVEIRA, J. P.; PAULA, M. B.; BOTREL, N. Influência dos nutrientes na qualidade de frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.180, p.52-55, 1994.
- CASTRILLO, M.; BERMUDEZ, A. Postharvest ripening in wax coated bocado mango. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.27, n.4, p.457-63, Aug. 1992.
- CENCI, S. A. **Ácido naftalenoacético (ANA) e cloreto de cálcio na pré-colheita de uva niagara rosada (*Vitis labrusca* L x *Vitis vinifera* L.): avaliação do potencial de conservação no armazenamento**. Lavras:ESAL, 1994. 109p. (Tese - Doutorado em Ciência dos Alimentos).
- CHITARRA, M. I. F. ; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEP, 1990. 320 p.
- CHURCH, I. J.; PARSONS, A. L. Modified atmosphere packaging technology: a review. **Journal of the Science of food and Agriculture**, London, v.67, n.2, p.143-152, Feb. 1995.

- CORRÊA, L. S. de.; FERNANDES, F. M. Importância da adubação na qualidade de frutos tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO E QUALIDADE DOS PRODUTOS AGRÍCOLAS. 1, Ilha Solteira, 1989. **Anais...Ilha Solteira: UNESP/ANDA/POTAFOS, 1989.** p.1-22.
- DELLAPENNA, D.; LASHBROOK, C. C.; TOENJES, K.; GIOVANNONI, J. J.; FICHER, R. L.; BENNETT, A. B. Polygalacturonase isozymes and pectin depolymerization in transgenic rin tomato fruit. **Plant Physiology**, Baltimore, v.94, n.4, p.1882-1886, Nov. 1990.
- DULL, G. G. The pineapple: general. In: HULME, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press. 1971. Cap.9A, v.2, p.303-331.
- DULL, G. G; YOUNG R. E.; BIALE, J. B. Respiratory patterns in fruit of pineapple, *Ananas comosus*, detached at different stages of development. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.20, p.1059-1065, 1967.
- FISCHER, R. L.; BENNETT, A. B. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. **Annual Review Physiology Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.42, p.675-705, 1991.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAO yearbook trade**. Roma, 1994. v.48, 354p. (FAO Statistics Series, 127).
- GARCIA, E. E. C.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F.; BOLDIN, M. R. Embalagem. In: BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Abacaxi para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 1996. p.32-41. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 23).
- GEESON, J. D. ; GENGE, P. M.; SHARPLES, R. O.; SMITH, S. M. Limitations to modified atmosphere packaging for extending the shelf-life of partly ripened doyenenne du comice pears. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.26, n.2, p.225-231, Feb. 1991.

- GOLDSTEIN, J. L.; SWAIN, T. Changes in tannis in ripening fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v.2 p.371-383, 1963.
- GOMES, F.P. Experimentos fatoriais. In: _____. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 1987. p.96-125.
- GOODENOUGH, P.W. Comparative biochemistry of tomato fruit during ripening on the plant or retarded ripening. **Food Chemistry**, London, v.9, p.253, 1982.
- GOODENOUGH, P. W.; THOMAS, T. H. Comparative physiology of field-grown tomatoes during ripening on the plant or retarded ripening in controlled atmospheres. **Annual Applied Biology**, Palo Alto, v.94, p.44 ,1980.
- GOODENOUGH, P. W.; TUCKER, G. A.; GRIERSON, D.; THOMAS, T. H. Changes in colour polygalactoronase, monosacharides, and organic acids during storage of tomatoes. **Phytochemistry**, Oxford, v.21, n.2, p.281, 1982.
- GORTNER, W. A.; SINGLETON, V. L. Chemical and physical development of the pineapple fruit III. Nitrogenious and enzymes constituents. **Journal of Food Science**, Chicago, v.30, n.1, p.24-29, Jan./Feb. 1965.
- GRAHAM, D.; PATTERSON, B. D. Responses of plants to low, non freezing temperature proteins, metabolism and aclimation. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.33, p.347-372, 1972
- HAMMERSCHMID, R.; KUC, J. Lignification as a mechanism for induced systemic resistance in cucumber. **Physiological Plant Pathology**, London, v. 20, p.61-71, 1982.
- HAYAKAWA, K.; HEINIG, Y. S. E.; GILBERT, S. G. Formula for predicting gas exchange of fresh produce in polymeric film package. **Journal of Food Science**, Chicago, v.40, n.1, p.186-191, Jan./Feb. 1975.

