

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE CÁLCIO PARA
MANUTENÇÃO DA TEXTURA DE ABACAXI SUBMETIDO AO
PROCESSAMENTO MÍNIMO**

MARISA DE PAULA EDUARDO

CAMPINAS - SP
FEVEREIRO DE 2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE CÁLCIO PARA
MANUTENÇÃO DA TEXTURA DE ABACAXI SUBMETIDO AO
PROCESSAMENTO MÍNIMO**

Dissertação de Mestrado submetida à banca
examinadora para obtenção do título de Mestre
em Engenharia Agrícola, na área de
concentração em Tecnologia Pós-Colheita.

Eng.Agr. MARISA DE PAULA EDUARDO

Orientador: Prof.Dr. Benedito Carlos Benedetti

CAMPINAS – SP
FEVEREIRO DE 2004

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

Ed91u Eduardo, Marisa de Paula
Utilização de diferentes fontes de cálcio para
manutenção da textura de abacaxi submetido ao
processamento mínimo / Marisa de Paula Eduardo. --
Campinas, SP: [s.n.], 2004.

Orientador: Benedito Carlos Benedetti.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Abacaxi. 2. Cálcio. 3. Alimentos - Textura. I.
Benedetti, Benedito Carlos. II. Universidade Estadual
de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III.
Título.

Titulo em Inglês: Use of diferent calcium sources for texture maintenance of pineaples
subjected to fresh-cut treatment

Palavras-chave em Inglês: Pineapple, Calcium e Texture of food

Área de concentração: Tecnologia Pós-Colheita

Titulação: Mestre em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: Miriam Dupas Hubinger e Antonio Carlos de Oliveira Ferraz

Data da defesa: 18/02/2004

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Benedito Carlos Benedetti pela amizade e orientação.

Ao CNPq pela concessão de bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Ferraz pela utilização do laboratório de Propriedades Físicas e Mecânicas de Materiais Biológicos e pela colaboração e sugestões.

Aos técnicos de laboratório Rosália, Leandro e Pedro pelo auxílio e disposição em colaborar nos momentos necessários.

Às amigas Cintya, Rosa e Alessandra pelo companheirismo e ajuda prestada.

Aos funcionários da Biblioteca e à Secretaria de Pós-Graduação pelos esclarecimentos.

À minha mãe Brigitte Feigl e minha irmã Mariana por toda paciência e auxílio na elaboração e correção do trabalho.

Ao meu noivo Eduardo e toda minha família pelo apoio e compreensão.

A todas as pessoas e instituições que de alguma forma, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. MATÉRIA PRIMA.....	4
2.1.1. Introdução.....	4
2.1.2. Variedades.....	5
2.1.3. Características físico-químicas.....	6
2.1.4. Características sensoriais.....	8
2.2. PROCESSAMENTO MÍNIMO/ PROCESSO TECNOLÓGICO.....	10
2.3. AÇÃO DO CÁLCIO.....	12
2.4. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	14
2.5. ANÁLISE SENSORIAL.....	15
2.5.1. Conceito.....	15
2.5.2. Tipos de testes.....	16
2.5.3. Testes afetivos.....	16
3. EXPERIMENTO I: Avaliação de diferentes fontes de cálcio e determinação de metodologia para análise da firmeza.....	18
3.1. MATERIAI E MÉTODOS.....	18
3.1.1. Matéria prima e processamento mínimo.....	18
3.1.2. Delineamento Experimental.....	20
3.1.3. Análises físico-químicas.....	21
3.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
3.2.1. Medidas de pH.....	25
3.2.2. Sólidos Solúveis Totais (SST).....	26
3.2.3. Firmeza - Ponteira 1 (esmagamento).....	28
3.2.4. Firmeza - Ponteira 2 (cisalhamento).....	33

3.3. CONCLUSÕES DO EXPERIMENTO I	38
4. EXPERIMENTO II: Avaliação da vida de prateleira de abacaxi minimamente processado e tratado com sulfato de cálcio.....	40
4.1. MATERIAL E MÉTODOS	40
4.1.1. Matéria prima e processamento mínimo	40
4.1.2. Delineamento experimental.....	41
4.1.3. Análises Físicos-Químicas	41
4.1.4. Análises microbiológicas	42
4.1.5. Análise Sensorial.....	42
4.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.2.1. pH.....	44
4.2.2. Sólidos Solúveis Totais (SST).....	45
4.2.3. Acidez Total Titulável (ATT)	46
4.2.4. Composição Gasosa – CO ₂ e O ₂	48
4.2.5. Firmeza	48
4.2.6. Análises Microbiológicas	51
4.2.7. Análise Sensorial.....	52
4.3. CONCLUSÕES DO EXPERIMENTO II	56
5. CONCLUSÕES GERAIS	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Fluxograma do Processamento Mínimo de Abacaxi em fatias.....	20
Figura 2. Penetrômetro The Ottawa Texture Measuring System.....	22
Figura 3. Ponteira de Penetração Cilíndrica (esmagamento).....	22
Figura 4. Inclinação da reta no primeiro trecho da curva.....	23
Figura 5. Ponteira de penetração em forma de anel vazado (cisalhamento).	23
Figura 6. Ilustração da área sob a curva através do Método dos Trapézios.	24
Figura 7. Variação de pH ao longo do armazenamento para abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio.....	25
Figura 8. Variação de SST ao longo do armazenamento para abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio.	27
Figura 9. Variação de força máxima da firmeza ao longo do armazenamento para o abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio.	29
Figura 10. Variação da área sob curva da firmeza ao longo do armazenamento para abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio.	31
Figura 11. Variação da inclinação da reta da firmeza do abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio ao longo do armazenamento.	34
Figura 12. Variação da área sob curva da firmeza ao longo do armazenamento para abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio.	36
Figura 13. Ficha utilizada no teste de Aceitabilidade.....	43
Figura 14. Ficha utilizada no teste de Preferência.....	43
Figura 15. Variação de pH de abacaxi MP tratado com Sulfato de Cálcio ao longo do armazenamento.	44
Figura 16. Variação de SST de abacaxi MP tratado com Sulfato de Cálcio ao longo do armazenamento.	45
Figura 17. Variação de ATT de abacaxi MP tratado com Sulfato de Cálcio ao longo do armazenamento.	47
Figura 18. Variação de força máxima para a firmeza de abacaxi MP tratado com Sulfato de Cálcio ao longo do armazenamento.....	49

Figura 19. Variação da área sob curva para firmeza de abacaxi MP tratado com Sulfato e Cálcio ao longo do armazenamento.....	50
Figura 20. Variação das notas de preferência para cada tratamento ao longo do tempo de armazenamento.	55

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Composição da polpa de abacaxi ‘Pérola’ e ‘Smooth Cayenne’ nos estádios verde e maduro.	7
Tabela 2: Valores de °Brix/acidez de frutos maduros de abacaxi ‘Smooth Cayenne’ no estado de São Paulo.	9
Tabela 3. Valores médios de pH de abacaxi MP, tratado com diferentes fontes de cálcio ao longo do armazenamento.	26
Tabela 4. Valores médios de SST (°Brix) de abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio ao longo dos dias de armazenamento.	28
Tabela 5. Valores médios de força máxima (N) da firmeza de abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio ao longo do armazenamento.	29
Tabela 6. Valores médios da área sob curva da firmeza de abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio ao longo do armazenamento.	31
Tabela 7. Valores dos coeficientes de variação para as duas metodologias de análise da firmeza mensurada pela ponteira 1.	33
Tabela 8. Valores médios da inclinação da reta no primeiro trecho da curva da firmeza de abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio ao longo do armazenamento.	34
Tabela 9. Valores médios da área sob a curva da firmeza de abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio ao longo do armazenamento.	36
Tabela 10. Valores dos coeficientes de variação para as duas metodologias de análise da firmeza mensurada pela ponteira 2.	38
Tabela 11. Valores médios de pH de abacaxi MP tratado com Sulfato de Cálcio ao longo do armazenamento.	45
Tabela 12. Valores médios de SST (°Brix) de abacaxi MP tratado com sulfato de cálcio ao longo do armazenamento.	46
Tabela 13. Valores médios de ATT (% ác. cítrico) de abacaxi MP ao longo do armazenamento.	47

Tabela 14. Valores médios de força máxima (N) da firmeza de abacaxi MP tratado com Sulfato de Cálcio ao longo do armazenamento.	49
Tabela 15. Valores médios da área sobre curva (m.kg/s) da firmeza de abacaxi minimamente processado ao longo do armazenamento.	51
Tabela 16. Contagem microbiológica de abacaxi minimamente processado ao longo do armazenamento.	51
Tabela 17. Médias dos atributos avaliados no teste de Aceitabilidade.	53
Tabela 18. Somatória das notas de cada tratamento do teste de Preferência para avaliação dos resultados.	54
Tabela 19. Avaliação das notas de preferência entre as amostras durante o período de armazenamento:	55

RESUMO

O objetivo deste projeto foi avaliar a ação do cálcio na manutenção da textura de abacaxi minimamente processado em fatias. O trabalho foi dividido em dois experimentos distintos, porém complementares. Frutos do cultivar 'Smooth Cayenne' foram submetidos a: seleção, lavagem, sanitização, resfriamento, descasque, fatiamento, imersão em solução de sais de cálcio, embalagem e armazenagem refrigerada a 5°C.

No Experimento I, o objetivo foi avaliar a textura de fatias de abacaxi minimamente processados quando tratadas com diferentes sais de cálcio (cloreto, sulfato e lactato) em duas concentrações (1% e 3%), analisando parâmetros químicos como pH e sólidos solúveis totais (SST). Para análise da textura, duas ponteiros de penetração (esmagamento e cisalhamento) foram utilizadas, visando escolher o melhor método de avaliação. Os resultados mostraram que os tratamentos com sulfato de cálcio aumentaram o índice da textura do abacaxi em até 28% em relação à testemunha. A ponteira de penetração por esmagamento foi selecionada com base na menor variabilidade dos resultados.

O Experimento II foi elaborado com o objetivo de avaliar somente o efeito do sulfato de cálcio nos parâmetros pH, SST, acidez total titulável, textura e composição gasosa do abacaxi minimamente processado ao longo do armazenamento. Análises microbiológicas mostraram que não houve contaminação por coliformes fecais durante o período testado. Na análise sensorial realizada os consumidores potenciais não perceberam a presença do cálcio nas amostras testadas. Concluiu-se que a aplicação de cálcio interferiu positivamente na manutenção das propriedades de textura do produto e não influenciou nas propriedades organolépticas.

PALAVRAS-CHAVE: Processamento mínimo, cálcio, firmeza, abacaxi.

ABSTRACT

USE OF DIFFERENT CALCIUM SOURCES FOR TEXTURE MAINTENANCE OF PINEAPLES SUBJECTED TO FRESH-CUT TREATMENT

The objective of the dissertation was to evaluate the effect of calcium on the texture maintenance of minimally processed pineapple slice. The research was divided into two distinct but complementary experiments. 'Smooth Cayenne' fruits were submitted to: selection, pre-washing, cooling, peeling, slicing, immersion in the solution of calcium salt, packing and storing at 5°C.

In Experiment I the objective was evaluated the texture of minimally processed pineapple slice when treated with different calcium sources in two concentrations (1% and 3%) analysing chemical parameters such as pH and total dissolve solids (TDS). Two penetration tips (crushing and shearing) were used to measure the texture aiming to choose the best tip. The results showed that the treatments with calcium sulphate increased the maintenance of pineapples slices up to 28% in comparison to the control. The crushing penetration tip was selected based on the lower variability of obtained results.

Experiment II was conducted to determine the calcium sulphate effect on several physical and chemical parameters such as pH, TDS, total titulavel acidity, texture and gaseous composition of the minimally processed pineapple slices along storage period. Microbiological analyses showed that no contamination by faecal coli forms occurred during the test period. Sensorial analyse performed with potential consumers did not indicate the perception of calcium.

It was concluded that the calcium application acted positively on the texture maintenance of the product and did not interfere in organoleptic properties.

KEYWORDS: fresh-cut, calcium, firmness, pineapple.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O interesse pela pós-colheita de frutas tem aumentado no Brasil nos últimos anos em virtude de diversos fatores tais como as grandes safras, o aumento do consumo, a necessidade de abastecimento permanente de frutas frescas no mercado e o incremento no volume de exportações. Isto tem motivado maior preocupação com relação à preservação da qualidade da fruta e extensão do seu período de comercialização.

Entretanto, apesar do Brasil ter na fruticultura um setor de potencial econômico muito grande, esta distante de ser considerado um país que trata com eficiência suas frutas após a colheita, apresentando perdas vergonhosas neste período devido ao desconhecimento da fisiologia pós-colheita e de técnicas adequadas para a sua conservação e/ou processamento.

A oferta de hortícolas limpos, embalados, semiprocessados e prontos para o preparo e/ou consumo é de visível crescimento, pois atende os desejos e necessidades dos consumidores, os quais passam a exigir mais qualidade, praticidade e lançamento de novos produtos. Vantagem adicional destes produtos é a diminuição das perdas, tanto no varejo como na casa dos consumidores, pois aquilo que é comprado é inteiramente consumido, sem que haja necessidade de limpeza, descasque ou surpresas indesejáveis como injúrias e podridões internas.

O apelo a uma vida mais saudável e a manutenção da boa forma física, associados a constantes mudanças nos hábitos de compra do consumidor têm estimulado o setor de hortícolas a elaborar novas estratégias de comercialização para melhor atender as exigências do consumidor final, além de intensificar pesquisas no sentido de desenvolver produtos que tenham maior vida útil para consumo, mantendo as características do produto fresco.

Os produtos minimamente processados possibilitam consumo imediato, sendo oferecido na forma de pequenas porções embaladas e com qualidade organoléptica semelhante à do produto fresco. Ainda podem ser utilizadas películas comestíveis para o revestimento desses produtos, as quais proporcionam algumas vantagens como a redução de perda de água, podendo ainda, melhorar suas propriedades

estruturais e servir como veículo de substâncias antimicrobianas, pigmentos e aditivos (SALVEIT, 1998). Segundo DURIGAN (1999), embora a grande maioria dos estudos realizados nesta área esteja relacionada ao processamento mínimo de produtos olerícolas, constata-se o grande potencial de comercialização de frutas minimamente processadas, principalmente aquelas que oferecem, em função de sua própria estrutura, alguma dificuldade para a comercialização ou até mesmo para consumo, sendo o abacaxi um ótimo exemplo disso.

No entanto, os preços dos produtos minimamente processados são, em média, cerca de 180% superior ao das mesmas frutas comercializadas a granel (SAABOR, 1999). O mesmo autor identificou que 86% dos consumidores desses produtos apresentam renda média familiar 24% superior à renda dos que consomem os mesmos produtos a granel, demonstrando que há grande agregação de valor nos mesmos. Isso indica boas perspectivas para os produtores, pois esse mercado já representa cerca de US\$ 3,9 milhões/mês no Estado de São Paulo. Segundo QUEIROZ (2001), em 1984, quando o processamento mínimo surgiu nos Estados Unidos, representava 8,9% de todo o produto hortícola colhido no país, gerando US\$ 5,2 bilhões. A geração de US\$ 17,7 bilhões previstas para 1999 foi alcançada em 1996. O crescimento de vendas de 1997 para 1998 foi de 30%, sendo que em 2000 o índice subiu para 50%. A aceitação pelo público foi tão grande que nos hipermercados o setor representa 8% das vendas e 9% nos supermercados. O sucesso e a expansão das vendas dos produtos minimamente processados dependerá do contínuo marketing sobre sua qualidade e de mais pesquisas científicas para sua tecnologia.

