



**INFLUÊNCIA DA ATMOSFERA
MODIFICADA ATIVA SOBRE A QUALIDADE
DO ABACAXI 'PÉROLA' MINIMAMENTE
PROCESSADO**

JULIANA COSTA BUENO SANTOS

2002

53624
37962 MFN

JULIANA COSTA BUENO SANTOS

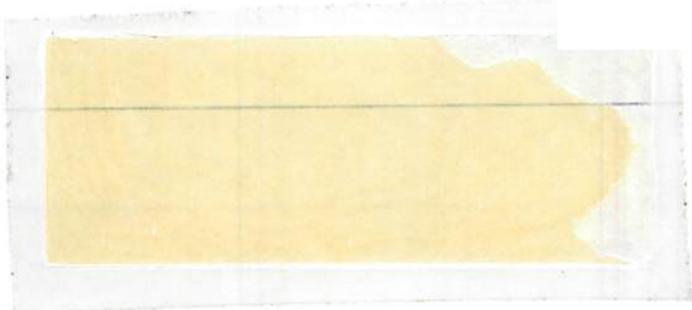
**INFLUÊNCIA DA ATMOSFERA MODIFICADA ATIVA SOBRE A
QUALIDADE DO ABACAXI 'PÉROLA' MINIMAMENTE
PROCESSADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2002**



Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA

Santos, Juliana Costa Bueno

Influência da atmosfera modificada ativa sobre a qualidade do abacaxi 'Perola'
minimamente processado / Juliana Costa Bueno Santos. -- Lavras : UFLA, 2002.
74p. : il.

Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Abacaxi. 2. Conservação. 3. Atmosfera modificada. 4. Qualidade. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-664.804772
-664.8085

JULIANA COSTA BUENO SANTOS

**INFLUÊNCIA DA ATMOSFERA MODIFICADA ATIVA SOBRE A
QUALIDADE DO ABACAXI 'PÉROLA' MINIMAMENTE
PROCESSADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação Stricto Sensu em Ciência dos Alimentos, para
obtenção do título de "Mestre".

Aprovada em 19 de abril de 2002

Prof. Dr. Augusto Ramalho de Moraes

UFLA

Dra. Mônica Elisabeth Torres Prado

UFLA



Prof. Dr. EDUARDO VALÉRIO DE BARROS VILAS BOAS
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

**Aos meus pais Luiz Fernando e Sônia, e meu irmão
Luiz Renato, por serem um exemplo de vida e força,**

Ofereço

**Às pessoas que mais amo,
Alyson, Letícia e Otávio por tudo
que representam para mim, -**

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me concedido mais esta realização.

Aos meus pais por abrirem mão dos seus dias em função dos meus sempre com um largo sorriso no rosto; espero ser capaz de retribuir todo este carinho e dedicação.

À Eni e Agnaldo pela força, carinho e apoio constantes.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pelas condições de trabalho.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Ao prof. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas pela orientação, amizade e ensinamentos.

Aos amigos e professores Adimilson e Maria Isabel Chitarra pelo estímulo à pesquisa, confiança e, principalmente, pela oportunidade concedida.

Ao prof. Augusto Ramalho de Moraes pela orientação na análise estatística.

À Mônica E. Torres Prado pela co-orientação, amizade e valioso apoio na montagem do experimento.

À prof. Fátima Piccolo por ter me ajudado a solucionar os problemas durante a montagem e condução do experimento.

À prof. Roberta Hilsdorf P. do Valle pela sugestão das análises microbiológicas.

Ao prof. Paulo Clemente pela orientação nas análises sensoriais.

À Ana Carla Marques Pinheiro pela amizade verdadeira, carinho, estímulo, e principalmente, por sua ajuda na condução das análises de laboratório e estatística.

À amiga Renata Bueno pela ajuda na conclusão deste trabalho.

À Leonora pelo auxílio nos textos de inglês.

Às laboratoristas Cidinha, Mércia, Sandra e Tina pelos esclarecimentos, convivência e amizade.

Aos funcionários do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA.

Enfim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a elaboração deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Aspectos gerais.....	3
2.2 Aspectos comerciais.....	4
2.3 Parâmetros avaliados na escolha do fruto para processamento.....	5
2.4 Sólidos solúveis totais e açúcares solúveis totais.....	7
2.5 pH e acidez total titulável.....	8
2.6 Pectinas total e solúvel.....	9
2.7 Pectinametilesterase, poligalacturonase e polifenoloxidase.....	10
2.8 Vitamina C total.....	11
2.9 Processamento mínimo.....	12
2.9.1 As etapas do processamento mínimo.....	15
2.9.2 Mercado de produtos minimamente processados.....	16
2.9.3 Conseqüências do processamento mínimo.....	18
2.9.3.1 Conseqüências fisiológicas.....	18
2.9.3.2 Conseqüências nutricionais.....	20
2.9.3.3 Conseqüências microbiológicas.....	21
2.9.3.4 Efeito sobre a qualidade sensorial.....	23
2.10 Embalagens e modificação atmosférica.....	25
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1 Material.....	29
3.2 Metodologia.....	29
3.2.1 Processamento do fruto.....	29
3.2.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	30
3.2.3 Avaliações na polpa.....	30
3.2.3.1 Líquido drenado (LD).....	30
3.2.3.2 Sólidos solúveis totais (SST).....	30
3.2.3.3 Açúcares solúveis totais (AST).....	31
3.2.3.4 pH.....	31
3.2.3.5 Acidez total titulável (ATT).....	31
3.2.3.6 Textura.....	31
3.2.3.7 Pectina total (PT) e pectina solúvel (PS).....	31
3.2.3.8 Atividade da pectinametilesterase (PME).....	32
3.2.3.9 Atividade da poligalacturonase (PG).....	32

3.2.3.10 Atividade da polifenoloxidase (PFO).....	32
3.2.3.11 Vitamina C total.....	32
3.2.4 Análise sensorial.....	32
3.2.5 Análises microbiológicas.....	33
3.2.5.1 Preparo das amostras.....	33
3.2.5.2 Análises efetuadas.....	34
3.2.6 Análise estatística e comparação múltipla.....	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1 Líquido drenado (LD).....	35
4.2 Sólidos solúveis totais (SST) e açúcares solúveis totais (AST).....	36
4.3 pH e acidez total titulável (ATT).....	40
4.4 Textura.....	42
4.5 Pectina total (PT) e pectina solúvel (PS).....	44
4.6 Pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG)	46
4.7 Polifenoloxidase (PFO).....	48
4.8 Vitamina C total.....	49
4.9 Análise sensorial.....	51
4.9.1 Sabor.....	51
4.9.2 Aparência e cor.....	52
4.10 Análises microbiológicas.....	54
5 CONCLUSÕES.....	56
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXO.....	70

RESUMO

SANTOS, J.C.B. **Influência da atmosfera modificada ativa sobre a qualidade do Abacaxi 'Pérola' minimamente processado.** Lavras: UFLA, 2002. 74p. (Dissertação – Mestrado em Ciência dos Alimentos)*

Dentre os frutos comercializados minimamente processados, o abacaxi tem sido pouco estudado. Porém apresenta um grande potencial neste setor, devido as suas características organolépticas e aceitação no mercado. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da atmosfera modificada ativa sobre a qualidade do abacaxi minimamente processado. Logo, estudaram-se as modificações físicas, físico-químicas, químicas e bioquímicas, além de aspectos sensoriais e microbiológicos, de abacaxis 'Pérola' minimamente processados submetidos a diferentes atmosferas modificadas (controle – atmosfera modificada passiva; 5%O₂ + 5%CO₂, 2%O₂ + 10%CO₂), acondicionados em embalagens, durante 10 dias, sendo as análises realizadas de 2 em 2 dias. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras - MG, em delineamento inteiramente casualizado (DIC). As variáveis pH e vitamina C não foram significativamente afetadas pela atmosfera modificada ativa. Maiores valores de sólidos solúveis totais (SST) foram encontrados nos frutos sob atmosfera 5%O₂ + 5%CO₂ e no caso dos açúcares solúveis, o tratamento com 2%O₂ + 10%CO₂ ditou maiores teores. A atmosfera com 2%O₂ + 10%CO₂ determinou maior firmeza e também proporcionou maiores valores de pectina total, menores teores de pectina solúvel e menor perda de líquido drenado. A enzima pectinametilesterase (PME) não apresentou atividade nos leques de abacaxi sendo que os tratamentos com 5%O₂ + 5%CO₂ determinaram menor atividade das enzimas poligalacturonase (PG) e polifenoloxidase (PFO). A análise microbiológica detectou valores insignificantes para fungos filamentosos, leveduras e coliformes totais e fecais em todos os tratamentos. De acordo com a análise sensorial, a vida útil destes frutos foi de 6 dias. .

* Comitê Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas - UFLA (Orientador), Mônica E. Torres Prado - UFLA (Co-Orientadora).

ABSTRACT

SANTOS, J.C.B. Effect of active modified atmosphere on the quality of fresh-cut pineapple 'Pérola'. Lavras: UFLA, 2002. 74p. (Dissertation - Master in Food Science).*

Fresh-cut pineapple has not been much studied. However, it is a great potential in the fresh-cut market since it has good sensorial characteristics and acceptance. The goal of this work was verify the effect of active modified atmosphere on the quality of fresh-cut pineapple. Physical, physical-chemical, chemical, biochemical, microbiological and sensorial changes of fresh-cut pineapple 'Pérola' treated with passive modified atmosphere (control) and active ($5\%O_2 + 5\%CO_2$; $2\%O_2 + 10\%CO_2$) were studied. The slices were packed and stored for 10 days and analyzed each 2 days. The experiment was carried out in a completely randomly design at Federal University of Lavras, Brazil. pH and ascorbic acid were not significantly affected by active modified atmosphere. Higher values of total soluble solids (TSS) were found in the slices under $5\%O_2 + 5\%CO_2$, whereas $2\%O_2 + 10\%CO_2$ promoted higher levels of total sugars. $2\%O_2 + 10\%CO_2$ promoted higher firmness and levels of total pectin and lower levels of soluble pectin and loss of drained liquid. Pectin metyl esterase (PME) did not present activity in the slices although the treatment with $5\%O_2 + 5\%CO_2$ has promoted lower activity of polyphenol oxidase (PPO) and polygalacturonase (PG). The microbiological analysis detected insignificant values to fungus, yeasts and total and fecal coliforms in all treatments. In accord to sensorial analysis the post-cutting life of the fruits was 6 days

* Guidance Committe: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas - UFLA (adviser),
Mônica E. Torres Prado - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

Um mercado em expansão, com crescimento anual de pelo menos 20%, cada vez mais chama a atenção de consumidores que buscam praticidade e qualidade na hora de comprar frutas e hortaliças. Trata-se da elaboração e consumo de alimentos com baixo percentual de processamento, nos quais são mantidos, a textura, o sabor, enfim as propriedades originais.

Atualmente, as pessoas estão preferindo a praticidade, rapidez no preparo, eliminação do desperdício, frescor e a higiene dos alimentos; e estes atributos podem ser encontrados nos produtos minimamente processados, uma vez que o único trabalho na cozinha é abrir a embalagem e colocar o conteúdo em um recipiente, não necessitando, portanto, de lavagem ou descarte de resíduos.

No Brasil, estes produtos são apreciados, principalmente por pessoas que trabalham fora, têm maior poder aquisitivo, moram sozinhas ou em núcleo familiar reduzido.

O processamento mínimo de frutos e hortaliças se refere às operações que eliminam partes não comestíveis como cascas, talos e sementes, seguidas pelo corte em tamanhos menores, tornando-as prontas para o consumo imediato, sem que as frutas e hortaliças percam a condição de produto fresco ou *in natura*.

Alimentos minimamente processados são ecologicamente corretos, porque têm baixo impacto ambiental e todas as partes não consumíveis são depositadas na natureza como forma de adubo.

Os danos físicos ou ferimentos causados aos tecidos pelas operações do processamento modificam a atividade fisiológica com aumento na taxa de respiração e produção de etileno, o que torna os produtos minimamente processados mais perecíveis que os produtos íntegros *in natura*.

O aumento na respiração e na produção de etileno pelos tecidos ocorre minutos após o corte, promovendo reações químicas e bioquímicas responsáveis pelas modificações da qualidade sensorial, bem como nutricional. Como o produto injuriado senesce mais rapidamente, torna-se mais suscetível ao ataque de microrganismos, com redução da vida útil e da segurança no seu uso como alimento.

Devido a este fato, a aplicação efetiva de tecnologias para o processamento mínimo de frutas e hortaliças vem sendo largamente utilizada, através do manuseio adequado do produto e das condições do ambiente (temperatura, umidade e concentração dos gases) durante o processamento, armazenamento, distribuição e comercialização. Sendo esta a melhor forma para a obtenção de produtos com boa qualidade, maior tempo de vida útil e com segurança para o consumo.

Visto que a popularidade dos produtos minimamente processados tem sido incrementada nos últimos anos, devido aos aspectos de conveniência e satisfação do consumidor, e face aos poucos estudos referentes aos efeitos deste processamento sobre o abacaxi, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da atmosfera modificada ativa em diferentes concentrações sobre a qualidade do abacaxi 'Pérola' minimamente processado, através de análises químicas, físico-químicas, bioquímicas, físicas, microbiológicas e sensoriais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais

No cenário agrícola mundial de frutas, a cultura do abacaxi tem elevada demanda e alta rentabilidade (Santana et al.,1996). O abacaxi é considerado um dos frutos exóticos mais importantes, que vem se expandindo no mercado mundial, principalmente, por seu sabor, aroma, cor e características físico-químicas.

O abacaxizeiro *Ananas comosus* (L) Merrill é uma planta monocotiledônea, herbácea perene, pertencente a família Bromeliaceae. É um fruto composto, do tipo sorose, formado de 100 a 200 frutos simples do tipo baga, inseridos sobre uma haste central ou miolo, em disposição espiralada e intimamente soldados entre si. A parte comestível do fruto é a polpa succulenta (Medina, 1987). Apresenta cerca de 46 gêneros e 1.700 espécies, ocorrendo, principalmente em zonas tropicais e subtropicais.

Segundo Gonçalves (1998), a taxonomia do gênero *Ananas* engloba 5 grupos varietais (Cayenne, Queen, Spanish, Pérola e Mordilonus-Peroloera-Maipure).

O abacaxi apresenta grande variação na sua composição química, de acordo com a época em que é produzido. Seu valor nutricional depende, principalmente, dos açúcares solúveis, das vitaminas e dos minerais que contém (Bleinroth, 1987; Thé, 2001). Os açúcares representam uma fração muito importante de sua parte comestível, sendo a sacarose mais importante que os açúcares redutores (Dull, 1971). Dentre as vitaminas, destacam-se as A e C (Thé, 2001). A acidez é uma das principais características responsáveis pelo sabor do abacaxi, e apesar do baixo teor, os lipídeos exercem função muito

importante na manutenção da textura, do flavor, da pigmentação e dos demais componentes químicos (Mattoo et al., 1975 citado por Thé, 2001).

No Brasil, 'Smooth Cayenne' e 'Pérola' são as principais variedades cultivadas comercialmente (Medina, 1987). A variedade Pérola ou Pernambuco caracteriza-se por apresentar frutos com peso variando de 1.300 a 1.800 kg, com formato cônico e polpa de coloração amarelo-clara, doce e pouco ácida. Apresenta como desvantagem o fato de os frutos não terem aparência e amadurecimento uniformes. Tanto a forma cônica quanto a coloração amarelo-clara da polpa limitam a utilização desta variedade para propósitos industriais (Carvalho & Botrel, 1996). Mas para o consumo in natura, esta variedade é considerada insuperável, graças a sua polpa suculenta e saborosa (Gonçalves & Carvalho, 2000).

2.2 Aspectos comerciais

O abacaxi é originário de regiões tropicais e subtropicais, altamente consumido em todo mundo, tanto ao natural quanto na forma de produtos industrializados. As excelentes características qualitativas dos frutos refletem na sua importância sócio-econômica (Carvalho & Botrel, 1996).