- HEMEDA, H. M.; KLEIN, B. P. Effects of naturally occurring antioxidants on peroxidase activity of vegetable extracts. **Journal of Food Science**, Chicago, v.55, n.1, p.184-185, Jan./Feb. 1990.
- HUBBARD, N. L.; PHARR, D. M.; HUBER, S. C. Sucrose phosphate synthase and other sucrose metabolizing enzymes in-fruits of varios species. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 82, n.2, p.191-196, June 1991.
- HUDDAR, A. G. ; BHARALI, B.C.; THIMARAJU, K.R. Note on extension of storage of mango fruits by Tal-prolong. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.231, n.2, p. 668-669, 1988.
- JEFFERY, D.;SMITH, C.; GOODENOUGH, P.;PROSSER, I.; GRIERSON, D. Ethylene-independent and ethylene-dependent biochemical changes in ripening tomatoes. **Plant Physiology**, Wanhington, v.74, n.1, p.32-38, Jan. 1984.
- JEN, J. J.; ROBINSON, M. L. P. Pectolytic enzymes in sweet Bell Peppers (*Cpsicum annum* L.) **Journal of Food Science**, Chicago, v.9, n.4, p.1045-1087, July 1984.
- JURIN, V.; KAREL, M. Studies on control of respiration of McIntosh apples by packging methods. **Food Technology**, Chicago, v.17, n.6, p.104-108, June 1963.
- KADER, A. A. Biochemical and physiological bases for effects of controlled and modifical atmospheres on fruits and vegetebles. **Food Tecnology**, Chicago, v.40, n.5, p.99-104, May 1986.
- KADER, A. A. Modified atmosphere during transport and storage. In: KADER, A. A. **Postharvest technology**, California: Oakland, 1992. 296p.
- KASMIRE, R. F.; KADER, A. A.; KLAUSTERMEYER, J. A. Influencie of aeration rate and atmosphere composition during simulated transit on visual quality and off-odor production by brocoli. **HortScience**, Alexandria, v.9, n.3, p. 228-232, June 1974.

- KING, A. D. R.; BOLIN, H. R. Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 43, n. 2, p. 132-135, Feb. 1989.
- KLUGE, R. A.; JORGE, R. O. Efeito da embalagem de polietileno na frigoconservação de ameixas 'Amarelinhas'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, n.3 p.21-25, Jan 1992.
- KNEE, M. HADFIELD, S. G. S. The metabolism of alcohols by apple fruit tissue. **Journal of the Science Food and Agriculture**, London, v.32, p.593-600, 1981.
- LABAVITCH, J. M. Cell wall turnover in plant development. **Annual Review of plant Physiology**, Palo Alto, v. 32, p.385-406, 1981.
- LARMOND, E. **Laboratory methods for sensory evaluation of food**. [S.l.]: Department of Agriculture, 1977. (Publication, 1637)
- LEE, Y.C.; HAMMES, J. K. Heat inactivation of peroxidase in corn-on-the cob. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 44, n.3, p.785-787, May./June 1979.
- LODH, S. B.; SELVARAJ, Y.; CHADHA, K. L.; MELANTA, K. R. Biochemical changes associated with growth and development of pineapple fruit variety Kew. II. Changes in carbohydrate and mineral constituents. **Indian Journal of Horticulture**, Bangalore, v.29, p. 287-291, 1972.
- LUH, B. S.; PHITHAKPOL, B. Characteristic of polyphenoloxidase related to browning in chilling peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 37, n.2, p.264- 273, Mar./Apr. 1972.
- LUTZ, J. M.; HARDERBURG, R. E. E. **The comercial storage of fruits, vegetables and florist and hursery stocks**. Washington: U.S. Dept. of Agriculture, 1968. (Agriculture Hand Book, 66).