Este trabalho teve como **objetivo geral** avaliar a ação do cálcio na firmeza de abacaxis minimamente processados em fatias. Foram montados dois experimentos distintos, porém complementares, com os seguintes objetivos específicos:

1. Verificar se a firmeza das fatias do abacaxi 'Smooth Cayenne' minimamente processado sofre alterações ao longo do tempo quando tratado com diferentes fontes de cálcio (cloreto, sulfato e lactato de cálcio), em diferentes

concentrações (1% e 3%) e nas mesmas condições de preparo, acondicionamento e armazenamento;

2. Selecionar a fonte e a concentração de cálcio mais indicada para a conservação das fatias de abacaxi;
3. Determinar uma metodologia e uma ponteira de penetração que se apresente mais adequada para avaliar os índices de firmeza das fatias de abacaxi minimamente processado;
4. Verificar o desenvolvimento de microrganismos em abacaxis minimamente processados e tratados com cálcio, dentro de um período de 7 dias de armazenamento;
5. Avaliar, através de Testes Sensoriais, se há detecção da aplicação do cálcio nas fatias de abacaxi minimamente processado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. MATÉRIA PRIMA

2.1.1 Introdução

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merrill) é uma planta pertencente a família *Bromeliaceae*, é originária da região compreendida entre 15°N e 30°S de latitude e 40°L e 60°W de longitude, o que inclui a zona central do Brasil, o nordeste da Argentina e o Paraguai (CUNHA et al., 1999). Segundo estudos de distribuição do gênero *Ananas* na Venezuela e na América do Sul, deve-se considerar que seu centro de origem é a região da Amazônia compreendida entre 10°N e 10°S da latitude e entre 55°L e 75°W de longitude, por se encontrar nessa região o maior número de espécies consideradas válidas até o momento. A região sudeste do Brasil pode ser considerada um segundo centro de diversificação do gênero (LEAL, 1983).

Dados de 2000 classificam o Brasil como o segundo maior produtor de abacaxi, com 1,9 milhões de toneladas produzidas, equivalentes a 14,83% da produção mundial. A Tailândia lidera essa classificação com 15,31% da produção, e em seguida vêm países como Filipinas (13,02%), Índia (8,42%) e China (6,88%) (FAO, 2000).

Segundo BOTREL e ABREU (1985), a produção brasileira de abacaxi é quase toda destinada ao mercado interno, em que predomina o consumo do produto “in natura”, sendo que o restante é destinado à indústria, em forma de suco e compotas, e apenas uma pequena parcela da produção é destinada à exportação “in natura”.

O abacaxi é classificado como fruto não climatérico, isto é, só amadurece enquanto estiver ligado à planta. Segundo MEDLICOTT (1986), após a colheita os frutos não climatéricos não melhoram suas qualidades sensoriais e nutricionais, embora ocorra pequena mudança na textura (amolecimento) e perda da coloração verde.

Quando o fruto se destina à industrialização ou ao consumo imediato, deve ser colhido maduro, ou seja, quando atinge níveis ótimos de constituintes físico-

químicos, que conferem a qualidade ideal ao fruto. No caso do consumo “in natura” em mercados distantes, deve-se fazer a colheita antes que os frutos atinjam a maturação completa, ou seja, no estágio “de vez”, para que cheguem ao consumidor em boas condições. Deve-se evitar a colheita de frutos verdes porque, em virtude de suas baixas reservas amiláceas, não amadurecem satisfatoriamente, comprometendo sua qualidade e comercialização (CUNHA et al., 1999).

2.1.2. Variedades

No Brasil, as variedades que prevaleceram por algumas décadas, como o Jupi, o Boituva e o Rondon, não são hoje as mais plantadas. Isto se deve à expansão da indústria do abacaxi em conserva, que exige tipos de frutos mais apropriados ao beneficiamento e com maior rendimento em rodela para compota. Assim sendo, foi dada preferência ao plantio das variedades ‘Smooth Cayenne’ e ‘Pérola’, as quais possuem as características que atendem às exigências da indústria sem alterar as características exigidas pelo paladar dos consumidores (COUTO, 1981).

O cultivar ‘**Smooth Cayenne**’, conhecido popularmente como abacaxi havaiano, é o cultivar mais plantado no mundo, tanto em termos de área quanto de faixa de latitude, sendo considerado, atualmente, o rei dos cultivares de abacaxi, porque possui muitos caracteres favoráveis. É uma planta robusta, de porte ereto, cujas folhas não apresentam espinhos, a não ser alguns encontrados nas extremidades apicais. O fruto é atraente, tem forma cilíndrica, pesando de 1,5 a 2,5kg, com casca de cor amarelo-alaranjada na maturação, polpa amarelada, rica em açúcares, com 13 a 19°Brix, e de acidez maior do que o de outros cultivares. Essas características fazem-no adequado à industrialização e exportação. Em condições de clima úmido e quente, produz frutos frágeis para transporte e processamento industrial. É bastante suscetível à murcha associada à cochonilha (*Dysmicoccus brevipes*) e à fusariose (*Fusarium subglutinans*). Foi introduzido no Brasil, em São Paulo, na década de 30, e posteriormente difundido para outros estados. A partir da

década de 60, assumiu crescente importância econômica na Paraíba, em Minas Gerais, no Espírito Santo, em Goiás e na Bahia (GIACOMELLI e PY, 1981).

2.1.3. Características físico-químicas

A qualidade dos frutos é, em parte, avaliada através das características físicas responsáveis pela aparência externa, entre as quais se destaca o tamanho, a forma e a coloração da casca. São essas características que constituem o primeiro fator de aceitabilidade pelos consumidores. Juntamente com as características físicas, a qualidade intrínseca dos frutos tem também grande importância, atribuída ao teor de vários constituintes físico-químicos e químicos da polpa. É a qualidade intrínseca que conferirá aos frutos e aos produtos processados o sabor e o aroma característicos, responsáveis pela aceitação definitiva de um fruto no mercado consumidor (CARVALHO, 1985).

O abacaxi é considerado o “rei dos frutos” devido a sua excelente qualidade sensorial. Seu sabor e aroma característicos lhe são conferidos pelos açúcares, ácidos e compostos voláteis que se destacam por serem responsáveis pela doçura, acidez e aroma, respectivamente. Há outros constituintes importantes como os pigmentos carotenóides que conferem à coloração amarelada da polpa, as substâncias pécticas, relacionadas à textura, e as vitaminas que lhe atribuem alto valor nutricional (CARVALHO e CLEMENTE, 1994).

O abacaxi apresenta grande variação em sua composição química. Diversos autores mencionam que as variações existentes nos valores de pH, acidez total, açúcares totais e sólidos solúveis dependem da variedade cultivada, do estágio de maturação, do clima e da época do ano em que é produzido, entre outros fatores. Alguns dados da composição química do abacaxi são apresentados na Tabela 1.

A acidez do abacaxi é devida, principalmente, aos ácidos cítrico e málico, que contribuem, respectivamente, com 87 e 13% da acidez total (DULL, 1971). O pH do fruto está, geralmente, entre 3,2 e 4,15. No interior do fruto, a acidez aumenta da base para o topo, acompanhando o desenvolvimento da maturação. Numa mesma

altura do fruto, a acidez é muito mais acentuada na zona próxima à casca do que na do cilindro central.

Tabela 1. Composição da polpa de abacaxi ‘Pérola’ e ‘Smooth Cayenne’ nos estádios verde e maduro.

COMPOSIÇÃO	Pérola		Smooth Cayenne	
	Fruto Verde	Fruto Maduro	Fruto Verde	Fruto Maduro
pH	3,60	4,15	3,20	3,70
Sólidos Solúveis (°Brix)	11,60	16,20	11,60	18,20
Acidez total (% ác.cítrico)	0,81	0,35	0,96	0,47
Açúcares redutores (%)	2,82	5,06	4,16	5,35
Açúcares totais (%)	9,73	15,01	9,85	16,17
Vitamina C (mg.100g⁻¹)	32,00	9,00	17,00	10,00

Fonte: BLEINROTH (1978)

Quanto aos constituintes vitamínicos, aminoácidos e proteínas, eles se apresentam em teores muito baixos, não podendo o abacaxi ser considerado como expressiva fonte vitamínica e/ou protéica (CUNHA et al., 1999).

A textura é um dos atributos de qualidade mais importantes. É definida como o “conjunto de propriedades do alimento, composta por características físicas perceptíveis pelo tato e que se relacionam com a deformação, desintegração e fluxo do alimento, sob a aplicação de uma força”. Essas características são avaliadas objetivamente por funções de força, tempo e distância. Segundo CHITARRA e CHITARRA (1990), as sensações que caracterizam a textura de frutos e hortaliças são múltiplas, na sua maioria induzidas por características mecânicas, embora também possam ser induzidas por características geométricas ou químicas. As principais sensações são de dureza, maciez, fibrosidade, suculência, granulidade, qualidade farinácia, resistência e elasticidade.

As substâncias pécticas são os principais componentes químicos dos tecidos, responsáveis pelas mudanças na textura dos frutos e hortaliças. Quimicamente, as pectinas correspondem a uma cadeia linear de ácido poligalacturônico, unida por ligações α , 1-4 de ácido galacturônico, no qual os grupos carboxílicos podem estar parcialmente estereificados com metanol. Quando os grupos carboxílicos ácidos encontram-se ligados ao cálcio, formam o pectato de cálcio, que é insolúvel e também designado como protopectina, predominante nos tecidos dos frutos imaturos. Com o amadurecimento, há liberação do cálcio e solubilização da protopectina das paredes celulares, possivelmente pela ação de uma enzima, a protopectinase. Há então modificação da textura que se torna gradualmente macia. Essas transformações ocorrem não só durante o amadurecimento, como, também, no armazenamento de frutos e algumas hortaliças (BOURNE, 1980). E conforme descrito por CHITARRA e CHITARRA (1990), a textura pode ser avaliada por métodos subjetivos, através de um painel de análise sensorial, ou por métodos objetivos, que corresponde a uma expressão numérica das características da firmeza com auxílio de instrumentos, entre os quais, penetrômetros e testadores da compressão, cisalhamento e tensão. A escolha do método depende inicialmente do produto, e, em particular, da propriedade de textura mais importante.

2.1.4. Características sensoriais

As características sensoriais mais relevantes são a aparência, a textura, o sabor e o aroma que o abacaxi deve apresentar. A casca deve apresentar uma coloração uniforme variando do verde ao amarelo, dependendo do estágio de maturação. Já a polpa pode ser amarelada ou branca, dependendo da variedade e do grau de maturação, com preferência da cor amarela pelo consumidor (CUNHA et al., 1999).

BLEINROTH (1978) cita que o sabor do abacaxi tem variação de acordo com condições climáticas, estação do ano e variedade, devendo apresentar aroma

característico. Por outro lado, a textura da polpa depende do grau de maturação devendo ser firme.

O balanço entre doçura e acidez, caracterizado pelos valores de sólidos solúveis ou °Brix/acidez, tem sido comumente utilizado para avaliar o sabor dos frutos. Vários fatores climáticos influenciam essa relação, e BLEINROTH (1978) cita na Tabela 2 os seguintes valores obtidos em frutos maduros da cultivar 'Smooth Cayenne', colhidos nas safras de verão e inverno, cultivados no estado de São Paulo.

Tabela 2: Valores de °Brix/acidez de frutos maduros de abacaxi 'Smooth Cayenne' no estado de São Paulo.

Relação °Brix/acidez	Verão	Inverno
Mínima	17,94	13,40
Máxima	20,14	16,00
Média	19,12	14,50

Fonte: BLEINROTH (1978).

Observa-se que os frutos de verão apresentaram valores superiores aos de inverno, indicando que temperaturas mais elevadas proporcionam maior síntese de açúcares e/ou degradação de ácidos. O autor afirma que o valor máximo dessa relação pode chegar a 27,04.

Juntamente com o balanço entre doçura e acidez, tem importância o grau de suculência dos frutos. Segundo CUNHA et al. (1999), exige-se um rendimento mínimo em suco de 40%, tanto para exportação quanto para finalidades industriais.

2.2. PROCESSAMENTO MÍNIMO / PROCESSO TECNOLÓGICO

Segundo a Internacional Fresh-Cut Produce Association - IFPA (2003), frutas e hortaliças minimamente processadas são saudáveis, convenientes e prontos para o consumo. Esses produtos são definidos como qualquer fruta ou hortaliça fisicamente alterada da sua forma original, porém mantendo-se o mais próximo possível do estado fresco.

Para CHITARRA (1998), “os produtos minimamente processados correspondem a uma ampla variedade de órgãos vegetais que foram submetidos a algum tipo de modificação em sua condição natural, mas que apresentam qualidade semelhante à do produto fresco”.

O processamento mínimo de frutas possibilita a oferta de produtos pronto para consumo imediato, sendo o mesmo, oferecido na forma de pequenas porções embaladas e, ainda, apresentando qualidade organoléptica semelhante à do produto “in natura”.

As etapas sugeridas e adaptadas por BASTOS et al. (2000) e CHITARRA (1998) para o processamento mínimo de abacaxi são as seguintes: recepção/seleção, pré-lavagem, primeira lavagem, secagem (drenagem), pré-resfriamento (armazenamento preliminar), descascamento, fatiamento, banho de imersão, drenagem, embalagem e armazenamento.

Uma breve descrição de cada etapa pode ser dada por:

Recepção/seleção: os abacaxis devem ser recebidos em área externa, a fim de se evitar a contaminação da unidade de produção pelas sujividades provenientes do campo. Nesta área, os frutos são selecionados de acordo com o estágio de maturação (mínimo de 50% dos frutinhos amarelos) e integridade física. Os fatores mais importantes na seleção dos frutos são: tamanho, forma, firmeza, ausência de ferimentos e doenças, sabor, aroma e grau de maturação.

Pré-lavagem: após a seleção, os frutos devem ser submetidos a uma pré-lavagem por aspersão e água corrente. A pré-lavagem pode, ainda, ser realizada por

imersão (com ou sem movimentação da água), em tambores ou com escovas rotatórias, ou por agitação.

Primeira lavagem: nesta etapa os abacaxis devem ser submetidos a uma lavagem mais criteriosa, sendo imersos em água contendo 200mg.L^{-1} de cloro durante 2 minutos. Utilizam-se utensílios, como escovas, para melhor remoção das sujidades e promoção de uma higienização mais eficiente. Nesta etapa devem ser retiradas as coroas. A desinfecção com água clorada é uma das etapas mais importantes no processamento mínimo, uma vez que promove a redução da carga microbiana presente na superfície do produto, sendo o tratamento por imersão um meio efetivo para a eliminação da maioria dos microrganismos que tenham permanecido após a lavagem com detergente. O enxágüe final, com água potável contendo de 2 a 5mg.L^{-1} de cloro (água tratada comum), promove a eliminação dos resíduos.

Secagem: os frutos devem ser colocados em caixas plásticas previamente higienizadas para facilitar a drenagem.

Pré-resfriamento: após a completa drenagem, os frutos devem ser mantidos sob refrigeração, em temperaturas entre 10 a 12°C .

Descascamento: os frutos devem ser descascados manual ou mecanicamente, e manuseados com o máximo cuidado a fim de evitar danos excessivos.

Fatiamento: após a retirada do cilindro central, manual ou mecanicamente, os frutos devem ser fatiados (na forma de “rodela” e cubos). As lâminas cortantes devem ser de aço inoxidável, finas e afiadas para obtenção de um corte satisfatório e com o mínimo de dano ao produto.

Banho de imersão: as fatias devem ser submetidas a um banho de imersão em solução contendo 20mg.L^{-1} de cloro, durante 15 segundos, a uma temperatura de 7 a 10°C .

Embalagem: realizada em caixas de polietileno, revestidas com filme polimérico apropriado.

Armazenamento: realizado sob temperaturas de 4 a 5°C.

A distribuição do produto deve ser rápida e eficiente, de forma que o produto esteja disponível no tempo certo e a um custo razoável. Deve-se evitar, no transporte, os danos mecânicos devido a sobrecargas, vibrações e choques.