Mundialmente, o Brasil destaca-se como um dos três maiores países produtores individuais de abacaxi, sendo o maior produtor na América do Sul, e até o mês de agosto de 2001 produziu cerca de 3.113.465 toneladas do fruto (Agriannual, 2002). Entre os principais estados produtores estão Minas Gerais, Pará e Paraíba (Levantamento...,1998 citado por Chalfoun, 1998; Thé et al., 2001). A produção de abacaxi tem crescido cerca de 10% ao ano, sendo 90% da produção destinada ao consumo interno na forma *in natura* e 5% voltado à industrialização, com perdas chegando até 15% do produto colhido (Carneiro et al., 2001). De acordo com os dados da Agriannual (2001), se 5 a 10% do abacaxi produzido fosse utilizado para obtenção de produtos minimamente processados,

poderia-se estimar um mercado em torno de 140 a 280 mil toneladas e US\$ 44,8 a 89,6 milhões, a um preço de US\$ 0,32/kg. No entanto, tem ocorrido perda de competitividade perante importantes países tradicionalmente importadores de abacaxi, como os que compõem o Mercosul. A maior parte da exportação de abacaxi no Brasil é feita na forma de fruta fresca (Thé et al., 2001), sendo que no período de janeiro a setembro de 2000, o Brasil exportou 4.782 toneladas da fruta enquanto que no mesmo período do ano de 2001, as exportações atingiram 4.994 toneladas (Brasil, 2001).

Era de se esperar que o Brasil apresentasse uma maior participação no mercado externo desta fruta, no entanto, para se ter competitividade neste mercado, é necessária a oferta de frutos de excelente qualidade (Carvalho & Botrel, 1996).

Internamente, apesar de apresentar uma média de preços compensador, o valor do produto sofre um efeito de sazonalidade durante o ano, o que pode ser resolvido através do escalonamento da produção. No caso do mercado externo, para se alcançar o padrão de qualidade exigido, esforços devem ser empenhados pelos vários segmentos do setor no sentido da adoção de cuidados nas fases de pré-colheita, colheita, e pós-colheita dos frutos, no bom acondicionamento deles em embalagens e transporte, mantendo condições ambientais adequadas, com tratamentos fitossanitários condizentes com a legislação do Brasil e dos países importadores (Chalfoun, 1998).

2.3 Parâmetros avaliados na escolha do fruto para o processamento

Muitos fatores influenciam a qualidade das frutas pré-cortadas, incluindo condições de crescimento e práticas culturais, maturidade na colheita, métodos de manuseio e colheita, padrão de inspeção e duração e condição de armazenamento (Alves et al., 2000; Miranda, 2001). Um sistema de manuseio totalmente integrado sustenta um maior controle sobre os fatores de qualidade.

Durante a maturação, os frutos sofrem grandes transformações físicas e químicas, que representam um amálgama imenso de processos bioquímicos de síntese e degradação simultâneas ou seqüenciais, levando à melhoria dos atributos de qualidade, principalmente, de pigmentação, textura, sabor e aroma (Tuker, 1993; Miranda, 2001).

Os atributos de qualidade dizem respeito à aparência, sabor, odor, textura, valor nutritivo e segurança dos produtos, tendo importância variada, de acordo com os interesses de cada segmento da cadeia de comercialização, ou seja, do produtor até o consumidor. Estes atributos devem ser considerados em conjunto, pois são pouco representativos da qualidade como um todo, se considerados isoladamente (Chitarra & Chitarra, 1990).

Os produtos precisam ser avaliados no campo, durante o crescimento, na maturidade para a colheita e após a colheita, para melhor conhecimento do valor real e de sua capacidade de manutenção ou deterioração da qualidade, com base em padrões pré-estabelecidos (Chitarra & Chitarra, 1990).

Segundo Bleinroth (1996), o abacaxi deve ser colhido no seu completo desenvolvimento fisiológico, tendo-se o cuidado de não colher demasiado verde, pois, nestas condições, não amadurece, por possuir pouca ou nenhuma reserva amilácea. Portanto deve ser colhido no estágio “de vez”, ou seja, com a casca metade verde e metade amarela, o qual poderá amadurecer com maior qualidade.

Observa-se, com freqüência, que mesmo estando com a casca ainda bastante verde, alguns frutos das variedades Smooth Cayenne e Pérola encontram-se com a polpa totalmente madura. Assim pode-se concluir que a casca não é um indicativo preciso da maturidade real ou fisiológica.

O abacaxi não necessita de pré-resfriamento, podendo ser colocado imediatamente na câmara fria, com temperatura de 10°C, sendo, entretanto, imprescindível que o fruto seja colocado em pequenas camadas que propiciem uma boa ventilação.

De acordo com Paull (1993), os distúrbios fisiológicos acontecem quando o fruto é colocado sob temperaturas abaixo de 7°C, em que ocorre escurecimento interno (“bruissement interne” ou “internal browning”), que se caracteriza pelo aparecimento de pequenas manchas escuras no ponto de inserção dos frutinhos ao longo do cilindro central (Teisson, 1979; Py et al., 1984; Kader, 2002), aumentando o teor de acidez e a inversão de sacarose. A umidade relativa (UR) da câmara deve permanecer em torno de 90% para evitar a perda de massa e preservar o aspecto da fruta fresca (Bleinroth, 1996).

Segundo Rocha (1982), citado por Thé (2001), as transformações bioquímicas que ocorrem no abacaxi durante o amadurecimento e armazenamento em baixas temperaturas são evidentes e influenciam a qualidade final do fruto.

2.4 Sólidos solúveis totais (SST) e açúcares solúveis totais (AST)

Os sólidos solúveis totais (SST) são compostos solúveis em água e importantes na determinação da qualidade do fruto, sendo obtidos através de refratômetro e expressos em °Brix.

Os SST na maioria das vezes aumentam com o transcorrer do processo de maturação do fruto, por biossíntese, degradação de polissacarídeos ou perda de água dos frutos, resultando em maior concentração dos mesmos. Já a perda varia com a taxa de respiração, uma vez que os sólidos são substratos utilizados no processo respiratório (Fidler & North, 1966).

Geralmente, os teores de açúcares são representados pela porcentagem de sólidos solúveis, diferindo seu conteúdo entre variedades, frutos de uma mesma variedade e até mesmo entre porções da polpa (Py et al., 1984).

Um importante atributo associado à qualidade dos frutos é o sabor. O conteúdo e a composição dos açúcares têm papel fundamental no sabor, sendo também indicadores do estágio de maturação dos mesmos (Gonçalves, 1998;

Carvalho, 2000). Junto com os ácidos orgânicos, estes são os principais substratos da respiração. Estes últimos são produtos intermediários nos processos metabólicos e estão diretamente envolvidos no crescimento, maturação, amadurecimento e senescência de frutos e vegetais (Gonçalves, 1998).

Os principais açúcares solúveis presentes nos frutos são a glicose, frutose e sacarose. Os açúcares do abacaxi são responsáveis pela doçura, flavor, através do balanço de ácidos, pela cor atrativa, como derivados de antocianinas e pela textura, quando combinados com polissacarídeos estruturais (Bleinroth, 1987); estes açúcares representam cerca de 9/10 da matéria seca do suco, correspondendo a uma fração muito importante da parte comestível da fruta. Destes açúcares sobressai-se a sacarose, com teores variando de 5,9 a 12,0%, representando nos frutos maduros, em média 66% dos açúcares totais (Carvalho & Botrel, 1996).

2.5 pH e acidez total titulável

O pH determina a concentração hidrogeniônica de uma solução e se relaciona inversamente com a acidez. Em abacaxis, estes valores oscilam no intervalo de 3,0 a 4,0 (Thé, 2001).

A acidez orgânica total, que é a soma de todos os ácidos orgânicos livres e aqueles presentes sob a forma de sais, tende a aumentar com o decorrer do crescimento do fruto até o seu completo desenvolvimento fisiológico, quando, então, começa a decrescer, à medida que ele vai amadurecendo (Sigrist, 1988 citado por Gonçalves, 1998). Desta forma, a relação açúcares/ácidos aumenta durante a maturação na maioria dos frutos e é um importante atributo de qualidade. Além disso, muitos deles são voláteis, contribuindo para o aroma característico de muitos frutos (Wills et al., 1998).

A acidez é calculada com base no principal ácido presente, expressando-se o resultado em % de acidez total titulável (ATT). Os principais ácidos responsáveis pela acidez do abacaxi são o cítrico e o málico, contribuindo, respectivamente, com 80 e 20% da acidez total (Thé, 2001).

A acidez no abacaxi varia entre cultivares, entre frutos de uma mesma cultivar e também entre diferentes secções de um mesmo fruto. A ATT no abacaxi varia de 0,6 a 1,62%, sendo, normalmente, expressa como % de ácido cítrico (Carvalho & Botrel, 1996).

2.6 Pectinas total (PT) e solúvel (PS)

As pectinas de vários frutos e hortaliças variam em quantidade e qualidade, dependendo do vegetal e do estágio de maturação, podendo também variar seu grau de polimerização, esterificação e, conseqüentemente, suas propriedades físicas (Brett & Waldron, 1990).

As substâncias pécticas encontram-se, principalmente, depositadas na parede celular, atuando como material cimentante, sendo responsáveis pelas mudanças de textura nos frutos (Chitarra & Chitarra, 1990).

Mudanças texturais provenientes do amadurecimento normal de frutos ou decorrentes de danos de qualquer natureza estão intimamente relacionadas à degradação de pectinas. Essas modificações envolvem a ação de enzimas capazes de degradar componentes específicos (Lyons, 1973; Gonçalves, 1998). As pectinas são importantes não só como fatores primários no processo de amolecimento, mas também devido à possível contribuição no metabolismo da célula.

2.7 Pectinametilesterase (PME), poligalacturonase (PG) e Polifenoloxidase (PFO)

Grandes mudanças na estrutura péctica acompanham o amadurecimento de muitos frutos. Essas mudanças na estrutura têm sido atribuídas à ação de poligalacturonases (PG) e pectinametilesterases (PME) (Vilas Boas, 1998). A atividade da PG tem sido identificada em vários frutos em amadurecimento e é correlacionada com aumentos em pectinas solúveis e amaciamento que acompanham o amadurecimento (Brady, 1987; Huber, 1983; Vilas Boas, 1998). Sua atividade é aumentada, acentuatadamente, durante o aumento climatérico da respiração, participando da perda de firmeza progressiva de muitos frutos (Awad, 1993).

A PME é outra enzima importante na perda de firmeza dos frutos, pois promove a eliminação dos grupos metoxílicos da molécula de pectina e nem sempre está presente nos frutos que contém pectina (Forcarty, 1975; Lima, 1999).

A atividade da PME pode aumentar, diminuir ou permanecer constante durante a maturação, dependendo do tipo de fruto. Além de sua função de desesterificação dos grupos carboxílicos nas pectinas, a PME pode também, isoladamente, contribuir para a perda de firmeza de certos frutos. De maneira geral, a desesterificação das pectinas pode provocar sua desestruturação e solubilização parcial e a perda de rigidez da lamela média e da consistência do fruto (Awad, 1993).

A polifenoloxidase (PFO) é responsável pelo escurecimento dos tecidos dos frutos, quando estes são injuriados, descascados ou feridos, através da oxidação enzimática de compostos fenólicos catalisada por ela (Carvalho, 2000).

Os fatores mais importantes que determinam a taxa de escurecimento enzimático de frutas e hortaliças são: concentração ativa de PFO e compostos fenólicos presentes, pH, a temperatura e a disponibilidade de oxigênio do tecido.

O pH ótimo para a atividade da PFO, varia com a origem da enzima, com o substrato e na maioria das vezes, encontra-se entre 4,0 e 7,0 (Laurila et al., 1998; Freire Jr., 1999).

A PFO é encontrada em quase todos os tecidos vegetais, e é considerada uma enzima de baixa estabilidade térmica, sendo que tratamentos térmicos de curta duração a 70-90°C são suficientes para reduzir ou eliminar completamente sua atividade em tecidos vegetais (Vámos-Vigyázó, 1991). Segundo Gonçalves (1998), sua atividade pode variar em função da espécie, variedade, estágio de maturação, condições de cultivo e mesmo com as práticas de manuseio e armazenamento adotadas.

A PFO é inibida em valores de pH abaixo de 4,0; desta forma, o abaixamento do pH é um bom meio de controle das reações de escurecimento enzimático (Zemel et al., 1990, citado por Thé, 2001).

Ácido ascórbico, cisteína e metabissulfito de potássio são os inibidores da atividade da PFO em abacaxis (Das et al., 1997).

2.8 Vitamina C total

Segundo Braverman (1967), citado por Gonçalves (1998), a vitamina C é largamente encontrada nos frutos e vegetais e recebe o nome de ácido ascórbico (forma reduzida), sendo o ácido L-ascórbico a sua forma principal e, biologicamente, ativo.

As variações no teor de ácido ascórbico não apresentam regularidade. O teor deste ácido nas frutas e hortaliças geralmente decresce durante o armazenamento. Este decréscimo depende em grande parte, da duração e da temperatura de armazenamento (Cheftel & Cheftel, 1992; Thé, 2001).

De acordo com Gonçalves (1998), o conteúdo de vitamina C natural de muitos frutos depende de muitos fatores, incluindo variedades, estágio de maturação, condições de cultivo e época de colheita.

As perdas de ácido ascórbico têm sido atribuídas a uma gama de enzimas: ácido ascórbico oxidase, peroxidase, citocromo oxidase e polifenoloxidase. A ruptura celular, por escurecimento, corte ou trituração, aumenta a atividade enzimática permitindo que o substrato e a enzima estejam em contato, e resulta em perda rápida de vitamina C (Klein, 1987).

O abacaxi não é um fruto rico em ácido ascórbico, sendo que ele se apresenta em maior quantidade na parte superficial, logo abaixo da casca (Sgabieri, 1966, citado por Gonçalves, 1998), e suas concentrações realmente variam de acordo com cultivar, estágio de maturação, peso do fruto, nutrição mineral e tratamentos pós-colheita (Miller & Marsteller, 1953; Teisson & Combres, 1979, citados por Paull & Rohrbach, 1982; Abreu, 1995).

O conteúdo de vitamina C no abacaxi é em média 17 mg de ácido ascórbico/100 g, sendo importante por conferir aos frutos uma certa proteção contra o escurecimento interno (Carvalho & Botrel, 1996).

2.9 Processamento mínimo

Os padrões de consumo de alimentos mudam em relação à disponibilidade de certos alimentos e o poder de compra do consumidor (King & Bolin, 1989; Vilas Boas, 1998).

Uma maior mudança no consumo padrão de frutas e hortaliças tem ocorrido durante a última década. Frutas e hortaliças frescas estão aumentando em popularidade em detrimento de produtos enlatados (Shewfelt, 1987). Por ser amplamente acreditado que o processamento promove perdas significativas de nutrientes, o produto fresco é percebido como sendo mais saudável do que o enlatado ou congelado (Klein, 1987).

A indústria de alimentos tem respondido a essa demanda, com o desenvolvimento de técnicas de conservação caracterizadas por um processamento mínimo do produto. Essa tecnologia emergente objetiva

satisfazer a necessidade do consumo de frutas e hortaliças frescas, 100% comestíveis, em que o tempo disponível para o preparo das refeições é limitado. O objetivo da indústria é disponibilizar produtos frescos com a vida de prateleira aumentada e, ao mesmo tempo seguros e que mantenham a qualidade nutricional e sensorial (Vanetti, 2000).

O sucesso dos produtos minimamente processados depende do uso de matérias-primas de alta qualidade, manuseadas e processadas com elevada condição de higiene para manutenção da qualidade e prolongamento da vida útil (Chitarra, 1998).

Dois atributos positivos para o processamento mínimo são, como citados acima, a conveniência e a qualidade semelhante ao produto fresco (Huxsoll & Bolin, 1989; O'Connor-Shaw et al., 1994), e assim frutos minimamente processados estão se tornando um componente importante da alimentação (Dougherty, 1990; Ronk et al., 1989, citados por O'Connor-Shaw et al., 1994). Processos biológicos como respiração, amadurecimento e senescência continuam no fruto depois de colhido, sendo que a taxa de respiração indica com que rapidez o fruto pode deteriorar. (Labuza & Breene, 1989, citado por O'Connor-Shaw et al., 1994).

Mudanças fisiológicas indesejáveis são um dos principais problemas do processamento mínimo. A perda de integridade celular na superfície cortada das frutas ou hortaliças destrói a compartimentalização de enzimas e substratos. Reações de escurecimento e formação de metabólitos secundários indesejáveis são geralmente a consequência. A senescência é acelerada e pode ocorrer a formação de sabores indesejáveis com o aumento da respiração e produção de etileno próximo à superfície cortada. Outra limitação resulta do exudato da superfície cortada, que torna-se um meio favorável ao crescimento de fungos e bactérias (Burns, 1995; Lima, 2000). O amolecimento e escurecimento podem ser retardados pela refrigeração eficiente e manutenção da cadeia de frio durante

toda a preparação e etapas subsequentes de manuseio destes produtos (Vilas Boas & Kader, 2001).