- LYONS, J. M. Chilling injury in plants. **Annual Review of plants Physiology**, Palo Alto, v.24, p.445-466, 1973.
- LYONS, J. M.; BREIDENBACH, R. W.; WEICHMANN, J. **Chilling injury in postharvest physiology of vegetables**, New York, [s.n.], 1987.
- MATOS, A. P. de. Epidemiologia da fusariose do abacaxi. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11,n.130, p.46-49, out. 1985.
- MATSUNO, H.; URITANI, I. Physiological behavior of peroxidase isosymes in sweet potato root tissue injured by cutting or with black rot. **Plant and cell Physiology**, Tokyo, v.13, p.1091-1101, 1972.
- MCCREADY, P. M.; MCCOMB, E. A. Extration and determination of total pectic material. **Analytical chemistry**, Washington, v.24, n.12, p.1586-1588, Dec. 1952.
- MEDLICOTT, A. P.; JEGER, M. J. The development and application of postharvest handling treatment to manipulate ripening in mangoes. In: PINSLEY, R. T.; TUCKER, R. T. **Mangoes: a review**. London: Commonwealth Science Council. 1987. p.56-77.
- MENEZES, J. B. **Armazenamento refrigerado de pedúnculo do cajú (*Anacardium occidentale* L.) sob atmosfera ambiental e modificada**. Lavras:ESAL, 1992. 102p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos)
- MIZUNO, S; TERAJ, I. H. KOZUKUE, N. Studies on the endogenous brow spot of pineapple in postharvest handling. **Science Reports of Faculty of Agriculture**, Kobe University, v.15, n.1, p.47-53, 1982.
- MORRIS, L. L. Chilling injury of horticulture crops: an overview. **HortScience**, Alexandria, v.17, n.2, p.161-162, Apr. 1982.

- MYERS, R. A. Packaging considerations for minimally processed fruits and vegetable. **Food Technology**, Chicago, v.43, n.2, p.129-131, Feb. 1989.
- NISPEROS, M. O.; BALDWIN, E. A. Effect of two types of edible films on tomato fruit ripening. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Miami, v.101, n.1-3, p.217-220, Nov. 1988.
- NISPEROS-CARRIEDO, M. O.; BALDWIN, E. A.; SHAW, P. E. Development of an edible coating for extending postharvest life of selected fruits and vegetables. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Miami, v.104, 29-31, p.122-125, Oct. 1991.
- OORAIKUL, D. Technological considerations in modified atmosphere packaging. In: OORAIKUL, B.; SILVER, M. E. **Modified atmosphere packaging of food**. Chichester: Ellis Horwood, 1991. p.26-48.
- PAIVA, M. J. G. de. **Características físicas, químicas e ponto de colheita do abacaxi (*Ananas comosus* L.) cvs. Pérola e Smooth Cayenne**. Lavras:ESAL, 1978. 82p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- PARK, H. J.; BUNN, J.M. ; VERGANO. P. S. ; TESTIN, R. F. Gas permeation and thickness of the sucrose polyesters, semperfresh in coatings on apples. **Journal of Food Processing and Preservation**, Trumbull, v.18, n.5, p. 349-358, Oct. 1994.
- PAULL, R. E.; ROHBACH, K. G. Juice characteristic and internal atmosphere of waxed Smooth Cayenne pineapple fruits. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.107, n.3, p.448-452, May 1982.
- PAULL, R. E.; ROHRBACH, K. G. Simptom development of chilling injury in pineapple fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.110, n.1, p.100-105, Jan. 1985.