2.3. AÇÃO DO CÁLCIO

A importância do cálcio na ampliação da vida útil pós-colheita tem sido estudada para diversas frutíferas, com obtenção de excelentes resultados. O cálcio é um elemento essencial para a estrutura e funcionamento das membranas e paredes celulares. Sob deficiência desse nutriente, há uma deterioração acentuada das membranas, com alteração em sua arquitetura, mudanças na fluidez e permeabilidade à passagem de água. O cálcio é um micronutriente crítico para o crescimento e desenvolvimento normal das plantas e desempenha um papel importante na manutenção da qualidade de frutas e hortaliças. Pelo fato de atuar como estabilizante na lamela-média, o cálcio ajuda a proteger os tecidos do fruto do mecanismo de amaciamento durante o amadurecimento e armazenamento (POOVAIAH, 1986).

O cálcio está relacionado diretamente com a qualidade dos frutos, pois aumenta a conservação pós-colheita através dos efeitos na senescência, na respiração e na textura dos frutos, tornando-os mais firmes, e conseqüentemente, menos sujeitos a injúrias (CARVALHO e CHALFOUN, 1991).

A ação do cálcio em retardar a senescência, proporcionar uma textura mais firme aos frutos, conferindo-lhes maior resistência às injúrias de natureza fisiológica, microbiana e mecânica, é devida, segundo BRAMLAGE, DRAKE e WEIS, (1980), à atuação na permeabilidade da membrana, principalmente nas cadeias pécticas mantendo-as unidas na parede celular e na atividade energética da membrana podendo influenciar a relação ADP/ATP e conseqüentemente, a taxa respiratória. O cálcio atua formando ligações covalentes entre as moléculas de pectina da parede

celular e da lamela média, formando pectato de cálcio, o qual limita a ação de enzimas como a pectinametilesterase e poligalaturonase, inibindo o amolecimento dos frutos, mantendo a firmeza e aumentando a resistência à invasão de certos microrganismos.

POOVAIAH (1986) relata que o tratamento com cálcio tem a função de retardar os processos de amadurecimento e senescência dos frutos e diminuir a perda de massa, devido à incorporação deste mineral à estrutura da parede celular, reduzindo a permeabilidade ao vapor de água e prolongando a vida de prateleira do fruto. Frutos com teores mais elevados de cálcio amolecem mais lentamente.

A aplicação de cálcio possibilita uma menor taxa respiratória e diminui a produção de etileno (RICHARDSON e AL-ANI, 1982). O cálcio interage com grupos carboxílicos de proteínas e com grupos fosfato de fosfolipídeos insolubilizando o material péctico e estabilizando as membranas celulares.

Os tratamentos pós-colheita que visam aumentar o teor de cálcio em frutos e hortaliças podem ser realizados por meio de imersões, pulverizações e infiltrações sob pressão reduzida. Além disso, diferentes compostos e formulações comerciais contendo cálcio podem ser utilizadas. GLENN e POOVAIAH (1985), estudando a permeabilidade cuticular à formulações contendo cálcio em maçãs “Golden Delicious”, verificaram maior efetividade do cloreto de cálcio, quando comparado a outras formas testadas e, ainda, que a temperatura mais elevada da solução favorecia a penetração do elemento. Quanto à técnica de aplicação de cálcio nos frutos, ZAMBRANO e MANZANO (1995) aconselham a imersão, uma vez que a infiltração pode danificá-los.

Em abacaxis, VILAS BOAS et al. (1996) verificaram que o cálcio foi eficientemente absorvido pela parede celular com a aplicação de CaCl_2 à 42°C , contribuindo para a manutenção do grau de esterificação e níveis de substâncias pécticas, porém, sem modificações relevantes nos teores de celulose, hemicelulose e proteínas da parede celular. BOTREL et al. (1996) também realizaram trabalho com abacaxis, no qual se avaliou a influência do CaCl_2 em 4 concentrações (0, 1, 2 e 3%), associado ao tratamento térmico (42°C) por um tempo de imersão de 30

minutos, sobre o escurecimento interno da polpa. A utilização de CaCl_2 demonstrou um tratamento efetivo na redução do escurecimento interno, porém apresentou uma importante restrição: houve depreciação do produto pela manifestação de injúrias na casca e ressecamento da coroa.

Em goiabas a aplicação de cálcio tem sido realizada nas fases pré (SINGH e CHAUHAN, 1993) e pós-colheita (TAVARES, 1993; GIANONNI, 2000) mantendo a firmeza do fruto por mais tempo, sugerindo a formação de pectato de cálcio na parede celular e conseqüentemente aumentando a sua vida útil.

Alguns autores vêm desenvolvendo trabalhos com aplicação de cálcio em produtos minimamente processados. LUNA-GUZMÁN e BARRET (2000) verificaram que a imersão de melão *Cantaloup*, cortado em cilindros, em solução de cloreto de cálcio 2,5% a 25°C, durante 1 minuto, proporcionou a manutenção da firmeza durante 12 dias de armazenamento sob temperatura de 5°C e 95%UR. Já, PRADO et al. (2000) testaram o efeito de solução de cloreto de cálcio a 1% em abacaxis 'Smooth Cayenne' minimamente processados e armazenados a 10°C por 8 dias, e também comprovaram positivamente o efeito do cálcio na textura do produto.

2.4. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Os alimentos minimamente processados são mais perecíveis do que os produtos em seu estado natural devido às “agressões” durante as etapas do processamento. A casca é a primeira linha de defesa dos frutos, agindo como barreira física contra a invasão dos microrganismos. Qualquer abertura que ocorra nesta barreira permite o acesso ao interior dos tecidos que, normalmente, são inacessíveis (CHITARRA, 1998; BRACKET, 1987). Durante o processamento ocorre a liberação de alguns nutrientes com o suco do produto, o que poderá fornecer aos microrganismos energia para o crescimento e multiplicação (ROSA e CARVALHO, 2000).

Bactérias, leveduras e bolores são responsáveis por 15% das alterações pós-colheita dos frutos. As bactérias são geralmente originárias do solo e transferidas para o produto pelas mãos dos trabalhadores, pelos utensílios e equipamentos. As leveduras são, principalmente, originárias do ar enquanto os bolores são onipresentes (LEITE, 2000).

A temperatura é um fator primário e exerce grande influência no desenvolvimento dos microrganismos. A temperatura mínima de segurança deve ser mantida para cada tipo de alimento desde a colheita até o consumo. Em geral, quanto mais baixa for a temperatura na qual se coloca o produto, menor é o crescimento de bactérias e fungos (ROSA e CARVALHO, 2000)

NGUYEN-THE e CARLIZ (1994) relatam que vários microrganismos podem ser encontrados em produtos cortados, incluindo uma microbiota mesófila, bactérias ácido-láticas, coliformes fecais, leveduras bolores, e uma microbiota pectinolítica. Nos produtos processados, a maior população é de microbiota mesofílica, seguida por bactérias ácido-láticas. Entretanto o tipo e a população diferem com o produto, práticas culturais e sanitização. (WATADA, 1999).

Portanto, fica clara a necessidade de procedimentos de prevenção, a fim de garantir a inocuidade destes alimentos, sobretudo, por não existir uma legislação sanitária específica.

2.5. ANÁLISE SENSORIAL

2.5.1. Conceito

Análise sensorial é a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (ABNT, 1993).

O homem tem habilidade natural para comparar, diferenciar e quantificar os atributos sensoriais e a análise sensorial utiliza-se dessa habilidade para avaliar alimentos e bebidas, empregando a metodologia apropriada aos objetivos do estudo

e o tratamento estatístico dos dados obtidos. Avaliar um produto sensorialmente faz parte do dia-a-dia das pessoas que o fazem naturalmente desde crianças, quando aceitam ou rejeitam um alimento ou quando preferem um produto de uma determinada marca sobre outra pelas suas características organolépticas (FERREIRA et al., 2000).

2.5.2. Tipos de testes

Basicamente, os métodos sensoriais são agrupados em analíticos e afetivos. Os métodos analíticos são utilizados em avaliações nas quais é necessária a seleção e/ou treinamento da equipe sensorial e em que é exigida uma avaliação objetiva, ou seja, na qual não são consideradas as preferências ou opiniões pessoais dos membros da equipe, como no caso dos testes afetivos (ASTM, 1968).

a) Testes analíticos

- **Testes de diferença ou discriminativos** (comparação pareada, triangular, duo-trio, ordenação e comparação múltipla ou diferença do controle);
- **Testes descritivos** (perfil de sabor, perfil de textura e análise descritiva quantitativa).

b) Testes afetivos

- **Testes de preferência / aceitação**

Comparação pareada

Ordenação

Escala hedônica

Escala do ideal (“just right”)

2.5.3. Testes afetivos

Testes afetivos são uma importante ferramenta, pois acessam diretamente a opinião (preferência e/ou aceitabilidade) do consumidor já estabelecido ou potencial de um produto, sobre características específicas do produto ou idéias sobre o

mesmo e, por isso são também chamados de testes de consumidor (MEILGAARD et al., 1991). Os testes afetivos podem ser classificados basicamente em duas categorias (FERREIRA et al., 2000):

- **Testes de aceitabilidade:** quando o objetivo do teste é avaliar o grau com que consumidores gostam ou desgostam de um produto.
- **Testes de preferência:** quando o objetivo é avaliar a preferência do consumidor quando ele compara dois ou mais produtos entre si.

3. EXPERIMENTO I: Avaliação de diferentes fontes de cálcio e determinação de metodologia para análise da textura.

O Experimento I teve como objetivo à avaliação de diferentes sais de cálcio (cloreto, sulfato e lactato) quando aplicados em fatias de abacaxi, a fim de verificar seus comportamentos e determinar uma metodologia de análise de firmeza mais adequada para o produto.

3.1. MATERIAL E MÉTODOS

3.1.1. Matéria prima e processamento mínimo

Cerca de 50 frutos de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne', produzidos na região de Guaracá-SP, foram obtidos no CEASA-Campinas e transportados ao Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita da Faculdade de Engenharia Agrícola – FEAGRI/UNICAMP onde foram submetidos a uma rigorosa seleção visando à padronização dos frutos quanto ao tamanho e coloração da casca, bem como a eliminação dos frutos com injúrias mecânicas e podridões, conforme classificação sugerida pelo Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros, elaborada pela CEAGESP com participação de outras instituições da área e com apoio financeiro do governo Federal. Segundo a proposta de classificação, os frutos utilizados pertenciam ao Grupo de Polpa Amarela, Classe 5 (maior que 2,1 até 2,5kg) e ao Subgrupo, Cor da Casca Pintado (centro dos frutilhos amarelos).

Uma vez selecionados, os frutos receberam tratamento segundo o fluxograma apresentado na Figura 1 os quais foram lavados sob água corrente e sanitizados por imersão em solução de hipoclorito de sódio a 200mg.L^{-1} por 15min, sendo drenados e armazenados em câmara refrigerada a $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por período de tempo de pelo menos 20 horas para redução uniforme e completa de sua temperatura interna antes do processamento, com o objetivo de reduzir sua atividade metabólica.

No dia seguinte, para o processamento, os frutos foram retirados da câmara, levados a uma sala climatizada com temperatura de $15^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, descoroados e

descascados manualmente (com facas muito afiadas), cortados em rodela com espessura de aproximadamente 15mm, sendo o miolo retirado com um anel vazador de 20mm de diâmetro, de aço inoxidável. Em seguida, as rodela foram imersas durante 5 min. em soluções de Cloreto de Cálcio a 1% e 3%, Sulfato de Cálcio a 1% e 3% e Lactato de Cálcio a 1% e 3%. Todos os sais foram dissolvidos e diluídos em água destilada, em temperatura ambiente, na proporção de 10 gramas do sal para 1 litro de água, nas concentrações de 1%, e 30 gramas para 1 litro de água nas concentrações de 3%. O tratamento considerado como testemunha foi à imersão das rodela em água destilada também por 5min. Após aplicação dos tratamentos, as rodela foram colocadas sob uma grade para a drenagem do líquido excedente durante aproximadamente 3 min. Todas as fontes de cálcio utilizadas são consideradas aditivos alimentares, testados toxicologicamente pelo Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives – JECFA, sendo considerados agentes de firmeza segundo a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária).

Os utensílios utilizados (tábua de corte, facas com lâminas bem afiadas, anel vazador para retirada do miolo, grades de drenagem e recipientes), as bancadas de apoio e a sala de processamento foram previamente sanitizados por solução de hipoclorito de sódio a 200mg.L^{-1} .

As fatias de abacaxi minimamente processado com os devidos tratamentos foram acondicionadas em bandejas plásticas de Tereftalato de Polietileno (PET) com tampas de encaixe e capacidade de 750mL (duas rodela por bandeja) devidamente identificadas, em triplicata, sendo as amostras armazenadas sob temperaturas de $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 10 dias. As avaliações dos índices de firmeza com dois tipos de ponteiros de penetração, pH e sólidos solúveis foram realizadas nos dias 0 (apenas para a testemunha), 3, 5 e 7. No 10^o dia não foi possível realizar as avaliações pois as amostras de abacaxi já apresentavam aspecto bastante alterado (escurecimento acentuado).

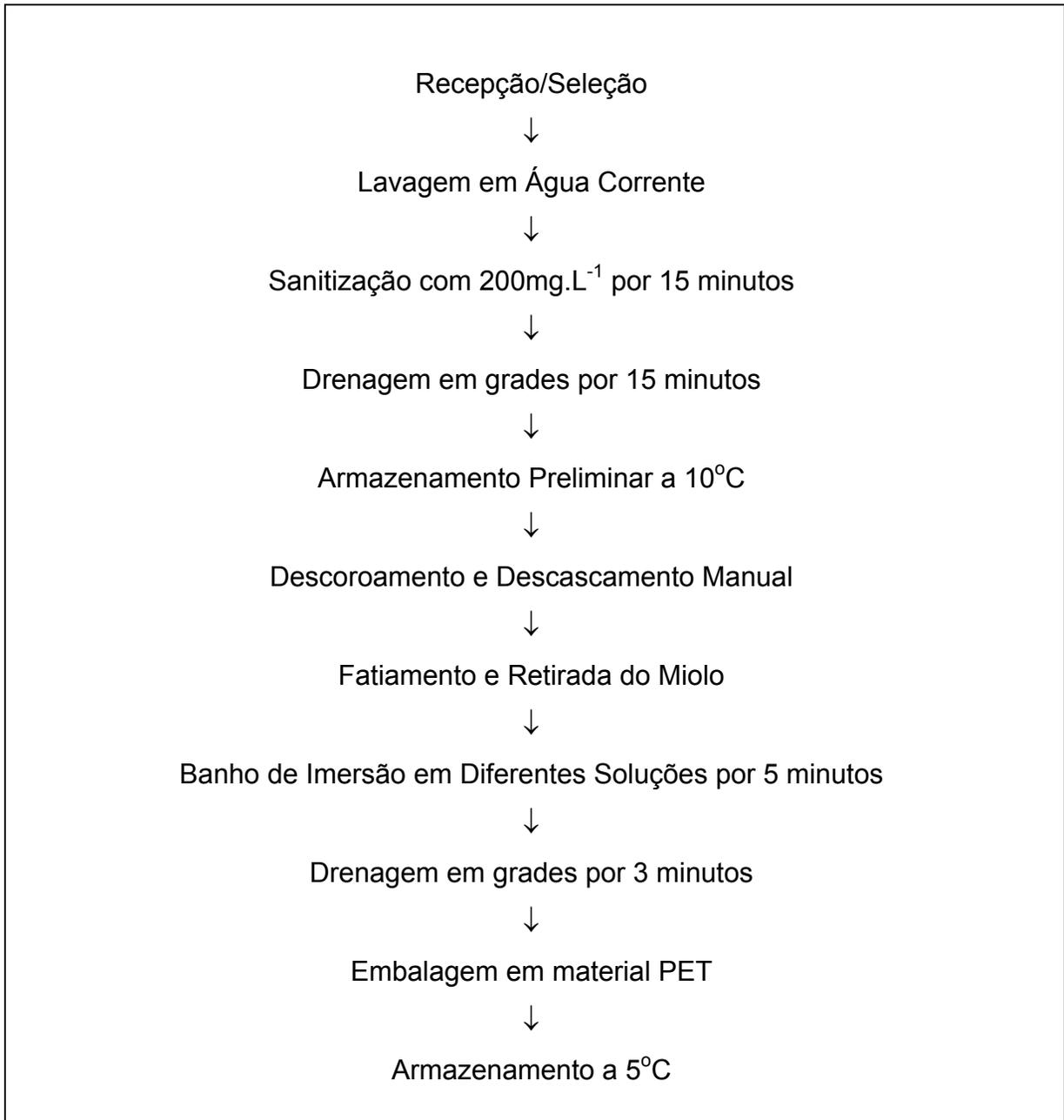


Figura 1. Fluxograma do Processamento Mínimo de abacaxi em fatias.