Assim, o desafio do fisiologista pós-colheita é aumentar a vida útil do produto minimamente processado, preservando as características de frescor do produto natural (Miranda, 2001).

A qualidade dos produtos minimamente processados está relacionada com a manutenção das características sensoriais e com o controle da microbiota contaminante, envolvendo fatores como condições de processamento, de embalagem e de armazenamento (Fantuzzi, 1999). Esta qualidade pode ser expressa por medidas dos indicadores de qualidade, que incluem propriedades nutricionais, microbiológicas e tecnológicas e propriedades sensoriais, como aparência, sabor e textura (Martens & Baardseth, 1987). A sanitização e o controle da microbiota contaminante é muito importante na manutenção da vida de prateleira e segurança do produto fresco (Brackett, 1992).

De acordo com Chitarra (1998), os produtos minimamente processados são mais perecíveis que os produtos naturais, porque o tecido protetor (casca) perde seu efeito de barreira física contra a invasão microbiana; o corte dos tecidos libera nutrientes que servem de alimento aos microrganismos, acelerando seu desenvolvimento e o manuseio excessivo, que também torna o produto mais suscetível à invasão microbiana.

O processamento mínimo pode ser definido como uma série de operações que incluem seleção, lavagem, corte, sanitização, centrifugação, embalagem e armazenamento, para obtenção de um produto que ofereça conveniência de uso e características semelhantes a do vegetal *in natura*, e que não precise de subsequente preparo (Almeida, 1998; Cenci, 2000). Como uma definição mais geral, tem-se que é um produto fresco tomado conveniente, oferecendo, ao seu usuário, qualidade constante e garantia de sanidade (Cantwell, 1992; Willey, 1997).

Existe uma evidente necessidade de desenvolvimento de pesquisas abrangentes que gerem soluções adequadas para assegurar a qualidade do produto como um todo, no que diz respeito às características sensoriais, nutricionais, além da segurança microbiológica para o consumidor. O estudo dos fatores de pré-colheita e colheita que impactam a qualidade da matéria-prima, bem como das técnicas de conservação, como modificação da atmosfera no interior da embalagem e controle de temperatura, é básico no desenvolvimento da tecnologia de processamento mínimo que, nas condições peculiares do Brasil, permitirá aumentar, significativamente, a vida útil do produto, mantendo a qualidade nutricional e as características sensoriais e a seguridade do alimento. Caso contrário, continuaremos na situação atual, em que a vida útil é reduzida consideravelmente (Cenci, 2000).

2.9.1 As etapas do processamento mínimo

Segundo Luengo & Lana (1997), as operações envolvidas na produção de frutas e hortaliças minimamente processadas incluem: pré-seleção e lavagem em água corrente para remover a terra, insetos, agroquímicos e matérias estranhas; aplicação de um agente anti-microbiano (fungicida, cloro, outros sanitizantes, ar ou água quente, etc.) e resfriamento; remoção de partes injuriadas; remoção de partes não comestíveis (casca); preparo do produto final que deverá ser picado, ralado, fatiado ou cortado, de acordo com o desejado; remoção da água de lavagem (centrifugação); incorporação de aditivos para ajuste de pH (ácido ascórbico/cítrico), controle microbiológico (benzoato de sódio, sorbato de potássio), controle de oxidação (ácido ascórbico, bissulfito, ácido eritrórbico, cisteína) e modificação na textura (cálcio); inspeção para eliminação de impurezas, tecidos danificados e escurecidos; embalagem e imediata refrigeração do produto.

A utilização de instrumentos de corte bem afiados é importante para obtenção de produtos de alta qualidade. Instrumentos sem corte causam maiores danos mecânicos ao produto, reduzindo sua vida útil. Já foi demonstrado para alguns produtos que quanto maior a extensão do dano causado, menor a durabilidade. A direção do corte também influencia a vida útil.

2.9.2 Mercado de produtos minimamente processados

A pirâmide populacional do Brasil está se alterando no sentido da população estar se tornando mais velha, em função de um alto nível de urbanização e também mais feminina, segundo dados recentes do IBGE (Souza, 2000).

O amadurecimento da população brasileira exerce também uma grande influência no consumo. Para as populações na terceira idade, faz-se necessário um atendimento mais personalizado, com embalagens menores e outros serviços personalizados. Já a população na faixa dos 40 anos tende a ser mais exigente, a valorizar mais suas compras, ter uma preocupação com qualidade e alimentos mais saudáveis (Souza, 2000).

A evolução da pesquisa em pós-colheita no Brasil, incluindo-se o processamento mínimo, de acordo com Chitarra & Chitarra (1994), mostra que, a partir da década de 70, o desenvolvimento ainda era muito insignificante diante da grandeza da nossa produção e das nossas perdas.

Para um mercado que cresce a passos largos, estima-se que as vendas de produtos minimamente processados atingirão cifras ao redor de US\$ 20 bilhões em 2003 nos EUA (Moretti, 2000). Um crescimento considerável, se comparado ao ano de 1994, em que as vendas destes produtos eram de US\$ 5,8 bilhões (Hodge, 1995), e no ano de 1997, este segmento representava 10% do total de frutas e hortaliças minimamente processadas (Gorny, 1997). O número de fabricantes de frutas e hortaliças minimamente processadas está crescendo bem

como a variedade de produtos. O maior indicador da projeção deste crescimento está no aumento da área disponível nos supermercados para saladas de frutas e hortaliças embaladas, que facilitam o consumo doméstico (Hobson & Tucker, 1996).

A grande aceitação dos produtos minimamente processados em restaurantes e instituições deve-se à ausência da necessidade de lavagem, aparar ou corte das frutas e hortaliças. Além disso, os custos de transporte são reduzidos, pois o material de descarte, muitas vezes maior que 40-50%, é removido antes (Bolin et al., 1977; McDonald et al., 1990, citados por Freire Jr., 1999). Um outro aspecto importante no desenvolvimento da indústria de pré-cortados está relacionado com o seu potencial para criar um grande número de empregos para trabalhadores hortícolas (Zagory, 1997), pois a idéia básica é que estes produtos sejam produzidos (do plantio ao processamento) em unidades ou locais próximos às regiões agrícolas (Rodrigues, 2001).

No Brasil, o volume de pré-processados adquirido pelos supermercados ainda é pequeno, representando apenas 1,3% do volume total comercializado de hortifruti. Entretanto, a tendência de aumento no consumo foi comprovada pelo percentual de 61% dos supermercados que têm a intenção de ampliar a área atualmente destinada a estes produtos (Lopes & Cunha, 1999).

De acordo com Hobson & Tucker (1996), em países como os Estados Unidos e Inglaterra, estima-se que mais de 70% dos alimentos que entram nas cozinhas domésticas passaram por algum processamento. As pesquisas demonstram que o tempo à preparação das refeições está caindo, enquanto restaurantes e lanchonetes continuam a crescer em popularidade.

Os preços dos produtos minimamente processados são, em média, cerca de 180% superiores aos das mesmas frutas e hortaliças vendidas a granel, chegando a alcançar valores de até 400%, o que pode ser considerado um fator limitante no aumento do consumo dos minimamente processados (Lopes &

Cunha, 1999). Em São Paulo, a quantificação dos volumes médios adquiridos, mensalmente, indicou que para um volume de 1.178 toneladas/mês de hortifruti pré-processados, cerca de 54% são de frutas e 46% de hortaliças. Este volume corresponde a valores que chegam a US\$ 3,9 milhões/mês, dos quais US\$ 2,1 milhões/mês de frutas e US\$ 1,8 milhões/mês de hortaliças. Dentre as frutas minimamente processadas, no estado de São Paulo, o abacaxi participa com um volume de 77,9 toneladas/mês (Lopes & Cunha, 1999).

Segundo Durigan (2000), as frutas são uma promessa para o mercado de produtos minimamente processados. A chave do sucesso nas vendas de produtos minimamente processados poderá ser a oferta constante de produtos uniformes de alta qualidade (How, 1990, citado por Freire Jr., 1999). A baixa qualidade dos produtos poderá afetar a confiança dos consumidores e diminuir o crescimento do mercado (Zagory, 1997; Freire Jr., 1999).

De forma geral, os estudos em processamento mínimo de frutas no Brasil iniciaram recentemente, e mais precisamente no final da década de 90. No ano de 1999, a comercialização de frutas e hortaliças minimamente processadas gerou US\$ 50 milhões, e a perspectiva é que cresça para US\$ 150 milhões em quatro anos (Darezzo et al., 2000). Mesmo assim, alguns conceitos não foram bem fixados e faz-se necessário situar estes produtos frente a outros disponíveis no mercado e estabelecer termos técnicos para utilização em português (Alves et al., 2000).

2.9.3 Conseqüências do processamento mínimo

2.9.3.1 Conseqüências fisiológicas

A matéria prima, quando colhida, normalmente, tem uma camada protetora como pele, casca ou outro tipo de superfície que a protege de danos. No processamento mínimo, esta camada dos frutos é retirada expondo então as

células da polpa que possuem um grande teor de água e ácidos orgânicos entre outras substâncias (King & Bolin, 1989; Miranda, 2001).

De acordo com Nguyen-The & Carlin (1994), frutas e hortaliças frescas minimamente processadas apresentam cortes na superfície ou dano no tecido da planta. Segundo Cantwell (1992), geralmente, o processamento mínimo aumenta o ritmo do processo metabólico, que causa deterioração de produtos frescos. O dano físico ou injúria causados pela preparação aumenta a respiração e produção de etileno, dentro de minutos, com conseqüente aumento de outras reações bioquímicas responsáveis por mudança de cor (incluindo escurecimento), *flavor*, textura e qualidade nutricional (tal como perda de vitaminas). O maior grau de processamento gera maior ocorrência de ferimentos.

O ferimento de tecidos vegetais no transcorrer do preparo de produtos minimamente processados pode causar degradação dos lipídeos da membrana (Rolle & Chism, 1987), causando perda de componentes de lipídeos e descompartmentalização de enzima e substrato provocando reações de escurecimento (Burns, 1995), as quais representam um dos principais fatores limitantes à vida útil dos produtos minimamente processados, respondendo pela perda do valor comercial dos mesmos (Darezzo, 2000).

Em resposta aos ferimentos, as plantas sintetizam uma série de compostos secundários, muitos dos quais parecem estar relacionados com a cura do ferimento ou defesa contra ataques de insetos ou microrganismos. O complemento específico dos compostos secundários depende da espécie da planta e do tecido envolvido (Miller, 1992, citado por Brecht, 1995). Muitos fatores podem afetar a intensidade da resposta ao ferimento em tecidos minimamente processados. Entre estas estão espécie e variedade, estágio de maturação fisiológica, extensão do ferimento, temperatura, concentração de CO₂ e O₂ e pressão de vapor de água (Brecht, 1995).

Segundo Cantwell (1992), o impacto da injúria pode ser reduzido através da refrigeração do produto antes do processamento. O rigoroso controle da temperatura depois do processamento é também importante na redução da atividade metabólica induzida pelo fermento. Outras técnicas que reduzem, substancialmente, as perdas incluem o uso de facas de bom corte, mantendo severas condições sanitárias de lavagem e secagem dos produtos cortados.

Controlar a resposta do fermento é a chave para oferecer um produto processado de boa qualidade (Cantwell, 1992), e é o maior obstáculo para estender a vida de prateleira de tecidos vegetais minimamente processados (Role & Chism, 1987).

2.9.3.2 Conseqüências nutricionais

O consumo de frutas e hortaliças frescas ou minimamente processadas está aumentando devido ao consumidor estar preocupado com os efeitos de processamento de nutrientes em alimentos. Relativamente pouca informação encontra-se disponível na literatura considerando armazenamento específico e técnicas de manuseio, que têm um impacto no valor nutricional para frutas e hortaliças. /Tecnologias comumente usadas, tais como, baixa temperatura e armazenamento em atmosfera controlada afetam o teor de vitaminas. Parece que condições que preservam a qualidade sensorial de frutas e hortaliças também mantêm seu valor nutricional (Klein, 1987).

A preparação de frutas e hortaliças para o consumo no estado cru requer lavagem e descascamento. Todas estas operações têm efeito na qualidade nutricional do produto enquanto este é consumido. /Algumas das perdas nutricionais são devido às partes descartadas da planta, e isto pode ser substancial por causa da localização de vitaminas dentro das frutas ou hortaliças (Klein, 1987).

Visto que o período pós-colheita é crítico para manutenção e desenvolvimento da qualidade degustativa de frutas e hortaliças frescas, meios tecnológicos são usados para preservar a produção. O valor nutricional das frutas e hortaliças não tem sido a primeira preocupação de produtores e distribuidores. Entretanto, a maioria das pesquisas indica que os nutrientes são menos susceptíveis à destruição do que os atributos sensoriais. Assim, as técnicas que preservam a qualidade degustativa resultam em boa retenção de nutrientes (Klein, 1987).

A estabilidade das vitaminas em alimentos é afetada por vários fatores, incluindo temperatura, luz, oxigênio e pH. Cada nutriente difere consideravelmente em susceptibilidade em condições adversas. Por exemplo, a niacina, ao contrário do ácido ascórbico, é bem resistente à maioria das etapas adversas encontradas no processo, incluindo altas temperaturas. Devido à condição da vitamina C ser extremamente sensível, os pesquisadores sugerem que a perda da mesma é um bom indicador do valor nutricional de frutos e vegetais (Klein, 1987; Miranda, 2001).

2.9.3.3 Conseqüências microbiológicas

A microbiologia é um fator importante na qualidade dos frutos e hortaliças minimamente processados. O tipo de alimento, temperatura, umidade, e o uso de atmosfera modificada ou baixas doses de radiação podem influenciar a microbiologia de um alimento. Mudanças na ecologia microbiana podem influenciar a segurança e a qualidade de frutos e hortaliças (Brackett, 1987; Vilas Boas, 1998).

Os microrganismos podem afetar de forma adversa tanto a qualidade sensorial como a segurança destes produtos. Um completo conhecimento e avaliação de ecologia microbiana pode ajudar a minimizar a possibilidade de surgimento de novos problemas (Willey, 1997)



As frutas e hortaliças se diferenciam substancialmente em suas características físicas e bioquímicas. Essas diferenças causam uma diversidade em sua microflora, normalmente, relacionadas com o tipo específico de produto. Também as operações unitárias, tais como, corte e lavagem, podem afetar a microflora predominante nos produtos minimamente processados e encurtar a vida útil dos mesmos. Desta forma, a microflora predominante nas frutas e hortaliças tem muito pouco a ver com a qualidade do produto (Wiley, 1994).

King & Bolin (1989) apontaram a associação entre o metabolismo vegetal e a atividade de microrganismos como fatores de deterioração. O escurecimento e o amolecimento aceleram quando há rupturas do tecido, liberando enzimas, carboidratos e água, que servem de nutrientes para os microrganismos, já que no vegetal íntegro há um mínimo de carboidratos disponíveis para favorecer a proliferação microbiana (Madden, 1992). O controle da deterioração microbiana poderia ser alcançado por refrigeração ou competição com microrganismos inócuos, tais como, bactérias lácticas. Segundo alguns autores, determinados vegetais podem conter substâncias inibidoras de bactérias (Beuchat et al. 1994). O pH pode também ser um fator de importância, como nos tomates, cujo pH ácido inibe certas bactérias (Asplund & Nurmi, 1991).

Segundo Brackett (1992), cada passo da produção até o consumo irá influenciar a microbiologia do produto fresco. O manuseio impróprio e os equipamentos não sanitizados aumentam a população de microrganismos nas frutas e hortaliças. Por outro lado, as técnicas para estender a vida de prateleira podem aumentar o risco potencial de desenvolvimento de patógenos.

De acordo com Romig (1995), o estado da matéria prima a ser processada e as características da cultivar a ser selecionada têm grande impacto na população de microrganismos devido ao seu grau de resistência, substrato disponível e resposta às condições de stress.