- PRESSEY, R.; AVANTS, J. K. Separation and characterization the exopoligalacturonase and endopoligalacturonase from peaches. **Plant Physiology**, Washington, v.52, n.2, p.252-256, 1973.
- PY, C.; LACOEUILHE, J. J.; TEISSON, C. **L'ananas: saculture, ses produits**. Paris: G.P: Maisonneuve et Larose et ACCT, 1984. 562 p.
- PY, C.; TISSEAU, M. A. **L'ananas**. Paris: Maisonneuve et Larose. 1965. 298p.
- RAMTEKE, R.S.; GIPESON, W.; PARTWARDHAN, M.V. Behaviour of aroma volatiles during the evapotative concentration of some tropical fruit-juices and pulps. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.50, n.3, p.399-405, 1990.
- REED, G. **Enzymes in foof processing**. New York: Academic Press, 1975. 573p.
- RENAULT, P; SOUTY, M.; CHAMBROY, Y. Gas exchange in modified atmosphere packaging. 1: A new theoretiacal approach for micro-perforated packs. **International Journal of Food Science and technology**, Oxford, v. 29, n.4, p.365-378, May/Aug. 1994.
- RESENDE, J. M. **Qualidade pós-colheita de dez genótipos de tomate do grupo multilocular**. Lavras: UFLA, 1995. 90p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos)
- ROE, B. ; BRUMMER, J. H. Changes in pectin substances and enzymes during ripening and storage of 'Keitt' mangoes. **Journal of Food Science**, Chicago, v.46, n.1, p.186-9, Jan./Feb. 1981.
- ROHRBACH, K.G.; PAULL, R. E. Incidence and severity of chilling induced internal browning of waxed Smooth Cayenne pineapple. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.107, n.3, p.453-457, May 1982.

- ROHRBACH, K. G.; SCNMITT, D.P. **Compendium of tropical fruit diseases**, Flórida: APS PRESS, 1994. 88p.
- SALTVEIT, M. G.; BRADFORD, K. J.; DILLEY, D. R. Silver ion inhibits ethylene synthesis and action in ripening fruits. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.103, n.4, p.472-475, July 1978.
- SAVITCI, L. A.; GASPARINO, J. F.; LEITE, R. S. S. F. e BLISKA, F. M. M. - Packing house e mercado para abacaxi. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamentos de Alimentos**, Curitiba, v.14, n.2, p.181-204, jun./dez. 1996.
- SHEWFELT, R. L. Postharvest treatment for extending the shelf life of fruits and vegetable. **Food Technology**, Champaign, v.40, n.5, p.8-12, May 1986.
- SILVA, E. O. **Efeitos da embalagem plástica e da temperatura sobre a qualidade pós-colheita do mamão**. Viçosa: UFV, 1995. 74p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- SILVA, M. A. **Fisiologia pós-colheita de abacaxi cvs. Pérola e smooth Cayenne**. Campinas: 1980. 95p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia de Alimento).
- SILVA, S. M. **Conservação pós-colheita do limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka): uso de choque frio, atmosfera modificada e refrigeração - aplicação de modelagem matemática**. Lavras:ESAL, 1993. 125p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- SINGLETON, V. L.; GORTNER, W. A. Chemical e physical development of the pineapple fruit. II carbohydrate and acid constituents. **Journal Food Science**, Chicago, v.30, n.1, p.19-23, Jan./Feb. 1965.
- SIRIPHANICH, J.; KADER, A.A. Effects of CO₂ on total phenolics, phenylalanine ammonia lyase, and polyphenol oxidase in lettuce tissue. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.110, n.2, p.249-253, Mar. 1985a.