3.1.2. Delineamento Experimental

O Experimento I foi inteiramente casualizado, com 7 tratamentos distintos, sendo 3 soluções de cálcio (Cloreto, Sulfato e Lactato), com 2 concentrações (1% e 3%) para cada fonte, mais a testemunha e 3 datas de leitura para avaliação. As amostras de cada tratamento foram em triplicata, utilizando-se 18 repetições para análise da firmeza (6 perfurações por amostra - bandeja).

Para Análise Estatística utilizou-se o software SAS System for Windows 6.11 para análise de variância, e o Excel – Windows 2000 para agrupamento organizacional e descritivo do trabalho. Foi efetuado teste F e teste de Tukey para comparações múltiplas de médias nas análises estatísticas ao nível de 5% de significância e Teste de Dunnett para comparar determinados tratamentos com um controle ou padrão (testemunha), sendo as comparações entre os demais tratamentos de interesse secundário (NOGUEIRA, 1997).

3.1.3. Análises físico-químicas

- **Firmeza:** a firmeza da polpa foi determinada através da utilização do penetrômetro The Ottawa Texture Measuring System (Figura 2), fabricado por Cannerns Machinery Limited (CML), Simcoe Ontário - Canadá, do Laboratório de Propriedades Físicas e Mecânicas de Materiais Biológicos da FEAGRI, com velocidade de penetração de 1mm/s e com duas ponteiros distintas. Uma ponteira em forma de cilindro (esmagamento) com 8mm de diâmetro e outra em forma de anel vazador (cisalhamento) com diâmetro externo de 15,8mm e interno de 13,5mm. Os valores de força, mensurados pelo penetrômetro foram expressos em Newton (N). Cada amostra (bandeja) continha duas fatias de abacaxi com aproximadamente 300 gramas, as duas fatias de cada embalagem foram utilizadas, sendo que em cada fatia foram efetuadas três perfurações em pontos diferentes, somando 6 avaliações por bandeja para cada ponteira utilizada, e 18 perfurações por tratamento (3 repetições) em cada data de leitura. A leitura registrada para cada perfuração foi executada através do programa SPIDER 8 e transformada em dados do programa Excel – Windows2000 e assim agrupadas e discutidas em forma de gráficos.



Figura 2. Penetrômetro The Ottawa Texture Measuring System.

Através de avaliação dos gráficos, determinaram-se alguns métodos de análise para as leituras dos pontos de penetração. Para ponteira 1 – de esmagamento (Figura 3), o ponto de força máxima da curva foi utilizado como base de dados para análise estatística dos resultados, pois os gráficos apresentaram um padrão de comportamento semelhante. As curvas de Força (N) x Deformação (mm) apresentaram um pico de força máxima necessária para o esmagamento do produto, com posterior decréscimo da mesma.

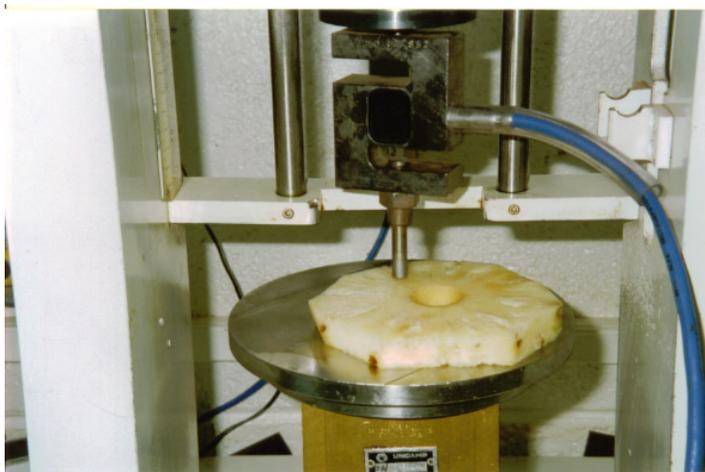


Figura 3. Ponteira de Penetração Cilíndrica (esmagamento).

Para a ponteira 2 – de cisalhamento (Figura 5), utilizou-se a inclinação da reta no primeiro trecho da curva como referência para análise estatística, como mostra a Figura 4, pois ao observar as curvas de leitura da firmeza notou-se que não havia um padrão de comportamento, portanto a inclinação da reta no primeiro trecho da curva foi calculada através da seguinte equação:

$$\alpha = \frac{\Delta F}{\Delta D} = \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)}$$

α = ângulo de inclinação da reta (°)

ΔF = variação da força na reta (N)

ΔD = variação da deformação na reta (mm)

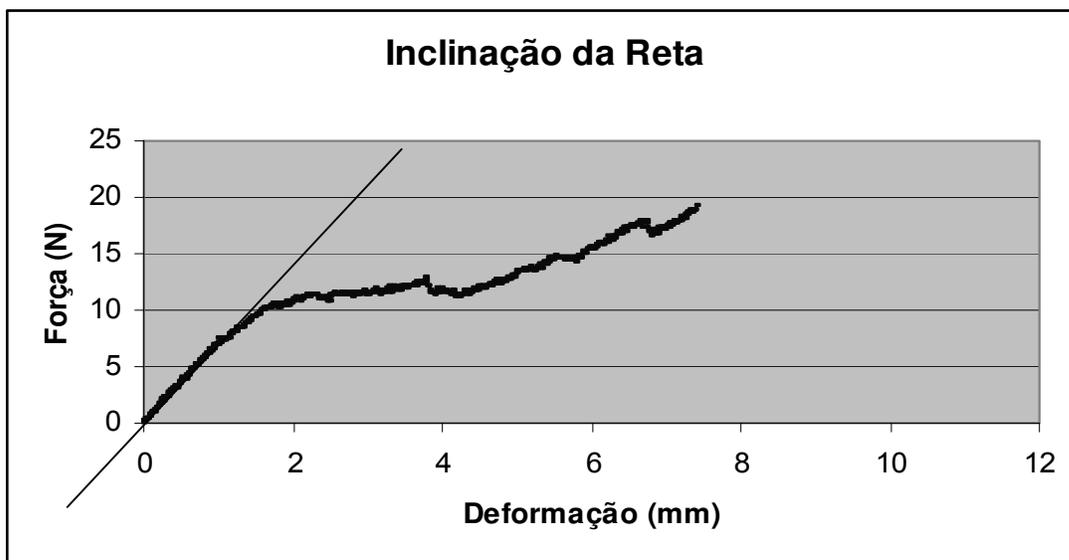


Figura 4. Inclinação da reta no primeiro trecho da curva.

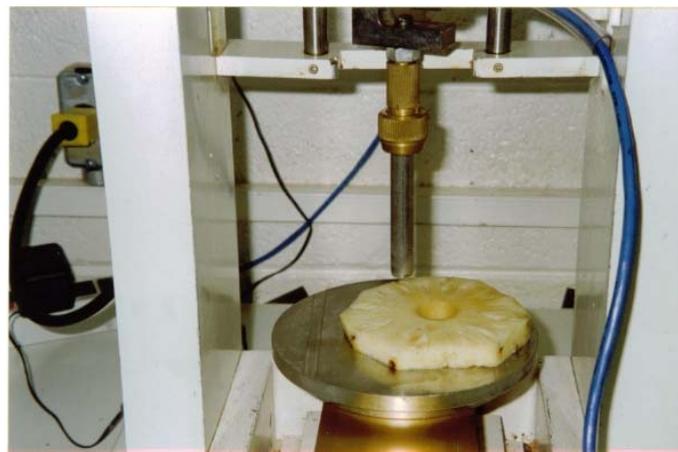


Figura 5. Ponteira de penetração em forma de anel vazado (cisalhamento).

Utilizou-se ainda a Área Sob a Curva como “método de avaliação” para as duas ponteiros de penetração. Dessa maneira, um mesmo índice de avaliação foi utilizado para comparar o desempenho de ponteiros diferentes. Esse método compreendeu o cálculo da área da curva, em intervalos de 0,01mm até a deformação total de 5mm (Figura 7), ou seja, obteve-se o valor da área através da somatória de cada trecho de 0,01mm (Método dos Trapézios) através da seguinte equação:

$$[(X_2 - X_1) \times Y_1] + [(X_2 - X_1) \times (Y_2 - Y_1)]/2 , \text{ sendo que:}$$

$(X_2 - X_1) \times Y_1 = \text{área do retângulo}$

$[(X_2 - X_1) \times (Y_2 - Y_1)]/2 = \text{área do triângulo}$

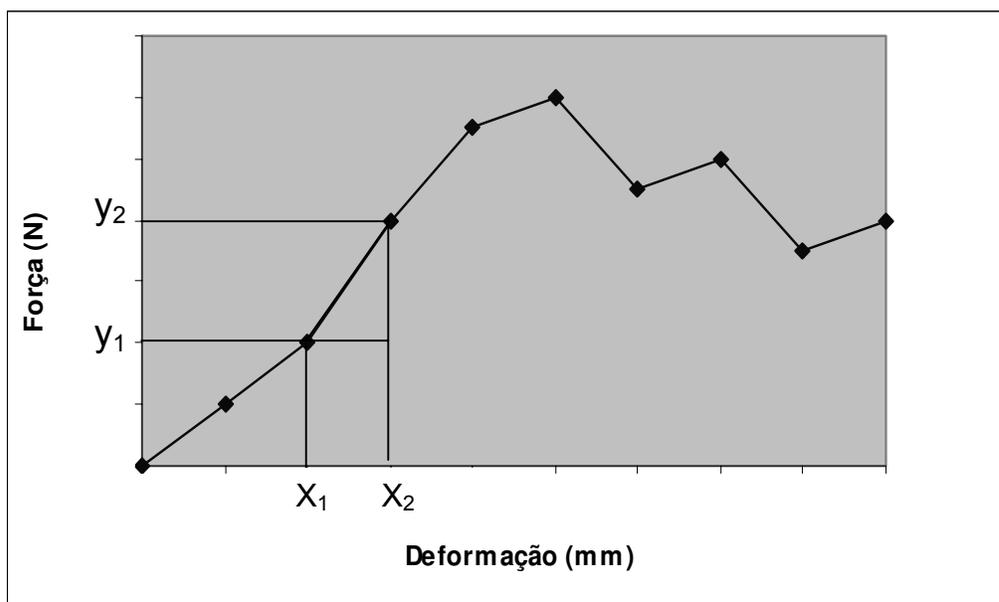


Figura 6. Ilustração da área sob a curva através do Método dos Trapézios.

Esse método de avaliação possibilita a análise de todas as variações e deformidades da matéria-prima, podendo-se avaliar com maior precisão a heterogeneidade do produto, pois se avalia diversos pontos e não apenas um.

- **Medidas de pH:** o pH foi medido diretamente por potenciometria, que consiste na imersão do pHmetro (digital – Analiser) em amostra triturada e homogeneizada, segundo procedimento descrito por CARVALHO et al. (1990).

- **Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST):** o teor de SST foi determinado por refratometria (Abbe Refractometer, modelo LAMBDA 2WAJ, ATTO Instruments Company - Hong Kong), colocando-se uma gota da amostra no visor e fazendo-se a leitura direta, sendo os resultados expressos segundo as normas do Manual Técnico de Análises Químicas de Alimentos, (CARVALHO et al., 1990).

3.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.2.1. pH

Os resultados de pH apresentados na Figura 7 para os respectivos dias de armazenamento mostrou que os valores das médias de cada tratamento não apresentaram variações muito acentuadas, tendo uma tendência de ligeiro aumento nesses valores ao longo do tempo para todos os tratamentos testados.

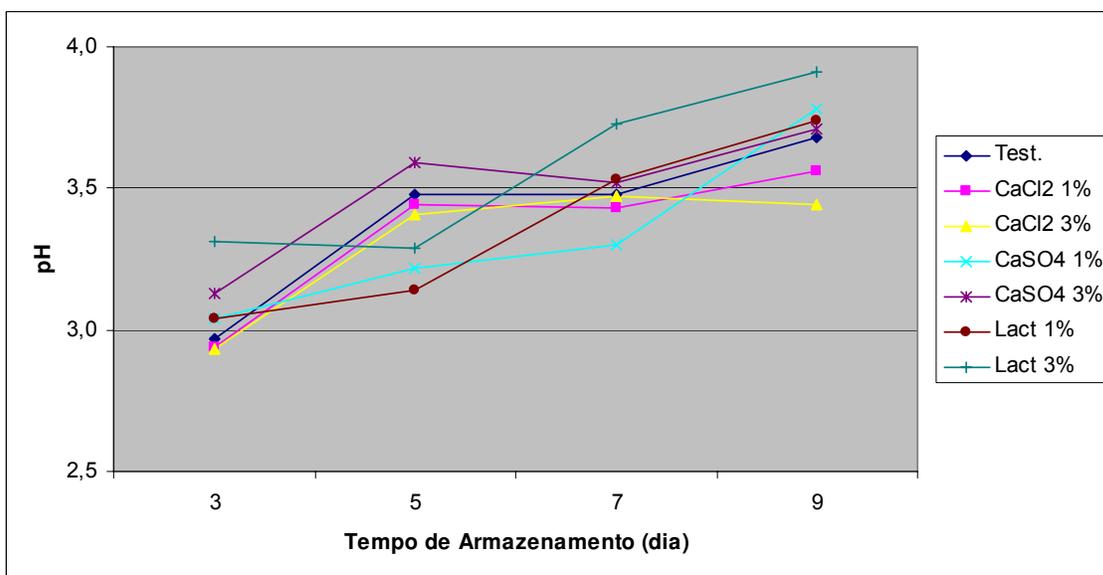


Figura 7. Variação de pH ao longo do armazenamento para abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio.

Entretanto, através da análise de variância e aplicação do teste de Tukey para os dias de avaliações, verificou-se que não houve diferença significativa ao nível de

5% para nenhum dos dias avaliados apesar de ter ocorrido ligeiro aumento nos valores de pH ao longo do tempo (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios de pH de abacaxi MP, tratado com diferentes fontes de cálcio ao longo do armazenamento.

Tratamentos	Dias de Armazenamento			
	3	5	7	9
1. Test.	2,97 a	3,48 a	3,48 a	3,68 a
2. CaCl ₂ 1%	2,94 a	3,44 a	3,43 a	3,56 a
3. CaCl ₂ 3%	2,93 a	3,41 a	3,47 a	3,44 a
4. CaSO ₄ 1%	3,04 a	3,22 a	3,30 a	3,78 a
5. CaSO ₄ 3%	3,13 a	3,59 a	3,52 a	3,71 a
6. Lact 1%	3,04 a	3,14 a	3,53 a	3,74 a
7. Lact 3%	3,31 a	3,29 a	3,73 a	3,91 a

Valores acompanhados com mesma letra nas colunas não são diferentes ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey.

Segundo GONÇALVES (2000) e BLEINROTH (1978) os valores de pH de abacaxi se enquadram na faixa de 3,4 a 3,9, o que só ocorreu a partir do 5º dia de armazenamento. Portanto pode-se verificar que as fontes de cálcio utilizadas nos tratamentos, provavelmente, não interferiram nos valores médios de pH ao longo do tempo.