As principais fontes de contaminação por microrganismos estão no solo, na água de irrigação e na falta de condições adequadas de higiene nos utensílios e manipuladores, que poderão veicular microrganismos deteriorantes e patogênicos (Brackett et al., 1993).

O armazenamento destes produtos em condições adequadas é um ponto fundamental para o sucesso da indústria de produtos minimamente processados (Shewfelt, 1986; Vanetti, 2000). A compreensão dos efeitos que os principais gases presentes em embalagens sob atmosfera modificada exercem sobre a microbiota do produto é fundamental para prever o comportamento desta microbiota e estimar o tempo de conservação do produto (Vanetti, 2000).

A forma mais efetiva de prevenir a contaminação do produto é a promoção e a vigilância na boa higiene dos trabalhadores em todas as etapas da cadeia de manuseio do alimento, desde o campo, planta processadora, até o consumidor (Davis et al., 1988, citado por Freire Jr., 1999). De acordo com Beuchat (1992), uma solução aquosa de cloro exibe uma rápida ação microbiana. O efeito letal de como esses radicais de cloro agem ainda não está totalmente claro.

2.9.3.4 Efeito sobre a qualidade sensorial

Com o avanço da senescência, acelerado pelo etileno estresse, notam-se mudanças associadas à qualidade. Uma destas mudanças ocorre com a textura, em que a firmeza é desejada para o armazenamento e trânsito do produto, mas o amaciamento é essencial para a aceitação sensorial. O amaciamento notado com o amadurecimento é um fenômeno que já está em andamento e é acelerado com as condições que estimulam o amadurecimento (Watada et al., 1990). Enzimas, tais como, β -galactosidase e poligalacturonase, iniciam a maioria das mudanças texturais indesejáveis. Ambas solubilizam a pectina e degradam a parede celular. A integridade da membrana deve ser mantida e o início da senescência retardado

para se manter a qualidade de frutos e hortaliças minimamente processados (Rolle & Chism, 1987).

A aparência do produto exerce papel fundamental na decisão de compra do consumidor, uma vez que é através da observação deste parâmetro que o consumidor seleciona, escolhe e consome o alimento. Assim, produtos com características sensoriais inadequadas são rejeitados (Deliza, 2000). As reações enzimáticas iniciam mudanças na aparência em frutos e hortaliças minimamente processados. Enzimas de células rompidas estão livres para misturar com os substratos, produzindo compostos de coloração escura, comprometendo as características do produto (King & Bolin, 1989).

Já as alterações indesejáveis na acidez e doçura de produtos minimamente processados podem ocorrer em decorrência do metabolismo de carboidratos de reserva, açúcares e ácidos orgânicos, estimulado por este processamento. Logo, cuidados adequados devem ser assumidos no sentido de restringir o metabolismo e preservar as características frescas do produto.

Vários fatores afetam a qualidade sensorial dos produtos minimamente processados, entre eles: idade do produto, condições de sanitização, processamento, embalagem, temperatura, umidade, entre outros. A utilização da análise sensorial no estudo dos produtos minimamente processados tem sido bastante aplicada e recomendada, uma vez que esta pode contribuir na descrição dos referidos produtos, estabelecer a vida útil do mesmo, refletindo na qualidade sensorial do produto (Deliza, 2000).

A disponibilização no mercado de produtos com qualidade sensorial adequada contribui para a satisfação do consumidor e, conseqüentemente, favorece um maior consumo do produto em questão (Deliza, 2000).

2.10 Embalagens e modificação atmosférica

A embalagem adequada pode ser definida como um sistema, o qual protege um produto perecível de danos físicos causados pelo manuseio ou pragas, extremas condições de temperatura e umidade ou atmosfera que por elas mesmas contenham elementos que possam degradar o produto durante o transporte e armazenamento (Myers, 1989).

As embalagens têm muitos efeitos nas frutas e hortaliças frescas, independente da criação da atmosfera modificada, pois são barreiras ao movimento do vapor d'água e podem ajudar na manutenção da umidade relativa alta e do turgor dos produtos, além de impedir a disseminação de possíveis patógenos, no caso de embalagens individuais. O filme das embalagens pode servir para proteger o produto de abrasões superficiais e, em alguns vegetais, dos efeitos deletérios da luz (Zagory & Kader, 1988).

O processamento mínimo torna as frutas e hortaliças mais perecíveis do que antes da higienização e corte. Na comercialização desses produtos, portanto, a embalagem é um requisito essencial para a manutenção da qualidade (Sarantópulos, 2000).

A embalagem do produto processado é essencial para evitar sua contaminação e reduzir a perda de água por transpiração. É importante que a embalagem contenha as informações sobre o prazo de validade e condições recomendadas de armazenamento. As embalagens mais usadas são filmes plásticos flexíveis como o PVC, o polietileno e o polipropileno. Além dos efeitos citados, a embalagem em filmes de plástico pode contribuir para modificar a atmosfera ao redor do produto, em especial, as concentrações de oxigênio, dióxido de carbono e etileno. A redução dos níveis de O_2 e o aumento dos níveis de CO_2 inibem várias reações metabólicas, que levam à deterioração do produto, entre as quais a produção de etileno e a respiração (Luengo & Lana, 1997).

O uso de atmosferas modificadas, aliado a baixas temperaturas, é um excelente modo de se prolongar a vida útil de vegetais (Salunke & Desai, 1984). Neste caso, além da temperatura, pode-se controlar o metabolismo pós-colheita, utilizando também a relação CO_2/O_2 necessária para evitar as transformações indesejáveis.

A utilização de atmosfera modificada como meio de conservação dos alimentos vem, recentemente, expandindo-se (Farber, 1991, citado por García-Gimeno et al., 1995). O desenvolvimento dessa tecnologia se deve, fundamentalmente, à mudança de hábitos alimentares dos consumidores, que têm buscado alimentos sem conservantes, o que resultou ainda no declínio do consumo de alimentos enlatados ou congelados (Farber, 1991, citado por García-Gimeno et al., 1995), além de um aumento no consumo de frutas e hortaliças frescas (Hotchkiss & Banco, 1992). Por essa razão, a indústria produtora está muito interessada em aplicar novas tecnologias, que possam estender a vida útil de produtos altamente perecíveis (Doyle, 1990, citado por Hotchkiss & Banco, 1992; Vankerschaver et al., 1996).

A atmosfera modificada pode ser desenvolvida através de uma insuflação de gás no momento do empacotamento, sendo denominada modificação ativa da atmosfera ou pode ser criada por meio da respiração do próprio produto dentro da embalagem, levando à modificação passiva da atmosfera, que consiste em embalar o produto com um filme plástico, com uma permeabilidade adequada. A atmosfera é mantida pela utilização de um material de embalagem que possua uma taxa específica de transmissão de O_2 que permita atingir-se um balanço CO_2/O_2 para um dado produto a uma determinada temperatura (Barmore, 1987). Contudo, concentrações muito baixas de O_2 ou muito altas de CO_2 ou uma relação CO_2/O_2 muito alta podem levar à respiração anaeróbia e a desordens fisiológicas, a exemplo de: amadurecimento irregular, desenvolvimento de sabor/odor estranhos (*off-flavors*) e aumento da susceptibilidade à deterioração.

Atmosferas com 3 a 8% O₂ e 3 a 10% CO₂ tem potencial para aumentar a vida útil destes produtos e viabilizar a comercialização de frutas e hortaliças minimamente processadas, embora para cada produto exista uma atmosfera específica que melhor se adequa ou maximize sua durabilidade (Cenci, 2000).

Quando a atmosfera modificada é associada à refrigeração, há substancial redução no crescimento microbiano e mudanças químicas e fisiológicas podem ser retardadas (Pirovani et al., 1998). O alcance do equilíbrio da atmosfera modificada irá obviamente depender da taxa respiratória intrínseca do produto, mas também será grandemente influenciada por várias características externas como temperatura, contaminação inicial, filme e equipamento da embalagem, umidade relativa, peso de enchimento, volume da embalagem, área superficial do filme e grau de iluminação (Pirovani et al., 1998).

O acondicionamento de produtos minimamente processados em atmosfera modificada ativa apresenta, como princípio básico, a redução da concentração de O₂, buscando-se a desaceleração da atividade respiratória e com esta a redução do metabolismo, como também, o acréscimo da concentração de CO₂, visando à limitação do escurecimento enzimático, devido ao efeito inibitório do gás sobre a polifenoloxidase (PPO), a redução da síntese e da atividade do etileno e o controle do crescimento microbiano. A cada produto corresponderá uma determinada atmosfera de acondicionamento específica e adequada ao mesmo e dependente da temperatura e do período de estocagem (Darezzo, 2000).

Os níveis de gás gerados em embalagens de atmosfera modificada são uma função da permeabilidade do filme escolhido e do comportamento respiratório e características de troca de gás do produto vegetal fechado vivo que respira. O tradicional objetivo da embalagem de atmosfera modificada tem sido selecionar filmes que permitam níveis de gases que prolonguem a vida de prateleira (Cameron et al., 1995).

Cada fruta e hortaliça tem uma tolerância diferente ao CO_2 e O_2 , que também depende de uma certa combinação de tempo e temperatura. Também responde de maneira diferente às alterações de CO_2 e O_2 dentro da embalagem. A alta umidade ao redor das frutas e hortaliças reduz a desidratação superficial e o conseqüente murchamento. Por outro lado, a atmosfera ao redor do produto, em termos de composição gasosa e vapor d'água, que determina a sua conservação, fica a cargo da embalagem, que deverá apresentar propriedades de barreira a gases e ao vapor d'água compatíveis com a atmosfera modificada de equilíbrio que se deseja manter, para aumentar a durabilidade do produto (Sarantópoulos, 2000).

Para o sucesso da utilização de embalagens com atmosfera modificada para frutos e hortaliças minimamente processadas, vários fatores devem ser considerados, como, seleção da cultivar e do estágio de maturação, para satisfazer os atributos de qualidade; boas práticas de colheita e manuseio pós-colheita; processamento mínimo adequado; refrigeração controlada e atmosfera adequada no espaço-livre da embalagem.

O controle da temperatura e boas condições sanitárias são imprescindíveis para o sucesso da tecnologia. Assim, tratamentos fitossanitários e processos adequados de higienização devem ser aplicados nos vegetais que serão embalados em atmosfera modificada.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Foram utilizados frutos do abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merr) cv. Pérola, obtidos no mercado local. Os frutos foram adquiridos no estádio 2 de maturação, ou seja, cor amarela envolvendo mais de duas fileiras de olhos, sem ultrapassar a metade da superfície total da casca. Os abacaxis foram armazenados por apenas um dia em temperatura de 2°C até o início do trabalho.

Os frutos tiveram a superfície lavada e desinfetada com imersão em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm na temperatura de 5 °C, durante 15 minutos.

3.2 Metodologia

3.2.1 Processamento do fruto

Os abacaxis, após lavados e sanitizados em hipoclorito de sódio (200 ppm), foram descascados manualmente, tendo-se o cuidado de desinfetar as facas e utensílios utilizados, fazendo uso de luvas, máscaras e toucas descartáveis, na sua manipulação. Em seguida, os abacaxis foram cortados em leques com 5 mm de espessura e 30 mm de comprimento e largura, utilizando-se um multiprocessador MASTER AT. Estes leques foram submetidos à sanitização sob imersão em solução de hipoclorito de sódio em concentração de 100 ppm e temperatura de 5°C ± 1°C, durante 3 minutos.

Realizou-se drenagem, utilizando-se peneiras de plástico, para retirada do excesso de líquido acumulado nas etapas anteriores.

Feito o processamento, os frutos foram acondicionados em embalagem rígida de polipropileno média barreira (13,5 cm x 10 cm x 4 cm) e selados com filme flexível de polietileno + polipropileno alta barreira, 0,060 mm de

espessura, em seladora a vácuo, fazendo uso de injeção de gases para obtenção de atmosfera modificada.

3.2.2 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram dispostos seguindo um esquema fatorial 3 x 6, exceto a análise sensorial, cujo fatorial foi 3 x 5, sendo constituídos pelas combinações das diferentes atmosferas modificadas: - atmosfera modificada (AM) passiva ou controle; - atmosfera modificada (AM) ativa com 5% de O₂ + 5% de CO₂; - atmosfera modificada (AM) ativa com 2% de O₂ + 10% de CO₂, com os diferentes tempos de armazenamento: 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias (até 8 dias para análise sensorial), sob refrigeração ($5 \pm 1^{\circ}\text{C}$) em câmara fria com UR de 85%. As amostras foram analisadas em intervalos de dois dias, num total de 10 dias de armazenamento, para caracterização da qualidade físico-química, química, bioquímica e sensorial.

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado com três repetições. A parcela experimental foi constituída por duas bandejas contendo cada uma, cerca de 150 g de frutos.

3.2.3 Avaliações na polpa

3.2.3.1 Líquido drenado (LD)

Este foi retirado do interior das embalagens nos intervalos de tempo determinados, ou seja, de 2 em 2 dias, e medidos em mg.

3.2.3.2 Sólidos solúveis totais (SST)

O teor de sólidos solúveis no suco de abacaxi sem diluição foi determinado por refratometria, conforme as normas da AOAC (1992), utilizando-se refratômetro tipo ABBE. Os resultados foram expressos em °Brix.

3.2.3.3 Açúcares solúveis totais (AST)

Os açúcares solúveis totais foram extraídos com álcool etílico a 80% e determinados pelo método de Antrona (Dische, 1962). Os resultados foram expressos em g de glucose por 100 g de polpa.

3.2.3.4 pH

Os valores de pH foram obtidos por potenciometria em eletrodo de vidro, utilizando um pHmetro B474 da Micronal, segundo técnica fornecida pela AOAC (1992).

3.2.3.5 Acidez total titulável (ATT)

Foi obtida pela técnica preconizada pela AOAC (1992) e expressa em porcentagem de ácido cítrico.

3.2.3.6 Textura

A firmeza dos frutos foi determinada com o auxílio de um analisador de textura modelo TA.XT2i, utilizando uma sonda de aço inoxidável de 2 mm de diâmetro (P/2N), que mediu a força de penetração desta no fruto, numa velocidade de 5mm/s e numa distância máxima de penetração de 10 mm, valores estes previamente fixados. Foi utilizada uma plataforma HDP/90 como base para o Texturômetro. A sonda foi devidamente calibrada com a célula de carga. A firmeza dos frutos foi expressa em Newtons (N).

3.2.3.7 Pectina total (PT) e pectina solúvel (PS)

Foram extraídas de acordo com a técnica de McCready & McComb (1952) e determinadas espectrofotometricamente à 530 nm, segundo técnica de BlumenKrantz & Asboe-Hansen (1973).

3.2.3.8 Atividade da pectinametilsterase (PME)

Determinada segundo Hultin et al. (1966) e Ratner et al. (1969). Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação da pectina correspondente ao consumo de 1 nmol de NaOH por minuto, sob as condições de ensaio.

3.2.3.9 Atividade da poligalacturonase (PG)

Foi determinada segundo a técnica de Markovic et al. (1975), que consiste na hidrólise de substâncias pécticas e conseqüente liberação de grupos redutores, que são doseados pela técnica Somogyi adaptada por Nelson (1944). Uma unidade de PG foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a formação de 1 nmol de açúcar redutor por minuto, sob as condições de ensaio.

3.2.3.10 Atividade da polifenoloxidase (PFO)

A extração foi feita de acordo com o método proposto por Matsuno & Uritane (1972) e a atividade expressa em unidade por minuto por grama de tecido fresco, segundo método proposto por Teisson (1979).

3.2.3.11 Vitamina C total

O conteúdo de ácido ascórbico (após a oxidação a ácido dehidroascórbico) foi determinado pelo método colorimétrico com 2,4 dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker & Henning (1967). A leitura foi realizada em espectrofotômetro Beckman 640 B, com sistema computadorizado. Os resultados foram expressos em mg.100 g de polpa⁻¹.

3.2.4 Análise sensorial

As análises sensoriais foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA.

Os frutos minimamente processados foram avaliados por um grupo de 11 provadores treinados, selecionados de uma equipe de 20 julgadores.

Foram utilizadas duas fichas de avaliação, sendo uma para sabor e outra para aparência e cor, utilizando-se uma escala hedônica de 9 pontos, em que: 9= ótima; 8= muito boa; 7= moderadamente boa; 6= ligeiramente boa; 5= indiferente; 4= ligeiramente ruim; 3= moderadamente ruim; 2= muito ruim; 1= péssima, conforme Figura 1A para aparência e cor e Figura 2A para sabor.