- SIRIPHANICH, J.; KADER, A.A. Effects of CO₂ on cinnamic acid-4-hydroxylase in relation to phenolic metabolism in lettuce tissue. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.110, n. 3, p.333-335, May 1985b.
- SMITH, L. G. Indices of physiological maturity and eating quality in Smooth Cayenne pineapple.
2. Indices of eating quality. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, Brisbane, v.45, n.2, p.219-228, 1988a.
- SMITH, L.G. Indices of physiological maturity and eating quality in Smooth Cayenne pineapple.
1. Indices of physiological maturity. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, Brisbane, v.45, n.2, p. 213-218, 1988b.
- SMITH, S.; GERSON, J.; STOW, J. Production of modified atmospheres in deciduous fruits by the use of films and coating. **HortScience**, Alexandria, v.22, n.5, p.772-776, Oct. 1987.
- SOUTHGATE, D.A.T. **Determination of food carbohydrates**. London: Elsevier Applied Science, 1991, 232p.
- SPAGNOL, W. A.; ROCHA, J. L. V.; PARK, K. J. Pré-resfriamento de frutas e hortaliças **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.180, p.5-9, 1994. (Edição Especial).
- STROECKER, R.; HENNING, H. M. **Analises de vitaminas: métodos comprovados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.
- TALASILA, P. C.; CAMERON, A. C. Modeling frequency distribution of steady state O₂ partial pressures in modified atmosphere packages. **Journal of Food Process Engineering**, Trumbull, v.18, n.2, p.199-217, June 1995.
- TAVAKOLI, M.; WILEY, R. C. Relation to trimethylsilyl derivatives of fruit tissue polysaccharides to apple texture. **Journal of the American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.92, p.79, 1968.

- TEISSON, C. Le brunissement interne de l'anana. I-Historique. II-Matériel et méthodes. **Fruits**, Paris, v.34, n.4, p.245-281. avr.1979.
- VAN LELYVELD, I. J.; VISSER, G. J.; SWARTS, D. H. The effect of various storage temperatures on peroxidase activity and protein PAGE gel electrophoresis in Queen pineapple fruit. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.66, n.6, p. 629-634, Sept. 1991.
- VAN LELYVELD, L. J.; BRUYN, J. A. Polyphenols, ascorbic and related enzyme activities associated with black heart in Cayenne pineapple fruit. **Agrochemophysics**, South Africa, v.9, n.1, p. 1-6, Mar. 1977.
- VIGYÁZO, L. Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables. **Food Science Nutritions**, West Palm Beach, v.15, p.49-127, 1981.
- VUKOMANOVIC, C. R. **Efeito da maturação e baixa temperatura na composição química e no escurecimento interno do abacaxi**. Lavras: ESAL, 1988. 80p. (Dissertação- Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- WANG, C. Y. Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress. **HortScience**, Alexandria, v.17, n.2, p.173-186, Apr. 1982.
- WANKIER, B. N.; SALUNKHER, D. K.; CAMPMELL, W. F. Effects of controlled atmosphere storage on biochemical changes in apricot and peach fruit. **Journal American Society and Horticultural Science**, Alexandria, v.95, n.5, p.604 -609, Sept.1970.
- WARDWSKI, W. F. Physiological disorders of fruit. **Compendium of citrus diseases**. 1993, 63p. USA.
- WATADA, A. E.; AULENBACH, B. B.; WORTHINGTON, J. T. Vitamins A and C in ripe tomatoes as affected by stage of ripeness at harvest and by suplementaty ethylene. **Journal Food Science**, Chicargo, v,41, n.4, p.856-858, July 1976.

- WATTS, J. H.; GRISWOLD, R.M. Enzyme and ascorbic acid content of fresh and frozen pineapple. **Food Research**, Stanford, v.18, n.2, p. 162-168, Mar./Apr. 1953.
- WHEATLEY, C. C. **Studies on cassava (*Manihot esculenta* Grantz) root post-harvest physiological deterioration**. London: Wye College University of London, 1982. 246p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- WOODWARD, J. R. Physical and chemical change in developing strawberry fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chicago, v.23, n.4, p.465-473, Apr. 1972.
- YAMAKI, S.; MACHIADA, Y.; KAKIUCHI, N. Changes in cell wall polysacharides during development and ripening of japanese pear fruit. **Plant and Cell Physiology**, Tokyo, v.20, p.311-312, 1979.
- YAMASHITA, F. **Armazenagem frigorífica de mangas (*Mangifera indica* L. Cv. Keitt) embaladas sob atmosfera modificada**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1995. 142p. (Tese- Doutorado em Engenharia de Alimentos).
- YAMAUCHI, N.; WATADA, A. E. Regulated chlorophyll degradations in spinach leaves during storage. **Journal of American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.116, n.1, p.58-62, Jan. 1991.
- YANG, S. F. Biosynthesis and action of ethylene. **HortScience**, Alexandria, v.20, n.1, p.41-45, Feb. 1985.
- YANG, S. F.; HOFFMAN, N. E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plant. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.35, p.155-189, 1984.
- ZAGORY, D.; KADER, A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, Campaing, v.42, n.9, p.70-77, Sept.1988.