3.2.2. Sólidos Solúveis Totais (SST)

Os resultados de sólidos solúveis totais (SST) pode ser observada na Figura 8. Verificou-se que ocorreu uma variação bastante acentuada tanto entre os tratamentos, no mesmo dia de armazenamento, quanto ao longo do tempo, não havendo um comportamento padrão ou uma constância nesses valores.

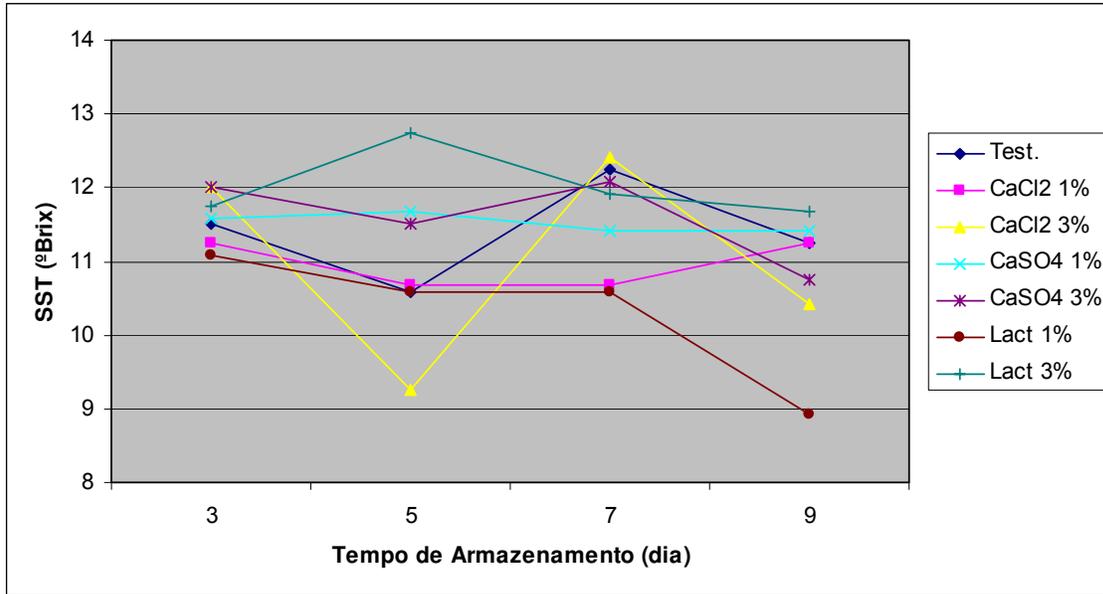


Figura 8. Variação de SST ao longo do armazenamento, para abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio.

Essas variações de SST devem-se, provavelmente, à heterogeneidade da matéria-prima. Os valores encontram-se na faixa de 9,0 a 12,75°Brix o que é aceitável para exigências do mercado consumidor, segundo GONÇALVES (2000).

Através da análise de variância e do teste de Tukey (Tabela 4) pode-se verificar que apesar de ocorrer variações acentuadas nos valores de SST, essas não apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% para o 3º e 7º dias de armazenamento. No 5º dia houve diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que o tratamento CaCl₂ 3% apresentou menor valor de SST, diferindo significativamente dos tratamentos 4, 5 e 7 (CaSO₄ 1% e 3% e Lact 3%). Para o 9º dia de armazenamento, foi o tratamento 6 (Lact 1%) que apresentou média muito abaixo dos demais tratamentos, diferindo significativamente dos tratamentos 1, 2, 4 e 7.

Tabela 4. Valores médios de SST ($^{\circ}$ Brix) de abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio ao longo dos dias de armazenamento.

Tratamentos	Dias de Armazenamento			
	3	5	7	9
1. Test.	11,50 a	10,58 ab	12,25 a	11,25 a
2. CaCl ₂ 1%	11,25 a	10,67 ab	10,67 a	11,25 a
3. CaCl ₂ 3%	12,00 a	9,25 b	12,42 a	10,42 ab
4. CaSO ₄ 1%	11,58 a	11,67 a	11,42 a	11,42 a
5. CaSO ₄ 3%	12,00 a	11,50 a	12,08 a	10,75 ab
6. Lact 1%	11,08 a	10,58 ab	10,58 a	8,92 b
7. Lact 3%	11,75 a	12,75 a	11,92 a	11,67 a

Valores acompanhados com mesma letra nas colunas não são diferentes ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey.

3.2.3. Firmeza - Ponteira 1 (esmagamento)

Por não existir uma metodologia bem definida para avaliação dos resultados dessa variável, optou-se por utilizar duas maneiras distintas de análise, Força Máxima e Área Sob Curva, objetivando escolher o método que melhor ilustrasse as nuances da firmeza.

Força Máxima

Analisando-se os resultados através do método de avaliação de força máxima da curva de intensidade exigida para o esmagamento do produto, notou-se, através da Figura 9, que os tratamentos apresentaram semelhanças em suas curvas ao longo do tempo, porém com intensidades de força diferentes.

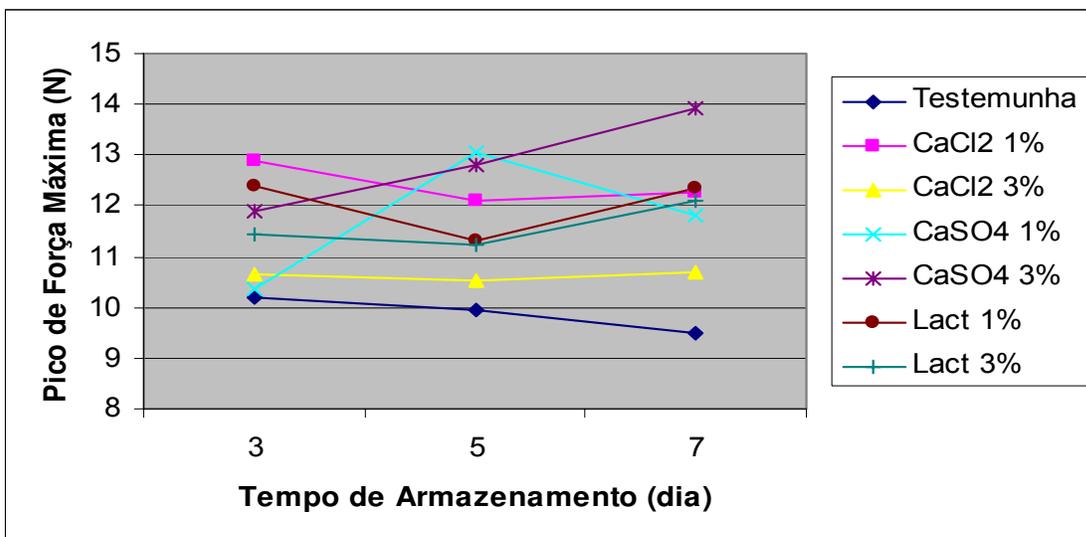


Figura 9. Variação de força máxima da firmeza ao longo do armazenamento para o abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio.

Tabela 5. Valores médios de força máxima (N) da firmeza de abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio ao longo do armazenamento.

Tratamentos	Dias de Armazenamento		
	3	5	7
1. Testemunha	10,211 b	9,930 b	9,501 c
2. CaCl ₂ 1%	12,894 a	12,110 ab	12,275 ab
3. CaCl ₂ 3%	10,665 ab	10,541 ab	10,698 bc
4. CaSO ₄ 1%	10,360 b	13,042 a	11,817 ab
5. CaSO ₄ 3%	11,887 ab	12,795 a	13,917 a
6. Lact 1%	12,398 ab	11,317 ab	12,357 ab
7. Lact 3%	11,441 ab	11,235 ab	12,093 ab

Valores acompanhados com mesma letra nas colunas não são diferentes ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey.

Valores destacados em amarelo diferem significativamente da testemunha ao nível de 5% para o teste de Dunnett.

Na tabela 5, para o dia 3, pode-se observar que o tratamento 2 (CaCl₂ 1%) diferiu significativamente da testemunha e do tratamento 4 (CaSO₄ 1%) utilizando-se do teste de Tukey para comparação. Por outro lado, quando o teste de Dunnett foi

utilizado, constatou-se que os tratamentos 2 e 6 (CaCl_2 1% e Lact 1%) apresentaram diferença significativa em relação a testemunha.

No dia 5, os tratamentos 4 e 5 (CaSO_4 1% e 3%) diferiram significativamente da testemunha através do teste de Tukey e quando o teste de Dunnett foi utilizado os mesmos apresentaram diferença significativa em relação a testemunha.

E para o dia 7, o tratamento 5 (CaSO_4 3%) diferiu significativamente do tratamento 3 (CaCl_2 3%) e da testemunha através do teste de Tukey e os tratamentos 2, 4, 5, 6 e 7 (CaCl_2 1%, CaSO_4 1% e 3% e Lact 1% e 3%) apresentaram diferença significativa em relação a testemunha através do teste de Dunnett.

Portanto, pode-se afirmar que:

- A análise estatística dos tratamentos em relação à testemunha da mesma data de avaliação para ponteira 1, tanto para o teste de Tukey quanto para o de Dunnett, apresentou diferenças significativas para as três datas de análises, sendo a média da testemunha sempre a menor entre todos os tratamentos. Tal fato pode indicar que o cálcio está agindo positivamente na firmeza do produto.
- Os tratamentos 2, 4, 5 e 6 (CaCl_2 1%, CaSO_4 1% e 3% e Lact 1%) se destacaram dos demais, pois apresentaram diferenças significativas em relação a testemunha para o teste de Dunnett em pelo menos dois dias de avaliações.

Área Sob Curva

Analisando os resultados através do método de avaliação da área calculada sob a curva de intensidade exigida para o esmagamento do produto, notou-se que apenas o tratamento 4 (CaSO_4 1%) apresentou discrepância de comportamento em relação aos demais tratamentos. Os outros 6 tratamentos apresentaram semelhanças em suas curvas ao longo do tempo, porém com intensidades de força diferentes (Figura 10).

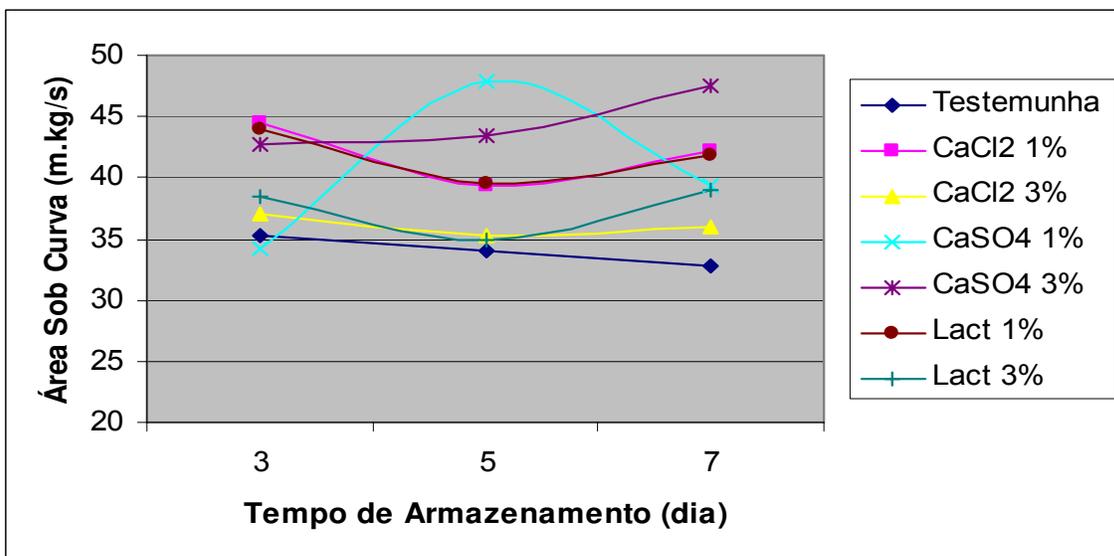


Figura 10. Variação da área sob curva da firmeza ao longo do armazenamento para abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio.

Tabela 6. Valores médios da área sob curva da firmeza de abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio ao longo do armazenamento.

Tratamentos	Dia de Armazenamento		
	3	5	7
1. Testemunha	35,214 b	34,091 b	32,854 c
2. CaCl ₂ 1%	44,564 a	39,329 ab	42,172 ab
3. CaCl ₂ 3%	36,962 ab	35,254 b	35,967 bc
4. CaSO ₄ 1%	34,275 b	47,936 a	39,419 bc
5. CaSO ₄ 3%	42,661 ab	43,503 ab	47,459 a
6. Lact 1%	44,011 a	39,559 ab	41,799 ab
7. Lact 3%	38,499 ab	34,869 b	38,921 bc

Valores acompanhados com mesma letra nas colunas não são diferentes ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey.

Valores destacados em amarelo diferem significativamente da testemunha ao nível de 5% para o teste de Dunnett.

No dia 3, pode-se constatar que os tratamentos 2 e 6 (CaCl₂ 1% e Lact 1%) diferiram significativamente da testemunha e do tratamento 4 (CaSO₄ 1%) através do teste de Tukey (Tabela 6). Por outro lado, e os tratamentos 2, 5 e 6 (CaCl₂ 1%, CaSO₄ 3% e Lact 1%) apresentaram diferença significativa em relação à testemunha através do teste de Dunnett.

Para o dia 5, o tratamento 4 (CaSO₄ 1%) diferiu significativamente da testemunha e dos tratamentos 3 e 7 (CaCl₂ 3% e Lact 3%) através do teste de Tukey. Quando o teste de Dunnett foi utilizado, os tratamentos 4 e 5 (CaSO₄ 1% e 3%) apresentaram diferença significativa em relação à testemunha.

E no dia 7, o tratamento 5 (CaSO₄ 3%) diferiu significativamente dos tratamentos 3, 4 e 7 (CaCl₂ 3%, CaSO₄ 1% e Lact 3%) e da testemunha quando comparados pelo teste de Tukey, enquanto que os tratamentos 2, 5, e 6 (CaCl₂ 1%, CaSO₄ 3% e Lact 1%) apresentaram diferenças significativas em relação à testemunha através do teste de Dunnett.

Portanto, pode-se afirmar que:

- A análise estatística dos tratamentos em relação à testemunha da mesma data de avaliação para ponteira 1, tanto para o teste de Tukey quanto para o de Dunnett, apresentou diferenças significativas para as três datas de análises. A testemunha apresentou as menores médias nos valores da área sob curva, com exceção do 3^o dia de armazenamento cujo valor foi muito próximo do tratamento 4 (CaSO₄ 1%). Portanto, mais uma vez pode-se notar o incremento nos valores médios do produto tratado com diferentes fontes cálcio.
- Os tratamentos 2, 4, 5 e 6 (CaCl₂ 1%, CaSO₄ 1% e 3% e Lact 1%) se destacaram dos demais, pois apresentaram diferenças significativas em relação a testemunha para o teste de Dunnett em pelo menos dois dias de avaliações.
- O tratamento com sulfato de cálcio 3% aumentou a manutenção da firmeza do abacaxi em até 28% em relação à testemunha, salientando-se ainda o efeito crescente ao longo do tempo.

Observando os dois métodos de análise da firmeza (Força Máxima e Área Sob Curva), mensurado pela ponteira 1 (esmagamento), do abacaxi minimamente processado ao longo do armazenamento, pode-se verificar que eles apresentaram resultados muito semelhantes. E averiguando os valores dos coeficientes de variação (Tabela 7) constatou-se que não ocorreram diferenças acentuadas nesses valores entre as metodologias de análise, o que nos comprova que o método de

análise utilizado não interferiu nos resultados obtidos, apesar dos valores do coeficiente de variação apresentarem-se com valores bastante elevados.