O treinamento e os testes definitivos de sabor foram realizados em cabines individuais, usando-se luz vermelha para mascarar a cor das amostras. Os tratamentos eram os mesmos usados para as análises químicas, e utilizou-se mais um tratamento, que correspondia à amostra fresca (padrão). Nestes, os frutos eram cortados no momento da análise sensorial. Os julgadores recebiam 4 amostras, simultaneamente, em copos descartáveis codificados com números aleatórios de 3 dígitos, para que o provador não fosse influenciado ou não identificasse os tratamentos.

Para o teste de cor e aparência foi utilizada uma cabine especial de cor branca com 4 lâmpadas fluorescentes de 40 watts. Essas amostras foram distribuídas em placas de petri codificadas.

As análises sensoriais duraram oito dias.

3.2.5 Análises microbiológicas

Realizadas segundo a metodologia proposta por Vanderzant e Splittstoesser (1962).

3.2.5.1 Preparo das amostras

Após os frutos serem processados e embalados, foram coletadas, assepticamente, amostras de 50 gramas para as análises microbiológicas, durante o período de armazenamento.

As amostras eram diluídas em água peptonada a 0,1%, estéril e, posteriormente, feitas as diluições seriadas para a inoculação dos diferentes meios de cultura utilizados no experimento.

3.2.5.2 Análises efetuadas

Contagem total de fungos filamentosos e leveduras: utilizou-se o meio Batata Dextrose Agar (BDA), acidificado com ácido tartárico a 3,5%, que, após inoculação, foi incubado a 25°C por 3-5 dias.

Contagem de coliformes totais e fecais: utilizou-se o meio de cultura Lauryl Sulfato Tryptose (LST) para inoculação de coliformes em série de 3 tubos, contendo tubo de Durham invertido, que foram incubados a 35-37°C, por 48 horas. Após as leituras, foram feitos os cálculos do número de coliformes fecais e totais utilizando-se a tabela do NMP (nº mais provável) por grama de amostra.

3.2.6 Análise estatística e comparação múltipla

As análises estatísticas das avaliações físico-químicas, químicas, bioquímicas e sensoriais foram feitas com o auxílio do programa estatístico SISVAR, Sistema de Análise de Variância (Ferreira, 2000).

Quando houve efeito significativo da interação atmosfera x tempo de armazenamento, foram comparadas as diferentes atmosferas modificadas em cada tempo de armazenamento, utilizando-se o teste Tukey, ao valor nominal de 5% de probabilidade. O mesmo procedimento foi usado somente se o fator atmosfera fosse significativo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Líquido drenado (LD)

A variável líquido drenado foi afetada de modo significativo pelos tratamentos aplicados, tempo de armazenamento e interação tratamentos x tempo ($p < 0,05$), como pode ser observado na Tabela 1.

TABELA 1 Valores médios de líquido drenado (LD) (mg) de abacaxis 'Pérola' minimamente processados, armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e 85% de UR, em função de diferentes atmosferas modificadas (AMP: atmosfera modificada passiva, AM1: atmosfera modificada com 5%O₂ + 5%CO₂, AM2: atmosfera modificada com 2%O₂ + 10%CO₂) nos diversos tempos de armazenamento.

Tratamentos	Armazenamento (dias)				
	2	4	6	8	10
AMP	6,0a	8,4ab	8,8ab	10,3b	12,2b
AM 1	5,4a	7,8ab	10,9a	12,5a	12,7a
AM 2	5,3a	7,3b	8,9ab	9,8b	12,5b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, são iguais entre si pelo teste de Tukey (5%).

Notou-se um aumento na quantidade de líquido drenado com o decorrer do tempo a despeito dos tratamentos utilizados, embora o tratamento utilizando AM2 tenha proporcionado uma menor perda de líquido ao longo do armazenamento, de acordo com a análise estatística. Prado et al. (2000), trabalhando com abacaxis 'Pérola', observaram que os frutos controle apresentaram maiores índices desta variável ao longo do armazenamento,

quando comparados com frutos sob diferentes concentrações de hipoclorito de sódio.

Sarzi (2002), trabalhando com abacaxis desta mesma cultivar minimamente processados, verificou que os frutos perderam suco durante o armazenamento, principalmente, quando estes foram submetidos a temperaturas mais altas (9°C) e foi possível observar também que o tipo de corte influencia a quantidade de líquido drenado perdido, ou seja, quanto maior a intensidade dos cortes, maior será a perda, que é aumentada pelo tempo de armazenamento.

A perda de líquido drenado é um dos principais fatores determinantes da vida de armazenamento de muitos produtos hortícolas. Esta perda é função do tempo de armazenamento e da transpiração, tendo efeitos marcantes sobre a fisiologia dos tecidos vegetais e, em alguns casos, antecipa a maturação e senescência de frutos tropicais (Yang & Hoffmann, 1984, citado por Carvalho, 2000). A perda de líquido resulta em perdas quantitativas e também na aparência, causando murchamento e enrugamento, nas qualidades texturais (amaciamento, perda de frescor e suculência) e na qualidade nutricional (Kader, 2002). Segundo Paull (1997) o armazenamento dos frutos de abacaxi em temperaturas entre 7,5 e 12°C e umidade relativa entre 90-95% são ideais para reduzir a perda de líquido dos frutos.

4.2 Sólidos solúveis totais (SST) e açúcares solúveis totais (AST)

Não foi observada uma interação significativa entre os tratamentos e o tempo de armazenamento dos frutos com relação aos SST ($p < 0,05$) como pode ser visto na Tabela 2. Houve um incremento até o oitavo dia de armazenamento seguido de redução devido, provavelmente, à síntese e consumo de substratos, respectivamente, no metabolismo respiratório dos frutos. Consumo este relacionado com a redução no teor de SST no décimo dia de armazenamento,

sugerindo o predomínio das reações catabólicas características da senescência (Tabela 2).

Abacaxis armazenados em atmosfera modificada 5%O₂ + 5%CO₂ apresentaram maiores valores de SST quando comparados aos frutos controle. Neste estudo, encontrou-se uma média de SST em torno de 14,2°Brix, valor bem próximo ao encontrado por Sarzi et al. (2000) trabalhando com abacaxis 'Pérola' minimamente processados, da ordem de 14°Brix. Gorgatti Neto et al. (1996) encontraram valores de SST em torno de 14-16°Brix.

TABELA 2 Valores médios de sólidos solúveis totais (SST) (°Brix) de abacaxis 'Pérola' minimamente processados, armazenados a 5 ± 1°C e 85% de UR, em função de diferentes atmosferas modificadas (AMP: atmosfera modificada passiva, AM1: atmosfera modificada com 5%O₂ + 5%CO₂, AM2: atmosfera modificada com 2%O₂ + 10%CO₂) nos diversos tempos de armazenamento.

Tratamentos	Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
AMP	13,8	13,7	13,4	14,3	15,8	12,8	13,9b
AM 1	14,4	14,4	15,0	15,3	15,6	13,4	14,5a
AM 2	14,1	14,3	14,3	15,0	15,2	12,6	14,3ab

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, são iguais entre si pelo teste de Tukey (5%).

A diminuição da temperatura reduz os processos fisiológicos pós-colheita; no entanto, essa redução deve ser suficiente para manter as células vivas, preservando sua qualidade durante o período de armazenamento. Os principais substratos de respiração são os açúcares e os ácidos orgânicos. O teor de açúcares nos frutos, normalmente, constitui 65 a 85% do teor de sólidos solúveis totais (Chitarra & Chitarra, 1990). Entre as reações químicas que

ocorrem durante a maturação, uma das mais proeminentes é a modificação dos carboidratos. Estes abrangem um dos maiores grupos de compostos orgânicos que desempenham características na estrutura, sabor e valor nutricional dos frutos. Os carboidratos sofrem mudanças qualitativas e quantitativas durante o seu desenvolvimento, em decorrência da atividade enzimática, as quais podem também ser afetadas pelas condições de armazenamento (Huddar et al., 1988).

Açúcares solúveis totais são carboidratos de baixo peso molecular, que desempenham um papel fundamental na determinação do sabor doce dos frutos. Observou-se uma oscilação nos teores de AST durante o armazenamento dos abacaxis minimamente processados. A análise estatística detectou efeito significativo da interação entre atmosfera modificada e tempo de armazenamento, em relação à variável AST ($p < 0,05$).

Estudando-se as atmosferas modificadas em certos tempos de armazenamento, verificou-se que os três tratamentos aplicados diferiram significativamente entre si (Tabela 3), sendo possível observar que o tratamento com 2%O₂ + 10%CO₂ determinou, em geral, maiores teores de açúcares solúveis totais em relação aos outros tratamentos ao longo do armazenamento e, principalmente, aos quatro dias de armazenamento. Os menores valores foram encontrados nos frutos sob atmosfera modificada passiva - AMP, com exceção dos tempos 0 e 8, dias nos quais não foi detectada diferença significativa entre os mesmos.

TABELA 3 Valores médios de açúcares solúveis totais (AST) (g/ 100g de polpa fresca) de abacaxis ‘Pérola’ minimamente processados, armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e 85% de UR, em função de diferentes atmosferas modificadas (AMP: atmosfera modificada passiva, AM1: atmosfera modificada com 5%O₂ + 5%CO₂, AM2: atmosfera modificada com 2%O₂ + 10%CO₂) nos diversos tempos de armazenamento.

Tratamentos	Armazenamento (dias)					
	0	2	4	6	8	10
AMP	12,8a	11,7b	12,0b	12,0b	12,5a	12,2b
AM 1	13,3a	13,3a	12,7b	13,2ab	13,6a	12,7ab
AM 2	13,0a	13,8a	15,2a	13,2a	12,5a	13,8a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, são iguais entre si pelo teste de Tukey (5%).

Bartolomé et al. (1995) encontraram uma média de AST (8,16 g.100 g⁻¹) menor do que a encontrada neste trabalho (13,3 g.100 g⁻¹), quando armazenaram abacaxis ‘Smooth Cayenne’ à 8°C e 85-90% UR. Já Sarzi (2002), quando trabalhou com o abacaxi da cv.Pérola, encontrou uma média de $12,66 \pm 2,22$ g.100g⁻¹, concordando com os valores obtidos.

Uma possível alternativa para explicar a oscilação destes teores seria a possível hidrólise de resquícios de amido no abacaxi, a desidratação destes, o que resulta em uma concentração de açúcares, ou à degradação de polissacarídeos da parede celular (Chitarra & Chitarra, 1990). Segundo estes autores, a sacarose é o principal açúcar de translocação das folhas para os frutos, não excedendo, porém, no caso deste fruto, a concentração dos açúcares redutores. As variações do teor de açúcares numa mesma espécie são decorrentes de fatores diversos como cultivares, tipo de solo, condições climáticas e práticas culturais.

O amadurecimento, em geral, conduz a uma maior doçura, devido ao aumento nos teores de açúcares simples decorrentes de processos biossintéticos ou degradativos dos polissacarídeos presentes nos frutos (Py et al., 1984)

4.3 pH e acidez total titulável (ATT)

Não foi observada interação significativa entre os tratamentos utilizados e o tempo de armazenamento para a variável pH ($p > 0,05$), bem como os tratamentos utilizados também não afetaram a variável em questão.

Com o decorrer do tempo de armazenamento, observou-se uma tendência de queda nos teores de pH. Observou-se também que a utilização da injeção de gás não exerceu influência sobre a variável. No presente estudo, encontraram-se valores de pH variando de 3,50 a 3,7 (Tabela 4), estando estes valores dentro da faixa relacionada na literatura que é de 3,10 a 3,85 (Smith, 1988).

Sarzi (2002) encontrou um teor de pH, variando de 3,7 a 3,9, quando trabalhou com abacaxi 'Pérola' minimamente processado durante 12 dias. Bartolomé et al. (1995) encontraram valores próximos aos citados (3,54), trabalhando com a cv. Smooth Cayenne ao armazenarem os frutos a 8°C e 85-90% de UR. Silva (1997) encontrou valores na faixa de 3,32 a 3,63, quando trabalhou com o fruto inteiro da cv. Smooth Cayenne, usando atmosfera modificada.

Segundo Braverman (1967), o pH dos tecidos vegetais exerce um papel importante nos fenômenos de escurecimento e os decréscimos no pH natural diminuem a velocidade de escurecimento.

Para a variável ATT, a análise estatística mostrou ser significativa a interação entre os tratamentos utilizados e o tempo de armazenamento a que os frutos foram submetidos ($p < 0,05$), como é possível observar na Tabela 5, indicando que as atmosferas modificadas não possuem o mesmo comportamento em todos os tempos de armazenamento.

TABELA 4 Valores médios de pH de abacaxis ‘Pérola’ minimamente processados, armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e 85% de UR, em função de diferentes atmosferas modificadas (AMP: atmosfera modificada passiva, AM1: atmosfera modificada com 5%O₂ + 5%CO₂, AM2: atmosfera modificada com 2%O₂ + 10%CO₂) nos diversos tempos de armazenamento.

Tratamentos	Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
AMP	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,5	3,6a
AM 1	3,7	3,7	3,6	3,5	3,5	3,5	3,6a
AM 2	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,6	3,6a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, são iguais entre si pelo teste de Tukey (5%).

TABELA 5 Valores médios de acidez total titulável (ATT) de abacaxis ‘Pérola’ minimamente processados, armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e 85% de UR, em função de diferentes atmosferas modificadas (AMP: atmosfera modificada passiva, AM1: atmosfera modificada com 5%O₂ + 5%CO₂, AM2: atmosfera modificada com 2%O₂ + 10%CO₂) nos diversos tempos de armazenamento.

Tratamentos	Armazenamento (dias)					
	0	2	4	6	8	10
AMP	0,53a	0,55a	0,63a	0,59a	0,57b	0,64a
AM 1	0,53a	0,54a	0,56b	0,57a	0,66a	0,55b
AM 2	0,53a	0,57a	0,60ab	0,59a	0,61ab	0,57b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, são iguais entre si pelo teste de Tukey (5%).

A concentração de gás com 5%O₂ + 5%CO₂ determinou os maiores teores de ATT aos 8 dias de armazenamento quando comparada ao controle, e esta determinou uma maior ATT no quarto e décimo dias de armazenamento comparada aos demais tratamentos.

Uma pequena oscilação na acidez titulável, durante o armazenamento de abacaxis 'Pérola', também foi observada por Vilas Boas & Lima (1999) e por Abreu (1995) no estudo do armazenamento de abacaxis cv. Smooth Cayenne.

Os teores de acidez total titulável (ATT) variaram de 0,53 a 0,66% de ácido cítrico, concordando com os resultados obtidos na literatura (0,6 a 1,62%) (Carvalho et al.; 1998). Antonioli et al. (2000), quando estudaram abacaxis 'Pérola' e 'Smooth Cayenne' minimamente processados, encontraram valores para a acidez menores que 1% de ácido cítrico.

A acidez no abacaxi é influenciada por uma série de fatores, entre eles se destacam a maturação dos frutos, fatores climáticos e nutrição mineral. Ela aumenta da base para o ápice, no decorrer da maturação, sendo mais acentuada próxima à casca. A nutrição mineral tem efeito marcante na acidez dos frutos. Acréscimos nos teores de potássio celular refletem em frutos mais ácidos, assim como um aumento da insolação, temperatura e deficiência hídrica decrescem a acidez (Silva & Santos, 1998).

4.4 Textura

Dos atributos de qualidade, a textura se caracteriza como um dos mais importantes, constituindo-se por isso em um dos desafios da fisiologia pós-colheita para manutenção da integridade dos frutos. A análise estatística realizada não detectou interação significativa entre os tratamentos aplicados e o tempo de armazenamento ($p < 0,05$) (Tabela 2A). No entanto, é possível observar que o tratamento que utilizou 2%O₂ + 10%CO₂ ditou maior firmeza do que a

atmosfera modificada passiva, o que pode indicar que aquela condição atmosférica conseguiu manter uma textura mais firme (Tabela 6).

TABELA 6 Valores médios de textura (N) de abacaxis 'Pérola' minimamente processados, armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e 85% de UR, em função de diferentes atmosferas modificadas (AMP: atmosfera modificada passiva, AM1: atmosfera modificada com 5%O₂ + 5%CO₂, AM2: atmosfera modificada com 2%O₂ + 10%CO₂) nos diversos tempos de armazenamento.