ZOSANGLIANA.; NARASIMHAM, P. Internal atmosphere of some fruits and vegetables.
Journal Food Science Technology, Stanford, v.30, p.46-47, 1993.

8 ANEXO

TABELA 1A-Resumo da análise de variância de perda de peso, potencial hidrogênio (pH), vitamina C e acidez total titulável do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a 8,5° C (± 1) e 90% de UR (± 3), seguido de 8 dias ao ambiente sob 23° C (± 2) e 70% de UR (± 5).

FATORES	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		P.PESO	PH	ATT	VIT.C
TRAT.	5	27,832 **	0,002 ns	187,320 ns	17,222 ns
TEMPO	4	64,525 **	0,099 **	2891,055 **	75,721 **
TRA * TEM	20	1,154 ns	0,004 ns	163,182 ns	6,086 ns
RESÍDUO		0,844	0,003	90,402	7,376
CV (%)		13,982	1,661	6,958	9,826

ns, *, **, não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade respectivamente pelo teste F

TABELA 2.A-Resumo da análise de variância de sólidos solúveis totais, açúcares redutores, sacarose e açúcares totais do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a 8,5° C (± 1) e 90% de UR (± 3), seguido de 8 dias ao ambiente sob 23° C (± 2) e 70% de UR (± 5).

FATORES	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		SST	A.REDUT.	SACAROSE	A. TOTAIS
TRAT.	5	1,548 ns	1,479 **	1,058 *	1,211 ns
TEMPO	4	1,910 ns	21,974 **	19,797 **	1,410 ns
TRA * TEM	20	1,482 ns	0,671 ns	0,864 *	1,312 ns
RESÍDUO		1,465	0,376	0,366	1,040
CV (%)		10,869	13,215	23,145	13,926

ns, *, **, não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade respectivamente pelo teste F

TABELA 3A-Resumo da análise de variância da firmeza, pectina solúvel, pectina total e atividade poligalacturonase (PG) do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a 8,5° C (\pm 1) e 90% de UR (\pm 3), seguido de 8 dias ao ambiente sob 23° C (\pm 2) e 70% de UR (\pm 5).

FATORES	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		FIRMEZA	PEC. SOL.	PEC.TOT.	PG
TRAT.	5	392,089 **	31,740 ns	2595,320 **	1191,622 **
TEMPO	4	1191,741 **	1646,570 **	1513,589 *	1997,843 **
TRA * TEM	20	77,076 ns	54,688 ns	1452,396 **	785,604 **
RESÍDUO		99,084	30,721	477,204	299,190
CV (%)		11,533	17,072	11,354	14,598

ns, *, **, não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade respectivamente pelo teste F

TABELA 4.A-Resumo da análise de variância de compostos fenólicos, atividade polifenoloxidase, atividade peroxidase e área afetada com escurecimento interno do abacaxi cv. Smooth Cayenne, após 30 dias em câmara a 8,5° C (\pm 1) e 90% de UR (\pm 3), seguido de 8 dias ao ambiente sob 23° C (\pm 2) e 70% de UR (\pm 5).

FATORES	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		C. FENOLICO	POLIFENOL	PEROXIDASE	E.INTERNO
TRAT.	5	50,235 **	28,999 **	17,730 *	53,818 *
TEMPO	4	1785,462 **	953,508 **	237,549 **	2280,278 **
TRA * TEM	20	14,384ns	14,255 *	8,542 ns	54,633 ns
RESÍDUO		10,918	5,996	5,905	75,987
CV (%)		8,429	11,094	14,691	40,793

ns, *, **, não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade respectivamente pelo teste F