Tabela 7. Valores dos coeficientes de variação para as duas metodologias de análise da firmeza mensurada pela ponteira 1.

Pico de Força Máxima							
Test	CaCl₂ 1%	CaCl₂ 3%	CaSO₄ 1%	CaSO₄ 3%	Lact 1%	Lact 3%	
Dia 3	28,91	19,26	24,23	23,24	17,27	15,93	20,05
Dia 5	17,77	18,50	18,34	29,49	26,96	21,08	25,49
Dia 7	21,39	19,45	18,52	15,74	19,21	18,58	18,54
Área Sob Curva							
Test	CaCl₂ 1%	CaCl₂ 3%	CaSO₄ 1%	CaSO₄ 3%	Lact 1%	Lact 3%	
Dia 3	32,49	16,85	19,13	22,66	21,94	17,65	20,79
Dia 5	26,24	17,03	19,11	37,09	25,63	21,26	27,88
Dia 7	17,64	16,57	18,56	14,68	15,10	18,39	21,42

3.2.4. Firmeza - Ponteira 2 (cisalhamento)

Novamente, duas maneiras de avaliar a firmeza do abacaxi minimamente processado foram utilizadas. Através da inclinação da reta no primeiro trecho da curva e através da área sob a curva.

Inclinação da Reta

Observando-se os resultados da variável textura, através do método de avaliação do primeiro trecho de inclinação da reta alcançada na curva de intensidade exigida para o cisalhamento do produto, (Figura 11), notou-se que os tratamentos não apresentaram semelhanças em suas curvas ao longo do tempo, tendo alguns tratamentos um decréscimo em seus valores e para outros um acréscimo, porém com variações pequenas dentro do mesmo tratamento e variações mais acentuadas entre eles.

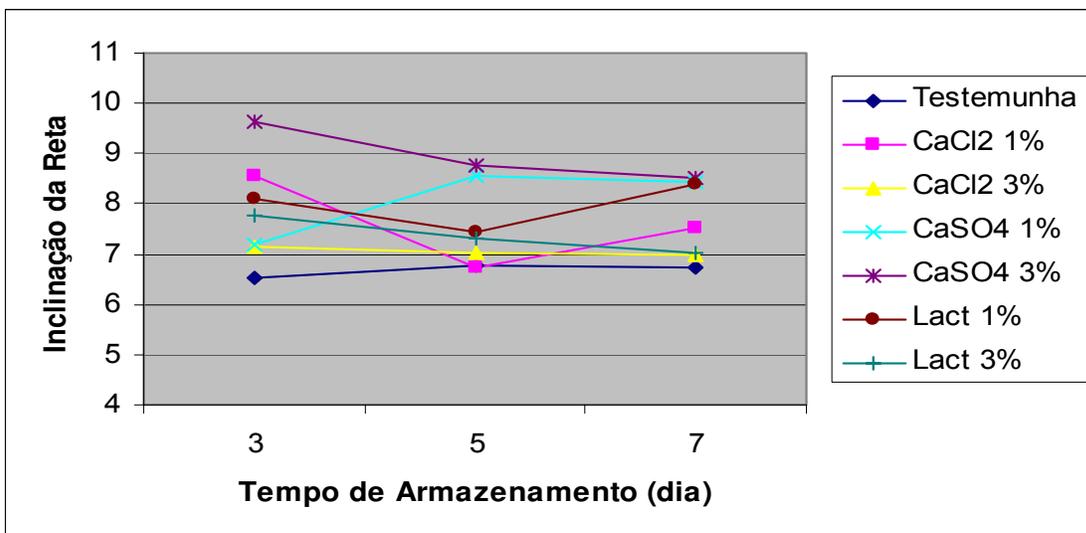


Figura 11. Variação da inclinação da reta da firmeza do abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio ao longo do armazenamento.

Na Tabela 8 observaram-se os valores médios da firmeza para esse método de análise e verificaram-se os resultados da análise estatística aplicada.

Tabela 8. Valores médios da inclinação da reta no primeiro trecho da curva da firmeza de abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio ao longo do armazenamento.

Tratamentos	Dia de Armazenamento		
	3	5	7
1. Testemunha	6,520 c	6,789 bc	6,733 b
2. CaCl ₂ 1%	8,575 ab	6,728 c	7,520 ab
3. CaCl ₂ 3%	7,151 bc	7,022 abc	6,978 ab
4. CaSO ₄ 1%	7,188 bc	8,555 ab	8,436 a
5. CaSO ₄ 3%	9,634 a	8,754 a	8,513 a
6. Lact 1%	8,109 abc	7,436 abc	8,371 ab
7. Lact 3%	7,750 abc	7,319 abc	7,023 ab

Valores acompanhados com mesma letra nas colunas não são diferentes ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey.

Valores destacados em amarelo diferem significativamente da testemunha ao nível de 5% para o teste de Dunnett.

Pode-se verificar que no 3º dia de armazenamento, o tratamento 5 (CaSO₄ 3%) diferiu significativamente da testemunha e dos tratamentos 3 e 4 (CaCl₂ 3% e CaSO₄ 1%) e os tratamentos 6 e 7 (Lact 1% e 3%) não diferiram de nenhum outro tratamento para o teste de Tukey. Os tratamentos 2 e 5 (CaCl₂ 1% e CaSO₄ 3%) apresentaram diferença significativa em relação a testemunha através do teste de Dunnett.

No dia 5, o tratamento 5 (CaSO₄ 3%) diferiu significativamente da testemunha e do tratamento 2 (CaCl₂ 1%), sendo que o tratamento 2 também diferiu do tratamento 4 (CaSO₄ 1%) através do teste de Tukey. Os tratamentos 4 e 5 (CaSO₄ 1% e 3%) apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% em relação a testemunha através do teste de Dunnett.

Para o dia 7, os tratamentos 4 e 5 (CaSO₄ 1% e 3%) diferiram significativamente da testemunha através do teste de Tukey e os tratamentos 4, 5 e 6 (CaSO₄ 1% e 3% e Lact 1%) apresentaram diferenças significativas em relação a testemunha através do teste de Dunnett.

Observou-se que a análise estatística dos tratamentos em relação à testemunha do mesmo dia de avaliação para ponteira 2, tanto para o teste de Tukey quanto para o de Dunnett, apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade para as três datas de análises, sendo as médias da testemunha sempre as menores entre todos os tratamentos. Esse fato havia sido verificado na avaliação da firmeza com a ponteira 1 (esmagamento).

Portanto, pode-se afirmar que os tratamentos 2, 4, 5 e 6 (CaCl₂ 1%, CaSO₄ 1% e 3% e Lact 1%) se destacaram dos demais pois apresentaram diferenças significativas em relação a testemunha para o teste de Dunnett e que, novamente, os tratamentos com cálcio apresentaram valores médios mais elevados do que a testemunha, indicando sua ação na firmeza do produto. Sendo que o tratamento 5 (CaSO₄ 3%) apresentou diferença significativa para as três datas de avaliações.

Área Sob Curva

A Figura 12 mostra a variação das médias da firmeza mensurada pelo método de avaliação da área sob a curva de intensidade exigida para o cisalhamento do

produto. Nota-se que os tratamentos não apresentaram semelhanças em suas curvas ao longo do tempo, tendo alguns tratamentos um decréscimo em seus valores e em outros um acréscimo. Essas pequenas variações também foram observadas no método de inclinação da reta, porém verificando o resultado da análise estatística na Tabela 9, pode-se constatar que os resultados apresentam pequenas diferenças.

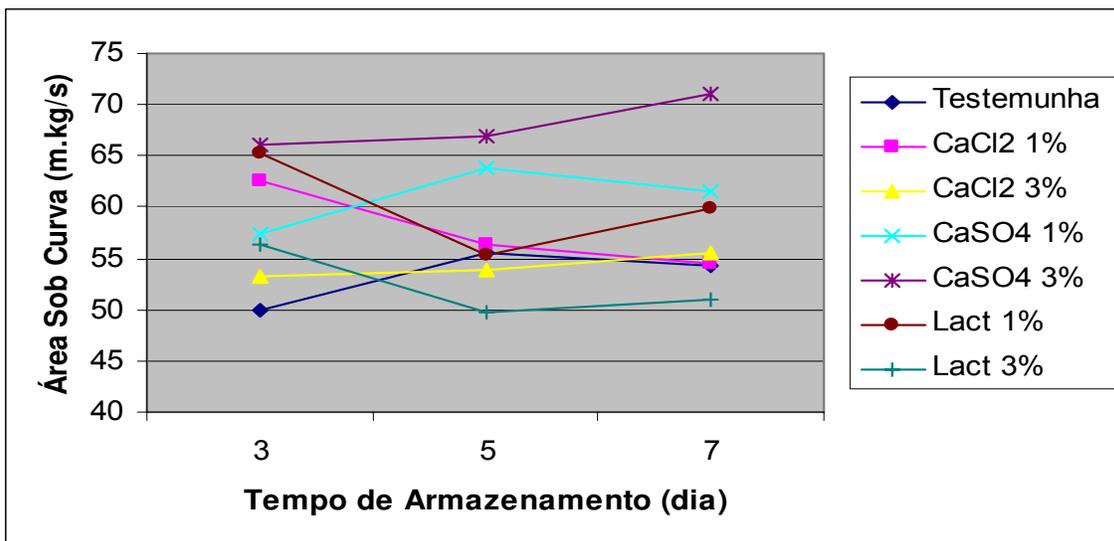


Figura 12. Variação da área sob curva da firmeza ao longo do armazenamento para abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio.

Tabela 9. Valores médios da área sob a curva da firmeza de abacaxi MP tratado com diferentes fontes de cálcio ao longo do armazenamento.

Tratamentos	Dia de Armazenamento		
	3	5	7
1. Testemunha	49,932 b	55,558 abc	54,368 b
2. CaCl ₂ 1%	62,501 ab	56,427 abc	54,539 b
3. CaCl ₂ 3%	53,171 ab	53,839 bc	55,458 b
4. CaSO ₄ 1%	57,414 ab	63,734 ab	61,592 ab
5. CaSO ₄ 3%	66,076 a	66,94 a	71,157 a
6. Lact 1%	65,346 a	55,236 abc	59,881 ab
7. Lact 3%	56,279 ab	49,746 c	50,951 b

Valores acompanhados com mesma letra nas colunas não são diferentes ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey.

Valores destacados em amarelo diferem significativamente da testemunha ao nível de 5% para o teste de Dunnett.

Para o dia 3, os tratamentos 5 e 6 (CaSO₄ 3% e Lact 1%) diferiram significativamente da testemunha através do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os tratamentos 2, 5 e 6 (CaCl₂ 1%, CaSO₄ 3% e Lact 1%) apresentaram diferenças significativas em relação a testemunha através do teste de Dunnett.

Para o dia 5, o tratamento 5 (CaSO₄ 3%) diferiram significativamente dos tratamentos 3 e 7 (CaCl₂ 1% e Lact 3%) através do teste de Tukey. Neste dia, apenas o tratamento 5 (CaSO₄ 3%) apresentou diferença significativa ao nível de 5% em relação a testemunha através do teste de Dunnett.

E no dia 7, apenas o tratamento 5 (CaSO₄ 3%) diferiu significativamente da testemunha através do teste de Tukey e também pelo teste Dunnett ao nível de 5% de probabilidade.

Pode-se observar que a análise estatística dos tratamentos em relação à testemunha do mesmo dia de avaliação para a ponteira 2, tanto para o teste de Tukey quanto para o de Dunnett, apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade para as três datas de análises, sendo o tratamento com Sulfato de Cálcio a 3% o que mais se destacou por apresentar valores estatisticamente superiores aos demais tratamentos, principalmente em relação a testemunha de cada dia de avaliação.

Portanto, pode-se afirmar que os tratamentos 2, 5 e 6 (CaCl₂ 1%, CaSO₄ 3% e Lact 1%) se destacaram dos demais pois apresentaram diferenças significativas em relação a testemunha para o teste de Dunnett. Sendo que o tratamento 5 (CaSO₄ 3%) apresentou diferença significativa para as três datas de avaliações.

Observando os dois métodos de análise da firmeza (Inclinação da Reta e Área Sob Curva), mensurado pela ponteira 2 (cisalhamento), do abacaxi minimamente processado ao longo do armazenamento, pode-se verificar que eles apresentaram resultados semelhantes, porém com algumas diferenças. O método de inclinação da reta apresentou maiores diferenças significativas entre os tratamentos, já a área sobre a curva limitou essas diferenças para alguns tratamentos, sendo o Sulfato de Cálcio o que apresentou maior evidência de diferenças em relação à testemunha para cada dia de avaliação.

Tabela 10. Valores dos coeficientes de variação para as duas metodologias de análise da firmeza mensurada pela ponteira 2.

Declividade da curva							
Test	CaCl₂ 1%	CaCl₂ 3%	CaSO₄ 1%	CaSO₄ 3%	Lact 1%	Lact 3%	
Dia 3	33,48	22,54	26,82	29,74	14,51	18,56	26,67
Dia 5	20,98	23,14	22,89	24,61	27,33	18,07	27,89
Dia 7	12,23	22,21	22,70	26,63	17,38	21,43	26,51
Área sob curva							
Test	CaCl₂ 1%	CaCl₂ 3%	CaSO₄ 1%	CaSO₄ 3%	Lact 1%	Lact 3%	
Dia 3	30,05	32,99	16,71	29,81	13,46	15,56	21,84
Dia 5	21,35	20,13	18,64	19,52	16,77	18,39	32,24
Dia 7	13,63	24,61	18,18	26,31	18,39	17,85	29,40

Através dos valores dos coeficientes de variação (Tabela 10) pode-se constatar que ocorreram variações acentuadas nos dois métodos de análises, não havendo um método que aparentemente seja melhor ou mais eficiente para avaliação da firmeza para a ponteira 2 (cisalhamento).

PRADO et al. (2000) testaram o efeito do cloreto de cálcio a 1% em abacaxis “Smooth Cayenne” minimamente processados e armazenados a 10°C por 8 dias e comprovaram positivamente o efeito do cálcio na firmeza do produto. Em contrapartida, ANTONIOLLI et al. (2003), estudando os efeitos do cloreto de cálcio (1% e 2%), armazenados a 4°C, na qualidade do abacaxi “Pérola” minimamente processado, verificaram que a utilização de CaCl₂ não proporcionou efeito benéfico na manutenção da firmeza e interferiu negativamente na coloração da polpa dos frutos.

3.3. CONCLUSÕES DO EXPERIMENTO I

- Os valores médios de pH e SST apresentaram-se dentro das faixas recomendadas para o consumo e não foram constatadas variações ao longo do tempo que possam ser atribuídas ou originadas pela aplicação de cálcio;

- Utilizando-se a ponteira 1 (esmagamento), os tratamentos com CaCl_2 1%, CaSO_4 1% e 3% e Lactato 1% se destacaram dos demais pois apresentaram diferenças significativas em relação a testemunha para o teste de Dunnett para as duas metodologias avaliadas;
- As metodologias testadas para a ponteira 1 (esmagamento) não apresentaram diferenças nos resultados obtidos;
- Para a ponteira 2 (cisalhamento), o tratamento CaSO_4 3% se destacou dos demais nos dois métodos de avaliação, apresentando maior índice de firmeza e diferindo significativamente da testemunha ao longo de todo o período de armazenamento;
- As metodologias testadas para a ponteira 2 (cisalhamento) apresentaram diversas diferenças nos resultados alcançados.

4. EXPERIMENTO II: Avaliação da vida de prateleira de abacaxi minimamente processado e tratado com sulfato de cálcio.

Realizada a avaliação do Experimento I, verificou-se que os tratamentos com Sulfato de Cálcio 1% e 3% apresentaram resultados significativos ao nível de 5% em relação à testemunha para o Teste de Dunnett, quando comparada as demais fontes de cálcio utilizadas. Dessa maneira, montou-se outro experimento, apenas com o Sulfato de Cálcio a 1% e 3% mais a testemunha, utilizando-se procedimento semelhante ao do Experimento I para avaliação da vida de prateleira do abacaxi minimamente processado através de testes de firmeza, pH, SST e ATT, além da execução de Análises Microbiológicas e Análise Sensorial ao longo do tempo.