Tratamentos	Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
AMP	0,393	0,226	0,218	0,215	0,281	0,259	0,26b
AM 1	0,359	0,286	0,268	0,279	0,278	0,250	0,27ab
AM 2	0,396	0,289	0,286	0,282	0,280	0,271	0,28a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, são iguais entre si pelo teste de Tukey (5%)

As propriedades mecânicas e a resistência dos tecidos dos frutos dependem das características estruturais do conglomerado celular. De acordo com Pantástico (1975), a textura depende da coesividade, tamanho, forma e turgidez das células que compõem o tecido. O componente mais resistente do tecido é a parede celular, as células são mantidas unidas pela lamela média, constituída, principalmente, por substâncias pécticas, que fornecem a coesão necessária para manter a unidade estrutural do conglomerado. Como as pectinas contribuem para a resistência mecânica da parede celular e para adesão entre as células, qualquer modificação nas suas características resulta em alterações na textura dos frutos.

Mudanças texturais provenientes do amadurecimento normal de frutos ou decorrentes de danos de qualquer natureza estão intimamente relacionadas à

degradação de pectinas. Essas modificações envolvem a ação de enzimas capazes de degradar componentes específicos. A degradação de fração pectica nos frutos ocorre, principalmente, pela ação de duas enzimas, a poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME) (Lyons, 1973).

4.5 Pectina total (PT) e pectina solúvel (PS)

Observou-se uma interação significativa entre tratamentos e tempo de armazenamento ($p < 0,05$), com relação à variável pectina total (Tabela 2A).

A atmosfera modificada com 2%O₂ + 10%CO₂ proporcionou maiores valores desta variável comparado a AMP (controle) nos tempos 2, 4 e 6 dias, diferindo dos demais tratamentos (Tabela 7). A oscilação nos teores de PT, durante o amadurecimento do fruto pode ser devido à predominância de síntese de pectinas em resposta à injúria sofrida pelo fruto no processamento. Neste metabolismo dinâmico haveria então a formação de pectina pelo consumo de glicose, que é o seu precursor.

TABELA 7 Valores médios de pectina total (PT) de abacaxis 'Pérola' minimamente processados, armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e 85% de UR, em função de diferentes atmosferas modificadas (AMP: atmosfera modificada passiva, AM1: atmosfera modificada com 5%O₂ + 5%CO₂, AM2: atmosfera modificada com 2%O₂ + 10%CO₂) nos diversos tempos de armazenamento.

Tratamentos	Armazenamento (dias)					
	0	2	4	6	8	10
AMP	72,3a	70,5b	74,7b	84,1b	82,4a	91,7a
AM 1	74,8a	81,2a	75,7ab	91,0ab	84,9a	89,3a
AM 2	71,8a	81,5a	85,4a	95,4a	85,1a	87,9a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, são iguais entre si pelo teste de Tukey (5%).

A variável pectina solúvel (PS), assim como a pectina total (PT), sofreu um efeito interativo do tempo de armazenamento e dos tratamentos ($p < 0,05$) (Tabela 2A).

Verifica-se que a solubilização apresentou um aumento a partir do segundo dia de armazenamento para todos os tratamentos analisados (Tabela 8). Atmosferas modificadas ativas ($5\%O_2 + 5\%CO_2$, $2\%O_2 + 10\%CO_2$) proporcionaram menor solubilização das substâncias pécicas, aos 6 e 10 dias de armazenamento, indicando tais tratamentos como mais efetivos neste caso. A atmosfera de $2\%O_2 + 10\%CO_2$ diferiu da passiva, com menores teores, aos 4 e 8 dias de armazenamento. Esse aumento na solubilização das substâncias pécicas se associou perfeitamente com a redução da textura observada durante este estudo à semelhança de resultados apresentados por outros autores trabalhando com diversos frutos (Filgueiras, 1996; Vilas Boas, 1998; Gonçalves, 1998).

TABELA 8 Valores médios de pectina solúvel (PS) (mg de ácido galacturônico/ 100g de polpa fresca) de abacaxis 'Pérola' minimamente processados, armazenados a $5 \pm 1^\circ C$ e 85% de UR, em função de diferentes atmosferas modificadas (AMP: atmosfera modificada passiva, AM1: atmosfera modificada com $5\%O_2 + 5\%CO_2$, AM2: atmosfera modificada com $2\%O_2 + 10\%CO_2$) nos diversos tempos de armazenamento.

Tratamentos	Armazenamento (dias)					
	0	2	4	6	8	10
AMP	12,9a	14,7a	17,0a	19,4a	19,3a	26,7a
AM 1	12,6a	14,5a	15,8ab	17,1b	18,8a	21,9b
AM 2	13,3a	13,9a	14,2b	15,5b	16,2b	17,3c

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, são iguais entre si pelo teste de Tukey (5%).

De acordo com a Tabela 8 apresentada, observa-se que nos tempos 0 e 2 não houve diferença significativa entre os tratamentos aplicados, somente aos 4 dias esta diferença se apresentou de forma mais clara, sendo que o tratamento com 2%O₂ + 10%CO₂ mostrou ser mais adequado, proporcionando uma menor solubilização da pectina no abacaxi. Faria et al. (1994), sugerem que a elevação no conteúdo de pectina solúvel deve-se à ação de enzimas como a PME e PG. A maior solubilização das pectinas observada nos frutos controle (AMP), provavelmente, é responsável pela perda de firmeza da polpa (Tabelas 6 e 8).

4.6 Pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG)

Das duas enzimas estudadas no presente trabalho, apenas a segunda, PG, apresentou atividade. Huet (1958) relata que a PME exibe uma fraca atividade no abacaxi e Guerra (1979) evidencia que, nos estádios mais avançados de desenvolvimento do fruto, essa enzima não exibe quaisquer atividades.

Para a variável PG (Tabela 2A), verificou-se que houve interação significativa entre os tratamentos e o tempo de armazenamento ($p < 0,05$), e a PG apresentou atividades com valores que variaram na faixa de 36,05 a 49,83 U/min/g (Tabela 9). Gonçalves (1998) e Thé (2000) também verificaram a atividade destas enzimas no armazenamento de abacaxi 'Smooth Cayenne'.

A menor porcentagem de solubilização das pectinas pode ser relacionada à menor atividade da PG, que é a principal enzima responsável pela sua degradação. Ao relacionar os teores de pectina solúvel com as atividades da PG, constata-se que o tratamento que apresentou as maiores atividades também apresentou os maiores teores de pectina solúvel (controle - AMP) (Tabelas 8 e 9). Os três tratamentos diferiram significativamente entre si, sendo que o tratamento com 5%O₂ + 5%CO₂ foi o mais efetivo na contenção desta enzima durante o armazenamento de abacaxi 'Pérola' minimamente processado,

apresentando sempre os mesmos valores. Somente aos 10 dias de armazenamento é que não ocorreram diferenças entre as atmosferas modificadas.

TABELA 9 Valores médios de poligalacturonase (PG) (U/min/g) de abacaxis 'Pérola' minimamente processados, armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e 85% de UR, em função de diferentes atmosferas modificadas (AMP: atmosfera modificada passiva, AM1: atmosfera modificada com 5%O₂ + 5%CO₂, AM2: atmosfera modificada com 2%O₂ + 10%CO₂) nos diversos tempos de armazenamento.

Tratamentos	Armazenamento (dias)					
	0	2	4	6	8	10
AMP	47,3a	64,5a	69,8a	66,9a	63,4a	53,1a
AM 1	32,8b	42,0b	42,3b	42,7b	37,4b	48,5a
AM 2	36,0b	36,1b	30,6c	52,1b	60,8a	46,4a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, são iguais entre si pelo teste de Tukey (5%).

Alguns trabalhos têm atribuído os efeitos da atmosfera modificada sobre a atividade desta enzima devido à ação combinatória da menor concentração de etileno endógeno, bem como a redução da concentração de O₂ e elevação de CO₂ no interior das células, provocando inibição da ação da enzima sobre o polímero péctico (Cenci, 1994; Silva, 1997).

Thé (2001), trabalhando com abacaxis 'Smooth Cayenne' embalados em atmosfera modificada, verificou que os frutos acondicionados em embalagem sem perfuração também apresentaram menor atividade da poligalacturonase, dados condizentes com os encontrados neste trabalho em que a atividade da PG foi menor nos frutos sob atmosfera modificada ativa.

De acordo com Gonçalves (1998), geralmente, a degradação de polissacarídeos da parede celular é acompanhada por um aumento na atividade

de hidrolases, tais como, poligalacturonases (enzimas responsáveis pela solubilização de pectinas) e pectinametilesterases (enzimas que catalisam a desesterificação de grupos carboxílicos livres).

4.7 Polifenoloxidase (PFO)

Houve um efeito interativo significativo entre tratamento e tempo sobre a variável PFO ($p < 0,05$), como pode ser visto na Tabela 2A

Na Tabela 10 observa-se uma incunstância quando se compara as atmosferas em cada tempo de armazenamento. No tempo zero, as atmosferas diferiram entre si, com maiores valores para 2%O₂ + 10%CO₂ e aos dez dias, a atmosfera passiva apresentou maior atividade. Gonçalves (1998) relata que diversos mecanismos têm sido propostos para prevenir e/ou retardar o escurecimento de tecidos vegetais causados pela ação da PFO.

TABELA 10 Valores médios de polifenoloxidase (PFO) (U/min/g) de abacaxis 'Pérola' minimamente processados, armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e 85% de UR, em função de diferentes atmosferas modificadas (AMP: atmosfera modificada passiva, AM1: atmosfera modificada com 5%O₂ + 5%CO₂, AM2: atmosfera modificada com 2%O₂ + 10%CO₂) nos diversos tempos de armazenamento.

Tratamentos	Armazenamento (dias)					
	0	2	4	6	8	10
AMP	16,1c	21,9a	16,6b	18,8a	16,9a	17,0a
AM 1	17,2b	20,4b	15,8c	16,3b	16,1b	10,1c
AM 2	19,2a	20,7b	26,2a	16,5b	15,7b	16,1b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, são iguais entre si pelo teste de Tukey (5%).

Thé (2001), trabalhando com abacaxi cv. Smooth Cayenne, também verificou que a embalagem com atmosfera modificada contribuiu de forma efetiva na redução da atividade da PFO.

Segundo Ke & Saltveit (1989), o aumento do teor de CO₂ induz a atividade da fenilalanina amonialiase que, por sua vez, aumenta a produção de ácido cinâmico e seus derivados, que serão metabolizados a compostos fenólicos solúveis e utilizados como substrato pela PFO, causando escurecimento. Isto concorda com os nossos resultados em que a atmosfera AM2 (maior teor de CO₂) determinou maiores valores de PFO, quando comparados aos outros tratamentos.

4.8 Vitamina C total

Com relação ao teor de vitamina C, não foi observado efeito significativo para tratamento, mas houve efeito significativo da interação atmosfera modificada e tempo de armazenamento ($p < 0,05$), como mostra a Tabela 2A. Os valores médios obtidos em função das atmosferas modificadas em cada tempo de armazenamento (Tabela 11) não diferiram entre si, logo os valores de vitamina C não foram afetados pelos diferentes tipos de atmosferas modificadas.

TABELA 11 Valores médios de vitamina C total (mg de ácido ascórbico/100 g de polpa fresca) de abacaxis 'Pérola' minimamente processados, armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e 85% de UR, em função de diferentes atmosferas modificadas (AMP: atmosfera modificada passiva, AM1: atmosfera modificada com 5%O₂ + 5%CO₂, AM2: atmosfera modificada com 2%O₂ + 10%CO₂) nos diversos tempos de armazenamento.

Tratamentos	Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
AMP	28,8	31,2	33,2	28,2	33,3	35,4	31,7a
AM 1	27,9	30,5	32,2	31,3	33,5	33,1	31,4a
AM 2	30,8	27,8	29,1	32,1	33,5	32,5	30,9a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, são iguais entre si pelo teste de Tukey (5%).

Neste estudo, foi encontrado um teor médio de Vitamina C de 31,3 mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ (AMP, AM1, AM2), valor acima dos encontrados na literatura (média de 17 mg .100 g⁻¹) (Carvalho & Botrel, 1996).

Sarzi et al. (2000), ao trabalharem com o fruto da mesma variedade, encontraram uma média de 24-27 mg.100g⁻¹, valor menor do que o encontrado no trabalho em questão. Em outro estudo com abacaxis 'Pérola' minimamente processados, Sarzi (2002) observou que o tipo de corte e a temperatura afetaram, significativamente, o teor de ácido ascórbico, sendo que quanto maior o stress causado pelo preparo e maior a temperatura de armazenamento, maior a perda desta vitamina. Segundo Chitarra (1998), esta maior perda é atribuída ao aumento da atividade enzimática.

De acordo com Gonçalves (1998), a utilização de técnicas que visam ao aumento do teor de vitamina C total ou a redução das perdas inerentes ao próprio processo de amadurecimento é de grande importância, tanto no aspecto nutricional quanto na redução da sensibilidade do fruto ao escurecimento interno. Em trabalhos desenvolvidos por Abreu (1995), foi observado que frutos

com maiores teores de ácido ascórbico eram mais resistentes ao escurecimento interno.

4.9 Análise sensorial

4.9.1 Sabor

Houve interação significativa entre os tratamentos e o tempo de armazenamento ($p < 0,05$) para o sabor do abacaxi (Tabela 3A).

De acordo com a Tabela 12, é possível observar que as notas para esta variável permaneceram na média de 7,14, o que corresponde a um conceito situado entre “ligeiramente boa” e “moderadamente boa”, destacando-se os frutos controle, que obtiveram as melhores notas.

TABELA 12 Valores médios de sabor (notas) de abacaxis ‘Pérola’ minimamente processados, armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e 85% de UR, em função de diferentes atmosferas modificadas (AMP: atmosfera modificada passiva, AM1: atmosfera modificada com 5%O₂ + 5%CO₂, AM2: atmosfera modificada com 2%O₂ + 10%CO₂) nos diversos tempos de armazenamento.

Tratamentos	Armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
AMP	7,3a	7,3a	6,9a	7,1a	7,1a
AM 1	6,8a	6,8a	6,4a	5,1b	3,7b
AM 2	6,9a	6,8a	6,9a	6,3a	5,8c

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, são iguais entre si pelo teste de Tukey (5%).

Os tratamentos até o quarto dia não influenciaram a referida variável. A partir do sexto dia de armazenamento, a atmosfera contendo 5%O₂ + 5%CO₂ se diferenciou dos outros tratamentos, recebendo notas menores. Já no oitavo dia os

frutos com atmosfera modificada passiva se sobressaíram, tendo uma melhor aceitação entre os provadores.

Prado et al. (2000), trabalhando com abacaxi 'Pérola' minimamente processado, observaram que este fruto armazenado à 8°C manteve aparência e sabor adequados ao consumo por até 6 dias, sem modificação da atmosfera.

O'Connor-Shaw et al. (1994), trabalhando com frutos minimamente processados, observaram que os abacaxis armazenados em embalagens de polipropileno circulares só apresentaram alteração de sabor próximo aos 14 dias de armazenamento à 4°C, e no caso de melão Cantaloupe esta redução se deu aos 4 dias de armazenamento. Já kiwis minimamente processados apresentaram sabor amargo no quarto dia e este sabor se intensificou no sétimo dia de armazenamento, entretanto este trabalho não foi realizado com modificação da atmosfera.

4.9.2 Aparência e cor

De acordo com o resultado dos julgadores, houve interação significativa entre os tratamentos utilizados e o tempo de armazenamento ($p < 0,05$), para a avaliação de aparência e cor (Tabela 3A). A classificação para esta variável foi conceituada como sendo "ligeiramente boa" à "moderadamente boa" com uma média de 6,21 (Tabela 13).

A exemplo dos outros itens da análise sensorial, os frutos da atmosfera passiva responderam melhor ao tempo de armazenamento, enquanto que os tratamentos com atmosfera modificada 2%O₂ + 10%CO₂ e 5%O₂ + 5%CO₂ comportaram-se de forma semelhante até o quarto dia. A partir de então, os frutos com 5%O₂ + 5CO₂ tornaram-se inviáveis para o consumo de acordo com informações fornecidas pelo painel de provadores, que observaram escurecimento e odor desagradável à medida que o tempo de armazenamento foi avançando, podendo ser considerados como ligeiramente a moderadamente ruim

e moderadamente a muito ruim, respectivamente, aos 6 e 8 dias de armazenamento.

TABELA 13 Valores médios de aparência e cor (notas) de abacaxis 'Pérola' minimamente processados, armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e 85% de UR, em função de diferentes atmosferas modificadas (AMP: atmosfera modificada passiva, AM1: atmosfera modificada com 5%O₂ + 5%CO₂, AM2: atmosfera modificada com 2%O₂ + 10%CO₂) nos diversos tempos de armazenamento.

Tratamentos	Armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
AMP	6,7a	6,2a	6,4a	6,2a	6,4a
AM 1	7,0a	5,0b	5,1b	3,8c	2,8c
AM 2	6,8a	5,3b	5,4b	5,3b	5,4b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, são iguais entre si pelo teste de Tukey (5%).

Sarzi (2002), quando trabalhou com esta mesma cultivar minimamente processada sem utilizar atmosfera modificada ativa, identificou uma vida útil de 9 dias para os frutos armazenados à 3 e 6°C e de 6 dias para frutos armazenados à 9°C.

O'Connor-Shaw et al. (1994), trabalhando com diversos frutos minimamente processados, observaram que abacaxis começaram a escurecer após 11 dias de armazenamento à 4°C em embalagem de polipropileno.

Um teste foi feito pelos mesmos autores para diferenciar o comportamento dos frutos a uma temperatura maior do que a citada (4°C), e o resultado obtido mostrou que houve deterioração fisiológica e mudanças mais acentuadas de sabor, odor, aparência e textura .

4.10 Análises microbiológicas

As amostras analisadas obtiveram baixas contagens microbiológicas dos microrganismos dos grupos de coliformes totais (Tabela 14) e fecais (Tabela 15), e também de fungos filamentosos e leveduras (Tabela 16).

Os baixos números de fungos filamentosos, leveduras e coliformes totais encontrados inicialmente refletem as boas condições de obtenção do produto, em que foram observadas as boas práticas de fabricação.

O'Connor-Shaw et al. (1994), quando trabalharam com este mesmo fruto armazenado à 4°C durante 11 dias, encontraram valores próximos em relação a fungos filamentosos e leveduras, e relatam ainda que este crescimento microbiano em princípio não contribuiu para a deterioração dos abacaxis.

Para frutos e hortaliças minimamente processados, ainda não existe legislação com limites de contagens microbiológicas toleradas. Assim, utiliza-se a legislação para frutas frescas, inteiras refrigeradas ou congeladas, consumidas diretamente, que estipula somente o limite para coliformes fecais, o qual é de $2 \times 10^2/g$. Para os demais grupos microbianos, não existe legislação pertinente.

TABELA 14 Valores médios de Coliformes totais (NMP/g) de abacaxis 'Pérola' minimamente processados, armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e 85% de UR, em função de diferentes atmosferas modificadas (AMP: atmosfera modificada passiva, AM1: atmosfera modificada com 5%O₂ + 5%CO₂, AM2: atmosfera modificada com 2%O₂ + 10%CO₂) nos diversos tempos de armazenamento.

Tratamentos	Armazenamento (dias)					
	0	2	4	6	8	10
AMP	$5,3 \times 10^1$	59×10^1	$15,7 \times 10^1$	1×10^1	< 0,3	< 0,3
AM 1	$0,6 \times 10^1$	$39,5 \times 10^1$	2×10^1	$0,4 \times 10^1$	< 0,3	< 0,3
AM 2	$1,7 \times 10^1$	$10,2 \times 10^1$	$1,3 \times 10^1$	$0,5 \times 10^1$	$0,4 \times 10^1$	< 0,3

TABELA 15 Valores médios de Coliformes fecais de abacaxis 'Pérola' minimamente processados, armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e 85% de UR, em função de diferentes atmosferas modificadas (AMP: atmosfera modificada passiva, AM1: atmosfera modificada com 5%O₂ + 5%CO₂, AM2: atmosfera modificada com 2%O₂ + 10%CO₂) nos diversos tempos de armazenamento.

Tratamentos	Armazenamento (dias)					
	0	2	4	6	8	10
AMP	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
AM 1	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
AM 2	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3

TABELA 16 Valores médios de fungos filamentosos e leveduras (UFC/g) de abacaxis 'Pérola' minimamente processados, armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e 85% de UR, em função de diferentes atmosferas modificadas (AMP: atmosfera modificada passiva, AM1: atmosfera modificada com 5%O₂ + 5%CO₂, AM2: atmosfera modificada com 2%O₂ + 10%CO₂) nos diversos tempos de armazenamento.

Tratamentos	Armazenamento (dias)					
	0	2	4	6	8	10
AMP	5×10^3	$8,1 \times 10^4$	$2,9 \times 10^6$	$3,6 \times 10^5$	$3,1 \times 10^3$	$7,1 \times 10^4$
AM 1	$4,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^5$	$1,7 \times 10^8$	$4,1 \times 10^4$	5×10^3	$3,7 \times 10^4$
AM 2	$2,1 \times 10^3$	$3,2 \times 10^6$	$4,3 \times 10^8$	$7,3 \times 10^3$	$3,8 \times 10^4$	$5,8 \times 10^4$

5 CONCLUSÕES

- A atmosfera modificada ativa, comparada à passiva, não afeta as variáveis acidez total titulável, pH e vitamina C total.
- A atmosfera modificada com 2%O₂ + 10%CO₂ proporciona maiores valores de sólidos solúveis totais, pectina total, maior retenção do líquido drenado, menor atividade de poligalacturonase e solubilização das substâncias pécticas e, portanto, maior textura.
- Frutos armazenados sob atmosfera 5%O₂ + 5%CO₂ apresentam menores valores de polifenoloxidase e poligalacturonase, com relação aos armazenados sob atmosfera modificada passiva.
- A atmosfera modificada passiva determina melhor sabor, aparência e cor aos abacaxis minimamente processados, de acordo com a análise sensorial.
- Boas práticas de higienização e sanitização são fundamentais para obtenção de abacaxis minimamente processados seguros microbiologicamente.
- A vida útil de abacaxi 'Pérola' minimamente processado, armazenado sob atmosfera modificada ativa ou passiva à 5 ± 1°C, é de 6 dias.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C. M. P. Efeito da embalagem de polietileno e da refrigeração no escurecimento interno e composição química durante a maturação do abacaxi cv. *Smooth Cayenne*. 1995. 94 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- AGRIANUAL 2002. Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio. 2002. p.127-135.
- AGRIANUAL 2001. Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio. 2001. p. 376-379.
- ALMEIDA, M. E. M. Processamento mínimo de frutas. In: Seminário sobre Produtos Hortifrutícolas minimamente processados, 1998, Campinas. Palestra... Campinas: FRUTHOTEC-ITAL, 1998. 13p.
- ALVES, R. E.; FILHO, M. de S. M. de S.; BASTOS, M. S. R.; FILGUEIRAS, H. A C.; BORGES, M. de F. Pesquisa em processamento mínimo de frutas no Brasil. II Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, 2000, Viçosa, MG. Palestras. P.75-84.
- ANTONIOLLI, L. R.; BENEDETTI, B. C.; CASTRO, P. R. de C. Avaliação de algumas características organolépticas de frutos de abacaxizeiros (*Ananas comosus* (L.) Meer) destinados ao processamento mínimo. In: Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, 2., 2000, Viçosa. Resumos... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p. 4.
- ASPLUND, K.; NURMI, E. The growth of *Salmonellae* in tomatoes. *International Journal of Food Microbiology*, Amsterdam, n.2, v.13, p.177-182, June, 1991.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*. 12 ed. Washington: A. O. A. C. 1992.
- AWAD, M. *Fisiologia pós-colheita de frutos*. São Paulo:Nobel, 1993. 114p.

- BARMORE, C. R. Packaging technology for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Journal of Food Quality*. Westport, v.10, n.3, p.207-217, 1987.
- BARTOLOME, A. P.; RUPÉRES, P.; FÜSTER, 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.
- BEUCHAT, L. R. Surface Desinfection of Raw Produce. Dairy, Food and Environmental Sanitation. Ames, v.12, n.1, p.6-9, 1992.
- BEUCHAT, L. R.; BRACKETT, R. E.; DOYLE, M. E. Lethality of carrot juice to *Listeria monocytogenes* as affected by pH, sodium chloride and temperature. *Journal of Food Protection*, v.57, n.6, p.470-474, 1994.
- BLEINROTH, E. W. Colheita e beneficiamento. In: GORGATTI NETTO, A et al. Abacaxi para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita.. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996, 41 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX; 23).
- BLEINROTH, E. W. Matéria prima. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Abacaxi: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos. 2ed. rev. ampl. Campinas: ITAL, 1987, p.133-164. (ITAL. Série frutas tropicais, 2).
- BLUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HANSEN, G. New method for quantitative determination of uronic acids. *Analytical Biochemistry*, v.54, p.484-489, 1973.
- BRACKETT, R. E. Microbiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. *Journal of Food Quality*, Connecticut, v. 10, n. 3, p. 195-210, 1987.
- BRACKETT, R. E. Shelf stability and safety of fresh produce as influenced by sanitation and disinfection. *Journal of Food Protection*, Ames, v.55, n.10, p.808-814, 1992.
- BRACKETT, R. E.; SUNDLEWOOD, D. M.; FLETCHER, S. M.; HORTON, D. I. Food safety: Critical points within the production and distribution system. P.301-326. In: SHEWFEELT, R.L.; RRUSSIA, S.E. (eds.).

- Postharvest handling: A systems approach. San Diego: Academic Press, 1993. p.301-302.
- BRADY, C. J. Fruit ripening. *Annual review of plant physiology*, v.38, p.155-178, 1987.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Produção e Comercialização. Departamento de Comercialização. **Balança Comercial do Agronegócio**. [on line]. Brasília, dez. 2001. Disponível: <http://www.agricultura.gov.br/spc/balanca.htm> [capturado em dezembro 01 de dez. 2001]
- BRAVERMAN, J. B. S. *Introducción a la bioquímica de los alimentos*. Barcelona: Omega, 1967. 355p. Cap.14: Vitaminas. p.206-239.
- BRECHT, J. K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*, Alexandria, v.30, n.1, p.18-22, Feb. 1995.
- BRETT, C.; WALDRON, K. *Physiology and biochemistry of plant cell walls*. London: Unwin Hyman, 1990. 193p.
- BURNS, J. K. Lightly processed fruits and vegetables: introduction to the colloquim. *HortScience*, Alexandria, v.30, n.1, p.14, Feb. 1995.
- CAMERON, A. C.; TALASIL, P. C.; JOLLES, D. W. Predicting film permeability needs for modified- atmosphere packaging of lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*, Alexandria, v.30, n.1, p.25-34, Feb. 1995.
- CANTWELL, M. Postharvest handling systems. Minimally processed fruits and vegetables. p.277-281. In: KADER A.A. (ed.). *Postharvest technology of horticultural crops*. 2.ed. Davis: Univ. of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 1992. p.277-281.
- CARNEIRO, L; GOMES, F. S.; FURTADO, A. A. L.; MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C. Esterilização a frio e clarificação de suco de abacaxi cv. Smooth cayenne. IV Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, 2001, Campinas. Resumos. p.219.

- CARVALHO, A. V. Avaliação da qualidade de Kiwis cv 'Hayward' minimamente processados. 2000. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CARVALHO, V. D.; BOTREL, N. Características da fruta para exportação. In: GORGATTI NETTO, A. et al. Abacaxi para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 41p. (FRUPEX. Publicações Técnicas, 23).
- CENCI, S. A. Pesquisa em processamento mínimo de hortaliças no Brasil. II Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, 2000, Viçosa. Palestras. p.110-116.
- CHALFOUN, S. M. A. Abacaxicultura brasileira e o Mercado globalizado. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.19, n.195, p.5-6, set. 1998.
- CHEFFTEL, J. C.; CHEFFTEL, H. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Zaragoza: Editorial Acribia, 1992. v.1, 133p.
- CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. "Fisiologia pós-colheita de frutas e hortaliças. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, hortaliças. São Paulo, 1994. Relatórios dos Grupos de Trabalhos, São Paulo: SBCTA, 1994. p.41-56.
- CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEP, 1990, 289p.
- CHITARRA, M. I. F. Processamento mínimo de frutas e hortaliças. Viçosa: UFV, 1998. 88p.
- DAREZZO, H. M. Processamento mínimo de alface (*Lactuca sativa* L.) II Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, 2000, Viçosa. Palestras. p.117-124.
- DAREZZO, H. M.; ROCHA, E. S.; BENEDETTI, B. C.; GOMES, C. A. O. Avaliação do grau de redução microbiota presente em alface americana (*Lactuca sativa* L.) em linha de processamento industrial. In: Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, 2000, Viçosa. Resumos... Viçosa: UFV, p.26.

- DAS, J. R.; BHAT, S. G.; GOWDA, L. R. Purification and characterization of indian pincapple fruit. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.45, n. 6 p.2031-2035, June, 1997.
- DELIZA, R. Importância da qualidade sensorial em produtos minimamente processados. II Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortalças, 2000, Viçosa. **Palestras**. p.73-74.
- DISCHE, E. Color reactions of carbohydrates. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. (ed). **Methods in carbohydrates chemistry**. New York: Academic Press, 1962. v.1, p.477-512.
- DULL, G. G. The pineapple: general. In: HULME, A C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1971. v.2; cap.9, p. 303-324.
- DURIGAN, J. F. O processamento mínimo de frutas. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 16, 2000, Fortaleza, CE. **Palestras... fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical/SBF**, 2000.p.244-253.
- FANTUZZI, E. Atividade microbiana em repolho (*Brassica oleraceae* cv. Capitata) minimamente processado. 1999. 50p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG.
- FARIA, A. J. B.; CAVALCA, M. M.; FERREIRA, R. C.; et al. Transformações enzimáticas das substâncias pécticas da manga (*Mangifera indica* L.) v. Haden no amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 14, n.2, p.189-201, jul./dez. 1994.
- FERREIRA, D. F. (2000). Informação pessoal.
- FIDLER, J. C.; NORTH, C. J. The respiration of apples in CA storage conditions. **Bulletin de l'Institut International du Froid, Annexe**, 1966-1, p. 93-100, 1966.
- FILGUEIRAS, H. A. C. Bioquímica de amadurecimento de tomates híbridos heterozigotos para o mutante 'Alcobaça'. Lavras: UFLA, 1996. 117p. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos).
- FREIRE JR., M. Efeito da temperatura de armazenamento e influência da atmosfera modificada na qualidade do alface hidropônico cv. Regina

- minimamente processado. 1999. 120p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- GARCÍA-GIMENO, R. M.; ZURERA-COSANO, G.; AMARO-LÓPEZ, M. Conservacion de los alimentos mediante atmosfera modificada. *Vegetables de IV gama. Alimentaria*, Madrid, n.267, p.89-104, 1995.
- GONÇALVES, N. B. Efeito da aplicação de cloreto de cálcio associado ao tratamento hidrotérmico sobre a composição química e suscetibilidade ao escurecimento interno do abacaxi c.v. *Smooth Cayenne*. 1998, 101p. Dissertação (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- GONÇALVES, N. B.; CARVALHO, V. D. de. Características da fruta. In: GONÇALVES, N. B. (Org.). *Abacaxi: pós-colheita*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. 2000. cap.2, p.13-27 (Frutas do Brasil, 5).
- GORGATTI NETO, A.; CARVALHO, V. D. de; BOTREL, N.; BLEIROTH, E. W.; MATALHA, M.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G.; GARCIA, E. E. C.; BORDIN, M. R. *Abacaxi para exportação: procedimentos para colheita e pós-colheita*, Brasília: EMBRAPA - SPI, 1996. 41p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 23)
- GORNY, J. R. Modified atmosphere packaging and the fresh-cut revolution. *Perishables Handling Newsletters*, Hampton, v.90, p.4-5, 1997.
- GUERRA, N. B. **ABACAXI NO NORDESTE. Desenvolvimento, maturidade para a colheita e fisiologia pós-colheita**. São Paulo: USP, 1979. 105p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos)
- HOBSON, G. E.; TUCKER, W. G. Lightly-processed horticultural products. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.9, n.2, p.113-114, Nov. 1996.
- HODGE, K. Fresh-cut and the "Perfect Meal". *Fresh-cut*, Yakima, v.3, n.8, p.12,14,20, 1995.
- HOTCHKISS, J. H.; BANCO, M. J. Influence of new packaging technologies on the growth of microorganisms in produce. *Journal of Food Protection*, Des Moines, v.55, n.10, p.815-820, Oct. 1992.