4.1. MATERIAL E MÉTODOS

4.1.1. Matéria prima e processamento mínimo

Seguiu-se a mesma metodologia de processamento do Experimento I (Figura 1), porém alguns cuidados extras foram tomados para a obtenção de resultados mais precisos, como: aumentou-se a espessura da fatia para aproximadamente 20mm para melhor avaliação da firmeza, adicionou-se 20mg.L^{-1} de solução de hipoclorito de sódio em cada tratamento a fim de eliminar qualquer contaminação decorrente do processo e colocaram-se 2 fatias do mesmo fruto para cada tratamento, na tentativa de homogeneizar melhor a matéria-prima. Cada fruto foi dividido em 6 fatias sendo que cada tratamento recebeu 2 fatias do mesmo fruto.

Para cada tratamento, foram feitas 5 repetições, armazenadas em câmara refrigerada sob temperaturas de $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante um período de 7 dias. Aos 0, 3, 5 e 7 dias foram realizadas avaliações físico-químicas da composição gasosa, firmeza com a ponteira de penetração maciça, pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável, avaliações microbiológicas da contagem total, coliformes fecais e totais e bolores e leveduras, e análise sensorial. Utilizaram-se um total de 60 bandejas para

as análises físico-químicas, sendo 5 bandejas para cada tratamento e para cada dia de análise, e mais 60 bandejas para as análises microbiológicas e sensorial, totalizando 120 bandejas (40 bandejas/tratamento e 5 bandejas/dia de avaliação).

4.1.2. Delineamento experimental

O experimento II foi montado em delineamento inteiramente casualizado, com 3 tratamentos distintos, sendo uma fonte de cálcio (sulfato) em 2 concentrações (1% e 3%) mais a testemunha, e 4 datas de leitura para avaliação. As amostras de cada tratamento foram em 5 repetições, utilizando-se 40 repetições para análise da firmeza (4 perfurações por rodela, sendo 2 fatias por bandeja e 5 bandejas por tratamento por dia de análise) e utilizaram-se os mesmos programas de informática para a execução da análise estatística usadas no Experimento I do projeto.

4.1.3. Análises Físico-Químicas

No Experimento II, além das análises de pH, SST e firmeza, descritas no Experimento I, também se realizaram análises de composição gasosa e acidez total titulável.

- **Composição Gasosa:** foi realizada através da leitura direta feita nas embalagens, com o aparelho de marca comercial MOCON. Este aparelho foi inicialmente calibrado com a concentração do meio ambiente 21% de O₂ e 0,03% de CO₂. Para a execução das leituras introduziu-se uma agulha na embalagem, através de um septo de silicone colocado na superfície da mesma após o armazenamento das fatias de abacaxi, aguardando que o equipamento indicasse a concentração de gases existentes dentro da mesma em um painel de controle digital. Os resultados foram expressos em % de O₂ e CO₂.
- **Acidez total titulável (ATT):** foi determinada através da titulação de 10 gramas de polpa homogeneizada e diluída em 90ml de água destilada, com solução

padronizada de Hidróxido de Sódio a 0,1N, tendo como indicador do ponto de viragem a fenolftaleína, que se dá quando o potenciômetro atinge o pH de 8,2. O resultado foi expresso em % de ácido cítrico (CARVALHO et al., 1990).

4.1.4. Análises microbiológicas

Foram realizadas análises de coliformes fecais e totais, contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos e bolores e leveduras no Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita, Setor de Microbiologia, da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp, segundo metodologia e procedimentos determinados por SILVA et al. (1997).

4.1.5. Análise Sensorial

O método de análise sensorial utilizado para a avaliação do abacaxi minimamente processado e tratado com sulfato de cálcio (1% e 3%) foi a de testes afetivos de aceitabilidade (Figura 13) e de preferência (Figura 14), os quais não necessitam de provadores treinados, segundo Ferreira et al. (2000).

Os testes foram realizados no Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita da FEAGRI, em cabines sensoriais individuais com luzes brancas, utilizando-se pratos, copos e talheres descartáveis, sendo os pratos codificados com números de três dígitos. Para o teste de aceitabilidade, as amostras foram oferecidas aos provadores uma a uma (testemunha, CaSO_4 1% e CaSO_4 3%) em blocos completos balanceados e, em seguida, pediu-se para que os provadores respondessem ao teste de preferência (apelo à memória sensorial), totalizando 4 fichas por provador. As análises foram realizadas aos 0, 3, 5 e 7 dias do experimento, e a divulgação para a convocação dos provadores foi feita via e-mail e cartazes expostos na faculdade. O experimento foi avaliado segundo o Teste de Friedman, descrito por FERREIRA et al. (2000).

Nome: _____ Data: _____ Cód. da Amostra: _____

Por favor, avalie a amostra de abacaxi minimamente processado e, de acordo com a escala abaixo, responda o quanto você gostou/desgostou de cada atributo desse produto:

5. gostei muito
 4. gostei
 3. nem gostei nem desgostei
 2. desgostei
 1. desgostei muito

ATRIBUTO	NOTA	POR QUÊ?
Aparência (cor, brilho)		
Odor		
Firmeza (Facilidade ao morder)		
Sabor		

Figura 13. Ficha utilizada no teste de Aceitabilidade.

Nome: _____ Data: _____ N° _____

Por favor, avalie globalmente cada uma das amostras de abacaxi minimamente processado e coloque-as em ordem decrescente de preferência.

+ preferida _____ **- preferida**

Comentários: _____

Figura 14. Ficha utilizada no teste de Preferência.

4.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.2.1. pH

Os resultados de pH apresentados na Figura 15 para os respectivos dias de armazenamento mostram que os valores das médias de cada tratamento não apresentaram variações muito acentuadas, tendo uma tendência semelhante, com constância de valor até o 5º dia e aumento apenas no 7º dia de armazenamento.

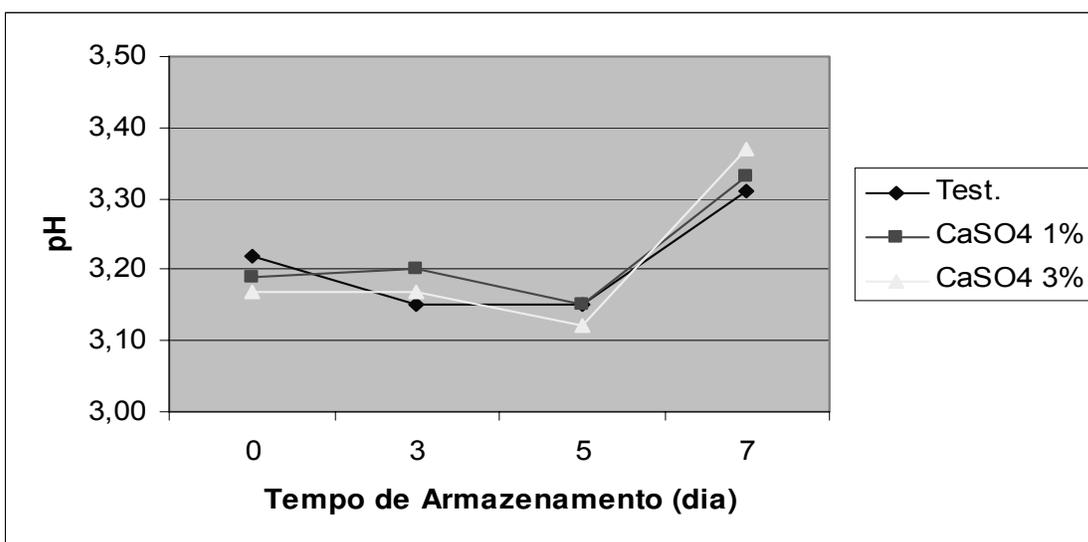


Figura 15. Variação de pH de abacaxi MP tratado com Sulfato de Cálcio ao longo do armazenamento.

Através da análise de variância e aplicação do teste de Tukey, verificou-se que não houve diferença significativa ao nível de 5% para nenhum dos dias avaliados, mesmo com o incremento nos valores de pH no 7º dia (Tabela 11). Portanto, pode-se afirmar que a aplicação de sulfato de cálcio não afetou os valores de pH do abacaxi minimamente processado durante seu período de armazenamento, considerando cada dia individualmente.

Tabela 11. Valores médios de pH de abacaxi MP tratado com Sulfato de Cálcio ao longo do armazenamento.

Tratamento	Dia de Armazenamento			
	0	3	5	7
Test.	3,22 a	3,15 a	3,15 a	3,31 a
CaSO ₄ 1%	3,19 a	3,20 a	3,15 a	3,33 a
CaSO ₄ 3%	3,17 a	3,17 a	3,12 a	3,37 a

Valores acompanhados com mesma letra nas colunas não são diferentes ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey.

Valores destacados em amarelo diferem significativamente da testemunha ao nível de 5% para o teste de Dunnett.

4.2.2. Sólidos Solúveis Totais (SST)

A partir da Figura 16 observa-se a variação dos resultados de sólidos solúveis totais (SST) e verifica-se que ocorreram algumas variações em seus valores. Os tratamentos com sulfato de cálcio a 1% e 3% apresentaram curvas de comportamento bastante parecidas, com pequenas variações ao longo do armazenamento. Por outro lado, a testemunha apresentou um pico no 5º dia de armazenamento com posterior queda em seu valor médio de SST.

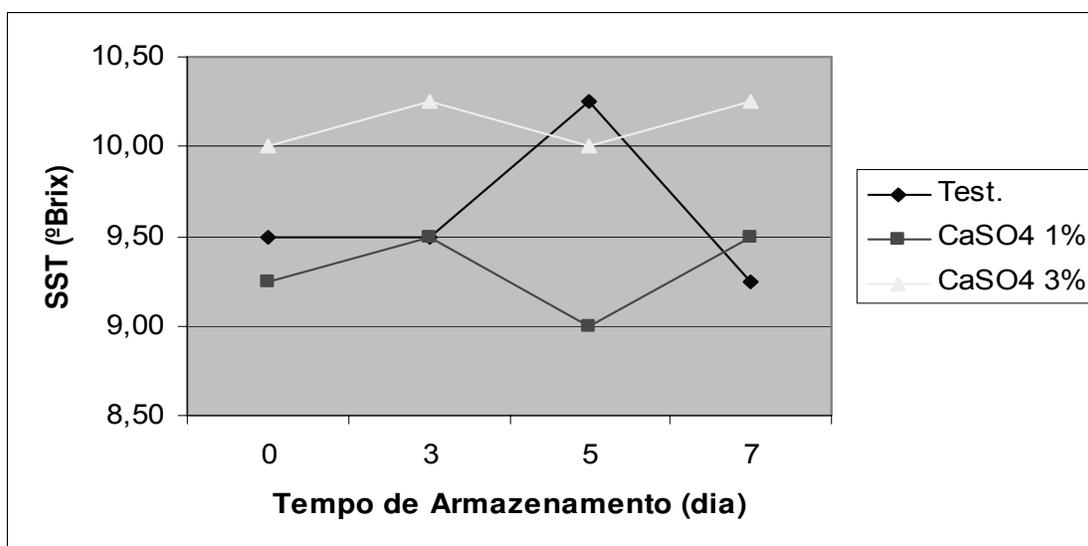


Figura 16. Variação de SST de abacaxi MP tratado com Sulfato de Cálcio ao longo do armazenamento.

A análise de variância aplicada aos resultados indicou não haver diferença significativa ao nível de 5% para nenhum dos dias avaliados. Porém os valores de SST do tratamento CaSO₄ 3% mostraram-se em todo o período de armazenamento, com exceção do dia 5, com valores superiores aos demais tratamentos.

Segundo o Programa Brasileiro para Melhorias dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortifrutigranjeiros, elaborado pela CEAGESP e colaboradores para o abacaxi, o teor de SST mínimo aceitável é de 12°Brix, portanto a porcentagem de sólidos solúveis totais não se encontrou dentro dos valores desejáveis para consumo.

Tabela 12. Valores médios de SST (°Brix) de abacaxi MP tratado com sulfato de cálcio ao longo do armazenamento.

Tratamento	Dias de Armazenamento			
	0	3	5	7
Test.	9,50 a	9,50 a	10,25 a	9,25 a
CaSO ₄ 1%	9,25 a	9,50 a	9,00 a	9,50 a
CaSO ₄ 3%	10,00 a	10,25 a	10,00 a	10,25 a

Valores acompanhados com mesma letra nas colunas não são diferentes ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey.

Valores destacados em amarelo diferem significativamente da testemunha ao nível de 5% para o teste de Dunnett.

4.2.3. Acidez Total Titulável (ATT)

Analisando os resultados obtidos para a variável ATT (Figura 17), nota-se que não ocorreram variações acentuadas em seus valores médios. A testemunha e o tratamento com CaSO₄ 1% apresentaram valores crescentes, porém com pequena queda dos mesmos no 5° dia de armazenamento, sendo que o tratamento CaSO₄ 3% aumentou durante todo o período.

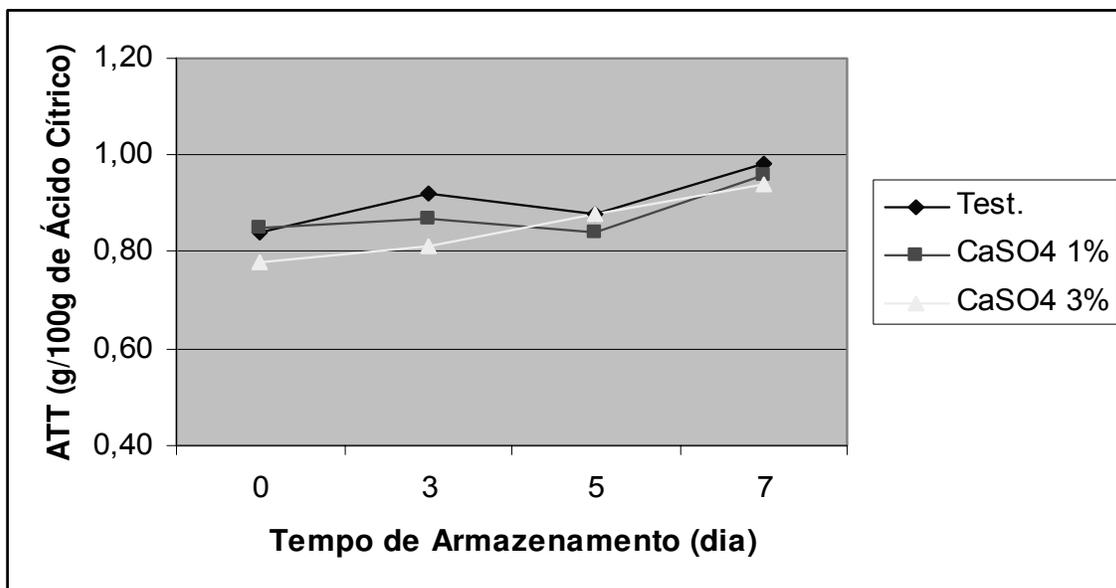


Figura 17. Variação de ATT de abacaxi MP tratado com Sulfato de Cálcio ao longo do armazenamento.

Observando a Tabela 13 pode-se constatar que o 3º dia de armazenamento foi a única data que apresentou diferença significativa ao nível de 5% para o teste de Tukey. A testemunha apresentou valor médio superior aos demais tratamentos diferindo significativamente do CaSO₄ 3%.

Tabela 13. Valores médios de ATT (% ác. cítrico) de abacaxi MP ao longo do armazenamento.