- HUBER, D. J. The role of cell wall hydrolases in fruit softening. *Horticultural Review*, v.5, p.169-219, 1983.
- HUDDAR, A. G.; BHARALI, B. C.; THIMARAJU, K. R. Note on extension of storage of mango fruits by Tal-prolong. *Acta Horticulture*, Wageningen, v.231, n.2, p.668-669, 1988.
- HUET, R. La composition chimique de l'ananas. *Fruits*, Paris, v. 13, n. 5, p. 183-197, mai. 1958.
- HULTIN, H. O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterase of banana. Purification and properties. *Journal of Food Science*, v.31, n.3, p.320-327, 1996.
- HUXSOLL, C. C.; BOLIN, H. R. Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. *Food Technology*, v.49, p.124-128, Feb, 1989.
- KADER, A. A. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. California: University of California., 2002. 519p.
- KE, D.; SALTEVEIT, M.E. Regulation of russet spotting, phenolic metabolism and susceptibility to russet spotting in iceberg lettuce. *Plant Physiology*, Rockville, v.76, n.2, p. 412-418, Oct.1989.
- KING, A. D.; BOLIN, H. R. Physiological and microbiological Storage Stability of minimally processed fruits and vegetables. In: **OVERVIEW OUTSTANDING SYMPOSIA IN FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY**, 1988, New Orleans. *Anais...* Chicago, Institute of Food Technologists, 1989.p.132-135.
- KLEIN, B. P. Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. *Journal of Food Quality*. Westport, Connecticut, v.10, n.3, p.179-194. 1987.
- LAURILA, E.; KERVINEM, R.; AHVENAINEN, R. The inhibition of enzymatic browning in minimally processed vegetables and fruits. *Postharvest News and Information*, Wallingford, v.9, n.4, p.53-66, Aug. 1998.

- LIMA, L. C. de O. Processamento mínimo de kiwi e mamão. II Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, 2000, Viçosa. Palestras. p.95-107.
- LIMA, L. C. Armazenamento de maçãs cv. Royal Gala sob refrigeração e atmosfera controlada. 1999. 96p. Tese (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- LOPES, L. H. S.; CUNHA, M. M. da A importância dos pré-processados In: Uma perspectiva de mercado para a fruticultura irrigada. Frutifatos, Brasília, vol.1, nº1, set. 1999.
- LUENGO, R. F. A.; LANA, M. M. Processamento mínimo de hortaliças. Comunicado técnico da EMBRAPA HORTALIÇAS 2. Out. 1997.
- LYONS, J. M. Chilling injury in plants. Annual Review of Plant Physiology, Palo Alto, v.24, p.445-466, 1973.
- MADDEN, J. M. Microbial pathogens in fresh product: the regulatory perspectives. Journal of Food Protection, Des Moines, v.55, n.10, p.821-823, Oct. 1992.
- MARTENS, M., BAARSETH, P., Postharvest quality changes, sensory quality. In: WEICHMANN, J. Postharvest physiology of vegetables. 1987, New York: Dekker, 1987.597p.
- MATSUNO, H.; URITANI, I. Physiological behavior of peroxidase isozymes in sweet potato root tissue injured by cutting or with black rot. Plant and Cell Physiology, Tokyo, v. 13, n.6, p. 1091-1101, June, 1972.
- MEDINA, J. C. Cultura. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Abacaxi: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos. 2 ed. ver. ampl. Campinas: ITAL, 1987. P.1-110 (ITAL. Série frutas tropicais).
- MIRANDA, R. B. Avaliação da qualidade do mamão (*Carica papaya* L.) minimamente processado. Lavras: UFLA, 71p. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos).
- MORETTI, C. L. Tecnologia de produtos minimamente processados. XXX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Foz do Iguaçu, PR, Agosto de 2001, 5 páginas.



- MYERS, R. A. Packaging considerations for minimally processed fruits and vegetables. *Food Technology*, Chicago, v.43, n.2, P.129-131. Feb, 1989.
- 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.
- NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for determination of glucose. *The Journal of Biological Chemistry*, Baltimore, v.135, n.1, p. 136-175, Jan, 1944.
- NGUYEN-THE, C.; CARLIN, F. The microbiology of minimally-processed fresh fruits and vegetables. *CRC Critical Review Food Science Nutrition*, Boca Raton, v.34, n.4, p.371-401, 1994.
- O'CONNOR-SHAW, R. E.; ROBERTS, R.; FORD, A. L.; NOTTINGHAM, S. M. Shelf life of minimally processed honeydew, kiwifruit, papaya, pineapple and cantaloupe. *Journal of Food Science*. Chicago, v.59, n.6, p.1202-1215. Nov./Dec, 1994.
- PANTASTICO, E. B. Chilling injury. In: PANTASTICO, E. B. (Ed) *Postharvest physiology, handling and utilization of tropical fruits and vegetables*. Westport: AVI, 1975. Cap. 17, p.339-362.
- PAULL, R. E. Postharvest handling of Smooth Cayenne pineapple in hawaii for fresh fruit market. *Acta Horticulture*, Wageningen, n.334, p.273-285.1993b.
- PAULL, R. E. Pineapple and papaya. In: SEYMOUR, G.; TAYLOR, J.; TUCKER, G. (Ed) *Biochemistry of Fruit Ripening*. London, 1993a. Cap. 10, p.291 - 302.
- PAULL, R. E.; ROHRBACH, K. G. Juice characteristics and internal atmosphere of waxed Smooth cayenne pineapple fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.107, n.3, p.448-452, May 1982.
- PAULL, E. Pineapple. In: MITRA, S. K.; BALDWIN, E. A. (Ed) *Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits*. Honolulu, 1997. Cap. 5., p.123-135.

- 
- PIROVANI, M. E., PIAGENTINI, A. M.; GUEMES, D.R.; DIPENTIMA, J.H. Quality of minimally processed lettuce as influenced by packaging and chemical treatment. *Journal of Food Quality*. Trumbull, v. 22, n.6, p. 475-484. Dec, 1998.
- PRADO, M. E. T.; VILAS BOAS, E. V. de B.; SANTOS, J. C. B.; PINHEIRO, A. C. M.; MATTOS, L. M.; ARAÚJO, F. M. M. C.; CHITARRA, A. B.; OLIVEIRA, E. C. M. Influência do hipoclorito de sódio sobre a qualidade de abacaxis minimamente processados. In: Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, 2., 2000, Viçosa. Resumos... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p. 5.
- PY, C.; LACOEUILHE, J. J.; TEISSON, C. L'ananas: as culture ses produits. Paris: G.P. Maisonneuve et Larose, 1984. 562p.
- RATNER, A.; GOREN, R.; MONSELINE, S. P. Activity of pectin esterase and cellulose in the abscission zone of citrus leaf explants. *Plant Physiology*, Rockville, v.44, n.12, p. 1717-1723, Dec. 1969.
- RODRIGUES, D. (jornalista) EMBRAPA, banco de notícias, capturado em 04/12/2001, no site www.Embrapa.com.br.
- ROLLE, R. S.; CHISM, III, G. W. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. *Journal of Food Quality*, Westport, v.10, n.3, p.157-177, 1987.
- ROMIG, W. R. Selection of cultivars for lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*, Alexandria, v.30, n.1, p.38-40, Jan. 1995.
- SALUNKE, D. K.; DESAI, B. B. *Postharvest biotechnology of vegetables*, Boca Raton: CRC Press, 1984. 193p., v.2.
- SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. Embalagens plásticas para hortaliças e frutas. II Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, 2000, Viçosa. Palestras. p.53-72.
- SARZI, B. Conservação de abacaxi e mamão minimamente processados: associação entre o preparo, a embalagem e a temperatura de armazenamento. 2002. 100p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP.

- SARZI, B.; DURIGAN, J. F.; PINTO, S. A. A.; MATTIUZ, B.; TEIXEIRA, G. H. A. Avaliação do abacaxi "Pérola" submetido à dois tipos de corte e três temperaturas de armazenamento. In: Encontro nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, 2., 2000, Viçosa. Resumos... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p 2.
- SHEWFELT, R. L. Quality of minimally processed fruits and vegetables. *Journal of Food Quality*, Westport, v.10, n.3, p.143-157, 1987.
- SILVA, J. M. da. *Uso da atmosfera modificada no armazenamento do abacaxi (Ananas comosus L. Merr.) cv. Smooth Cayenne*. 1997. 85p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- SILVA, J. R.; SANTOS, W. V. Mecanização da cultura do abacaxi. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.19, n.195, p.65-69, set. 1998.
- 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, 1988.
- SOUZA, R. A. M. de Perspectivas do mercado de frutas e hortaliças minimamente processadas. Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, 2, 2000, Viçosa, MG. Palestras. p.1-21.
- STROHECKER, R. L.; HENNING, H. M. *Análisis de vitaminas: métodos comprobados*. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.
- 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.
- THÉ, P. M. P. *Efeitos da associação de tratamento hidrotérmico, cloreto de cálcio e atmosfera modificada sobre o escurecimento interno e qualidade do abacaxi cv. Smooth cayenne*. 2001. 128 p. Dissertação (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- THÉ, P. M. P.; FERNANDES, S. M.; PINTO, N. A. V. D.; NUNES, R. P.; CARVALHO, V. D. Prevenção da injúria pelo frio em abacaxi cv. Smooth cayenne. IV Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, 2001, Campinas, SP. Resumos. P.276.

- TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. *Biochemistry of Fruit Ripening*. London: Chapman & Hall, 1993. cap.1. p.1-51.
- VÁMOS-VIGYÁZÓ, L. Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables. In: ROBINSON, D.S.; ESKIN, N.A.M. *Oxidative enzymes in foods*. New York: Academic Press, 1991. 314p.
- VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*, 3 ed. Washington: American Public Health Association (APHA), 1992.
- VANETTI, M. C. D. Controle microbiológico e higiene no processamento mínimo. II Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, 2000, Viçosa. Palestras. p.44-52.
- VANKERSCHAUER, K.; WILLOCK, F.; SMOUT, C.; HENDRICKX, M.; TOBBACK, P. The influence of temperature and gas mixtures on the growth of the intrinsic microorganisms on cut endive: predictive versus actual growth. *Food Microbiology*, London, v.13, n.6, p.424-440, Dec.1996.
- VILAS BOAS, E. V. de B.; LIMA, L. C. de O. Armazenamento de Abacaxi Pérola . III Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos. Nov. 1999. Campinas. UNICAMP. p.45.
- VILAS BOAS, E. V. de B.; KADER, A. A. Effect of 1-MCP on fresh-cut fruits. *Perishables Handling Quarterly*, Davis, 2001.n. 108; p. 25.
- VILAS BOAS, E. V. de B. *Maturação pós-colheita de híbridos de tomate heterozigotos no loco alcobaça*. 1998. 105p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- WATADA, A. E.; ABE, K.; YAMUCHI, N. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. *Food Technology*, Chicago, v.44, n.5, p. 116-122, May 1990.
- WILEY, R. C. (Ed.) *Minimally processed refrigerated fruits & vegetables*. New York: Chapman & Hall, 1994. 368p.
- WILLEY, R. C. *Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas*. Zaragoza: Acribia, 1997. 361p.

WILLS, R. H. H.; LEE, T. H.; HALL, E. G.: Postharvest – an introduction to the physiology and handling of fruits and vegetables. Westport: AVI, 1998, 160p.

ZAGORY, D. Proposta para o PROCISUR, Workshop sobre alimentos minimamente processados, EMBRAPA-CTAA, outubro de 1997.

ZAGORY, D.; KADER, A. A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. Food Technology, Chicago, v.42, n.9, p.70-77, Sept. 1988.

ANEXOS

ANEXO A	Página	
TABELA 1A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para líquido drenado (LD), sólidos solúveis totais (SST), açúcares solúveis totais (AST), pH e acidez total titulável (ATT) de abacaxis 'Pérola' minimamente processados submetidos a diferentes tratamentos e armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$, 85% UR, durante 10 dias.....	71
TABELA 2A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação, para textura, pectina total (PT), pectina solúvel (PS), poligalacturonase (PG), polifenoloxidase (PFO) e vitamina C de abacaxis 'Pérola' minimamente processados submetidos a diferentes tratamentos e armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$, 85% UR, durante 10 dias.....	71
TABELA 3A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação, para sabor, aparência e cor de abacaxis 'Pérola' minimamente processados submetidos a diferentes tratamentos e armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$, 85% UR, durante 8 dias.....	72
FIGURA 1A	Formulário para avaliação da qualidade (aparência e cor) de abacaxis 'Pérola' minimamente processados submetidos a diferentes tratamentos e armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$, 85% UR, durante 8 dias.....	73
FIGURA 2A	Formulário para avaliação da qualidade (sabor) de abacaxis 'Pérola' minimamente processados submetidos a diferentes tratamentos e armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$, 85% UR, durante 8 dias.....	74

TABELA 1A Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para líquido drenado (LD), sólidos solúveis totais (SST), açúcares solúveis totais (AST), pH e acidez total titulável (ATT) de abacaxis 'Pérola' minimamente processados submetidos a diferentes tratamentos e armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$, 85% UR, durante 10 dias.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios				
		LD	SST	AST	pH	ATT
Tempo (A)	5	61,4747**	6,3606**	0,3042ns	0,0145**	0,0061**
Atmosfera (B)	2	5,0974*	1,4335*	9,2916**	0,0059ns	0,0002ns
AxB	10	3,5123*	0,4030ns	1,5918**	0,0030ns	0,0034**
Erro	36	1,3797	0,3016	0,3369	0,0035	0,0010
Média Geral		9,2206	14,2870	13,0044	3,6142	0,5807
CV%		12,74	3,84	4,46	1,64	5,56

ns, * , ** indicam valores do Teste f não significativo e significativo ao valor nominal de 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

TABELA 2A Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação, para textura, pectina total (PT), pectina solúvel (PS), poligalacturonase (PG), polifenoloxidase (PFO) e vitamina C de abacaxis 'Pérola' minimamente processados submetidos a diferentes tratamentos e armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$, 85% UR, durante 10 dias.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios					
		Textura	PT	PS	PG	PFO	Vitamina C
Tempo (A)	5	0,0080**	277,8561**	90,4030**	233,5461**	49,4646**	33,0629**
Atmosfera (B)	2	0,0036*	329,8525**	48,6091**	2353,8484**	42,8901**	2,8087ns
AxB	10	0,0006ns	68,6455**	8,9839**	284,4960**	22,7739**	9,7252*
Erro	36	0,0011	23,6687	0,7926	23,7391	0,1076	4,2664
Média Geral		0,2731	83,3288	16,7657	47,8909	18,0018	31,4301
CV%		12,31	5,84	5,31	10,17	1,82	6,57

ns, * , ** indicam valores do Teste f não significativo e significativo ao valor nominal de 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

TABELA 3A Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação, para sabor, aparência e cor de abacaxis 'Pérola' minimamente processados submetidos à diferentes tratamentos e armazenados à $5 \pm 1^\circ\text{C}$, 85% UR, durante 8 dias.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Sabor	Aparência/Cor
Tempo (A)	4	1,4730**	5,8086**
Atmosfera (B)	2	5,1390**	0,4443**
AxB	8	1,2202**	2,1626**
Erro	15	0,1306	0,0593
Média Geral		6,34	6,2133
CV%		5,70	3,92

ns, * ,** indicam valores do Teste f não significativo e significativo ao valor nominal de 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

TESTE DE QUALIDADE

Nome: ----- Data:----/----/01

Produto: Abacaxi

Você está recebendo 4 amostras de abacaxi. Por favor, prove-as da esquerda para a direita e avalie sua qualidade (sabor) de acordo com a escala abaixo. Lave a boca antes e entre uma amostra e outra.

1. Péssima
2. Muito ruim
3. Moderadamente ruim
4. Ligeiramente ruim
5. Indiferente
6. Ligeiramente boa
7. Moderadamente boa
8. Muito boa
9. Ótima

Amostras: --- --- --- ---

Sabor: --- --- --- ---

--- --- --- ---
--- --- --- ---

Observações:-----

FIGURA 2A Formulário para avaliação da qualidade (sabor) de abacaxis 'Pérola' minimamente processados submetidos a diferentes tratamentos e armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e 85% UR, durante 8 dias.