Tratamentos	Dia de Armazenamento			
	0	3	5	7
Test.	0,84 a	0,92 a	0,88 a	0,98 a
CaSO₄ 1%	0,85 a	0,87 ab	0,84 a	0,96 a
CaSO₄ 3%	0,78 a	0,81 b	0,88 a	0,94 a

Valores acompanhados com mesma letra nas colunas não são diferentes ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey.

Valores destacados em amarelo diferem significativamente da testemunha ao nível de 5% para o teste de Dunnett.

Segundo GONÇALVES (2000), a acidez total titulável de abacaxi geralmente varia de 0,6% a 1,6% e é expressa como porcentagem de ácido cítrico. Em

contrapartida, BLEINROTH (1978) menciona que para frutos verdes de abacaxi “Smooth Cayenne” o valor da ATT é de 0,96% e para maduros de 0,47%, o que nos leva a acreditar que o abacaxi utilizado neste experimento apresentava-se com grau de maturação inadequado para consumo.

4.2.4. Composição Gasosa – CO₂ e O₂

A composição gasosa foi medida ao longo do tempo para todos os tratamentos, porém as concentrações dos gases CO₂ e O₂ foram praticamente às mesmas para todas as bandejas, em todos os dias de leitura, com valores médios de 20,8% de O₂. e 0% de CO₂. Tal fato comprovou que a embalagem utilizada não foi eficiente na vedação de entrada de ar atmosférico, impossibilitando qualquer discussão em relação a alterações na respiração de abacaxi minimamente processado e tratado com sulfato de cálcio.

4.2.5. Firmeza

As propriedades de firmeza das fatias de abacaxi do Experimento II foi avaliada através do método de Força Máxima e pelo método do cálculo da Área Sob a Curva. Utilizou-se apenas uma ponteira de penetração, a Ponteira 1 - de esmagamento, pois ao discutir e analisar os resultados do Experimento 1 concluiu-se que não ocorreram discrepâncias nos resultados alcançados com as duas ponteiras, sendo indiferente a utilização de uma ou de outra. Entretanto, dentro da literatura consultada, os poucos trabalhos encontrados referentes à textura de frutas e hortaliças foram executados com ponteira de penetração maciça (de esmagamento), o que facilitará a discussão desse Experimento.

Força Máxima

Analisando os resultados obtidos para a variável firmeza, pode-se verificar na Figura 18 que a testemunha e o tratamento com sulfato de cálcio a 3% apresentaram semelhanças em suas curvas ao longo do tempo, adquirindo um incremento em seus

valores até o 5º dia de armazenamento com posterior queda, porém apresentando intensidades de força diferentes. Já o tratamento a 1% apresentou constante ascensão em seus valores ao longo de todo o armazenamento, mas com valores inferiores aos demais tratamentos.

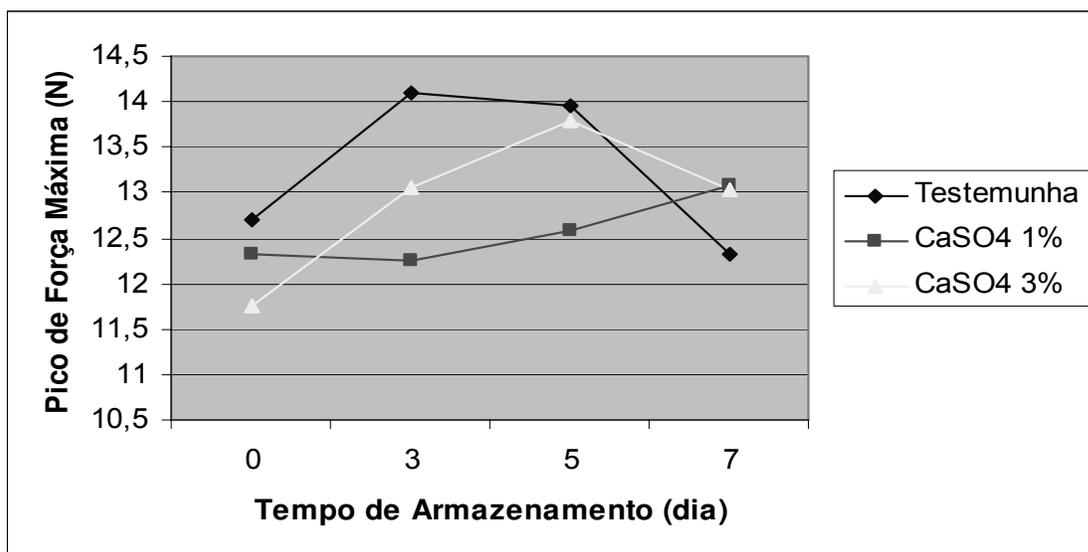


Figura 18. Variação de força máxima para a firmeza de abacaxi MP tratado com Sulfato de Cálcio ao longo do armazenamento.

Através da análise de variância e dos testes de Tukey e Dunnett ao nível de 5% verificou-se na Tabela 14 que não ocorreram diferenças significativas para nenhum dos testes aplicados.

Tabela 14. Valores médios de força máxima (N) da firmeza de abacaxi MP tratado com Sulfato de Cálcio ao longo do armazenamento.

Tratamentos	Dias de Armazenamento			
	0	3	5	7
1. Testemunha	12,69 a	14,09 a	13,96 a	12,33 a
2. CaSO₄ 1%	12,33 a	12,25 a	12,59 a	13,09 a
3. CaSO₄ 3%	11,75 a	13,05 a	13,8 a	13,03 a

Valores acompanhados com mesma letra nas colunas não são diferentes ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey.
Valores destacados em amarelo diferem significativamente da testemunha ao nível de 5% para o teste de Dunnett.

Área Sob Curva

Observando-se a variação dos valores da firmeza através do método de avaliação da área calculada sobre a curva de intensidade exigida para o esmagamento do produto na Figura 19, notou-se que os tratamentos apresentaram valores muito próximos uns dos outros, ocorrendo incremento desses valores até o 5º dia de armazenamento com queda no 7º dia. Porém o tratamento CaSO_4 1% apresentou maiores valores ao longo do armazenamento, com exceção do dia 5, diferindo do método de Força Máxima, onde esse tratamento apresentou os menores valores em relação aos demais tratamentos analisados.

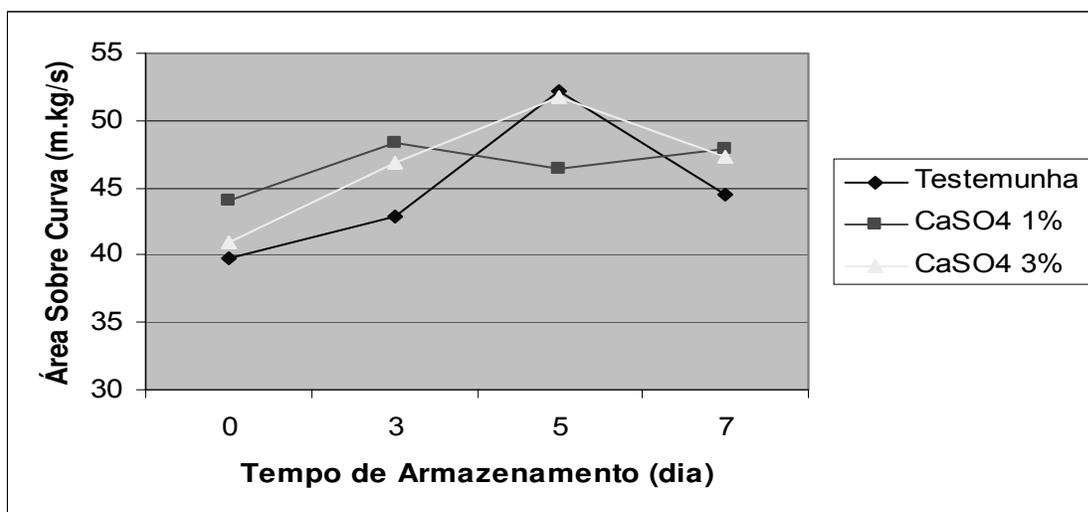


Figura 19. Variação da área sob curva para firmeza de abacaxi MP tratado com Sulfato e Cálcio ao longo do armazenamento.

Pode-se observar na Tabela 15 que apesar de ocorrer um incremento nos valores da área dos tratamentos com Sulfato de Cálcio em praticamente todas as datas de avaliação da firmeza, esse aumento não foi suficiente para que houvesse diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade, tanto para o teste de Tukey quanto para o de Dunnett.

Tabela 15. Valores médios da área sobre curva (m.kg/s) da firmeza de abacaxi minimamente processado ao longo do armazenamento.

Tratamentos	Dias de Armazenamento			
	0	3	5	7
1. Testemunha	39,737 a	42,869 a	52,145 a	44,429 a
2. CaSO ₄ 1%	44,116 a	48,287 a	46,368 a	47,893 a
3. CaSO ₄ 3%	40,906 a	46,897 a	51,694 a	47,302 a

Valores acompanhados com mesma letra nas colunas não são diferentes ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey.

Valores destacados em amarelo diferem significativamente da testemunha ao nível de 5% para o teste de Dunnett

4.2.6. Análises Microbiológicas

Para a verificação de contaminação microbiana, as amostras foram avaliadas quanto à presença de Bolores e Leveduras, Contagem de Microrganismos Aeróbios Mesófilos e Coliformes Totais e Fecais.

Considerando a legislação vigente para frutas minimamente processadas, em que a tolerância para microrganismos do grupo coliformes é de 5×10^2 NMP/g (ANVISA, 2001), os abacaxis minimamente processados estavam com qualidade higiênico-sanitária satisfatória para consumo, pois não apresentaram contaminação (Tabela 16).

Tabela 16. Contagem microbiológica de abacaxi minimamente processado ao longo do armazenamento.

Bolores e Leveduras (UFC/g)				
Tratamento	Dias de Armazenamento			
	0	3	5	7
Testemunha	1,3x10 ³	1,9x10 ³	3,7x10 ³	4,3x10 ³
CaSo ₄ 1%	7,0x10 ²	2,1x10 ³	8,5x10 ³	5,3x10 ³
CaSo ₄ 3%	1,9x10 ³	1,5x10 ³	2,7x10 ³	6,0x10 ³
Contagem Total (UFC/g)				
Testemunha	4,5x10 ²	6,4x10 ²	6,3x10 ²	6,1x10 ²
CaSo ₄ 1%	7,9x10 ²	4,1x10 ²	5,5x10 ²	6,0x10 ²
CaSo ₄ 3%	3,3x10 ²	3,9x10 ²	4,2x10 ²	4,0x10 ²
Coliforme Totais e Fecais (NMP/g)				
Testemunha	< 3	< 3	< 3	< 3
CaSo ₄ 1%	< 3	< 3	< 3	< 3
CaSo ₄ 3%	< 3	< 3	< 3	< 3

Entretanto, em relação aos valores de bolores e leveduras e contagem total, a ANVISA não determina padrões para esse tipo de produto, portanto os valores obtidos não podem ser considerados como limitantes da sua vida de prateleira, podendo ser apenas relacionados com suas características sensoriais. Tal relação pode ser constatada no 5º dia de armazenamento para o tratamento CaSO₄ 1%, quando ocorreu pico de contagem de bolores e leveduras com conseqüente queda nos valores das notas atribuídas aos atributos avaliados na análise sensorial (teste de aceitabilidade) para o mesmo dia de armazenagem.

Com exceção do tratamento com sulfato de cálcio a 1%, a contagem de bolores e leveduras aumentou ao longo do tempo de armazenamento. O tratamento CaSO₄ 1% apresentou um pico no 5º dia com posterior queda na contagem para o 7º dia. A contagem máxima de bolores e leveduras foi em torno de 10³ UFC/g, o que pode ser considerada relativamente alta. Enquanto para contagem total foram encontrados cerca de 10² UFC/g, o que pode ser considerado valores muito baixos, sendo que as pequenas variações existentes são irrelevantes. Por não existir parâmetros legais para presença desses microrganismos em frutas minimamente processadas, a discussão dos resultados torna-se comprometida.

Entretanto, PRADO et al. (2000) e SARZI et al. (2002) em estudos realizados para determinação da microbiota em abacaxi minimamente processado, 'Smooth Cayenne' e 'Pérola' respectivamente, constataram que os resultados obtidos encontraram-se dentro do sugerido como aceitável para frutos e hortaliças "in natura", porém, ressaltando a necessidade de elaboração de uma legislação específica para produtos minimamente processados.

4.2.7. Análise Sensorial

Teste de Aceitabilidade

Observando os resultados alcançados no teste de aceitabilidade ao longo de todo o período de armazenamento (Tabela 17) constatou-se que no dia 0, ou seja,

dia do processamento, o único atributo que apresentou diferenças significativa foi o atributo Odor, sendo a testemunha o tratamento com menor nota obtida (3,16). No 5º dia de armazenamento todos os atributos avaliados apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. O tratamento CaSO₄ 1% obteve menor nota na avaliação dos provadores para todos os atributos e o CaSO₄ 3% maior. No 7º dia de armazenamento, o único atributo que apresentou diferença significativa foi a Aparência, sendo a testemunha o tratamento que obteve a menor nota de avaliação, devido provavelmente, ao escurecimento do produto por causa da sua oxidação.

Tabela 17. Médias dos atributos avaliados no teste de Aceitabilidade.

Dias de Armazenamento	Tratamentos	Atributos			
		Aparência	Odor	Firmeza	Sabor
Dia 0	Testemunha	4,20	3,16a	3,88	3,04
	CaSO ₄ 1%	4,16	3,92b	3,76	3,64
	CaSO ₄ 3%	4,16	3,64b	4,04	3,20
Dia 3	Testemunha	3,82	3,68	4,05	3,64
	CaSO ₄ 1%	4,05	3,91	4,23	3,91
	CaSO ₄ 3%	3,86	3,55	4,18	3,32
Dia 5	Testemunha	4,00a	3,45a	3,95ab	3,32a
	CaSO ₄ 1%	3,41b	2,91b	3,64a	2,64b
	CaSO ₄ 3%	4,05a	3,55a	4,09b	3,32a
Dia 7	Test	3,60a	3,60	3,70	3,35
	CaSO ₄ 1%	4,05b	3,40	4,00	3,20
	CaSO ₄ 3%	3,75ab	3,45	3,90	3,10

Valores acompanhados com mesma letra nas colunas não são diferentes ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey.

Valores destacados diferem significativamente entre si ao nível de 5% para análise de variância.

Através dos comentários descritos nas fichas de avaliação, constatou-se que no dia 0 de avaliação, ou seja, no dia do processamento, algumas pessoas identificaram um ligeiro sabor de cloro nas amostras, o que possivelmente ocorreu

devido ao hipoclorito de sódio utilizado na sanitização do abacaxi minimamente processado, não se repetindo esse comentário em nenhum dos demais dias de avaliação. Nos quatro dias de avaliação os provadores teceram comentários sobre a alta acidez do produto, o que nos mostra que a matéria prima possivelmente não estava com grau de maturação apropriado para o consumo, o que pode ser comprovado através dos valores de pH, SST e ATT, apesar das notas obtidas para o atributo Sabor terem sido em torno de 3 (nem gostei nem desgostei).

Portanto, conclui-se que as amostras tratadas com sulfato de cálcio não apresentaram diferenças significativas em relação à testemunha para nenhum dos atributos avaliados, com exceção do 5º dia de avaliação, mostrando que o tratamento CaSO_4 1% diferiu dos demais, provavelmente decorrida pela contaminação por bolores e leveduras analisados.

Teste de Preferência

Neste teste, o tratamento com menor valor significa que a amostra é a mais preferida (mais aceita) e com maior valor, a menos preferida.

Tabela 18. Somatória das notas de cada tratamento do teste de Preferência para avaliação dos resultados.

Tratamentos	Dia 0	Dia 3	Dia 5	Dia 7
Testemunha	60	44	40	44
CaSO_4 1%	42	42	51	33
CaSO_4 3%	48	46	41	43

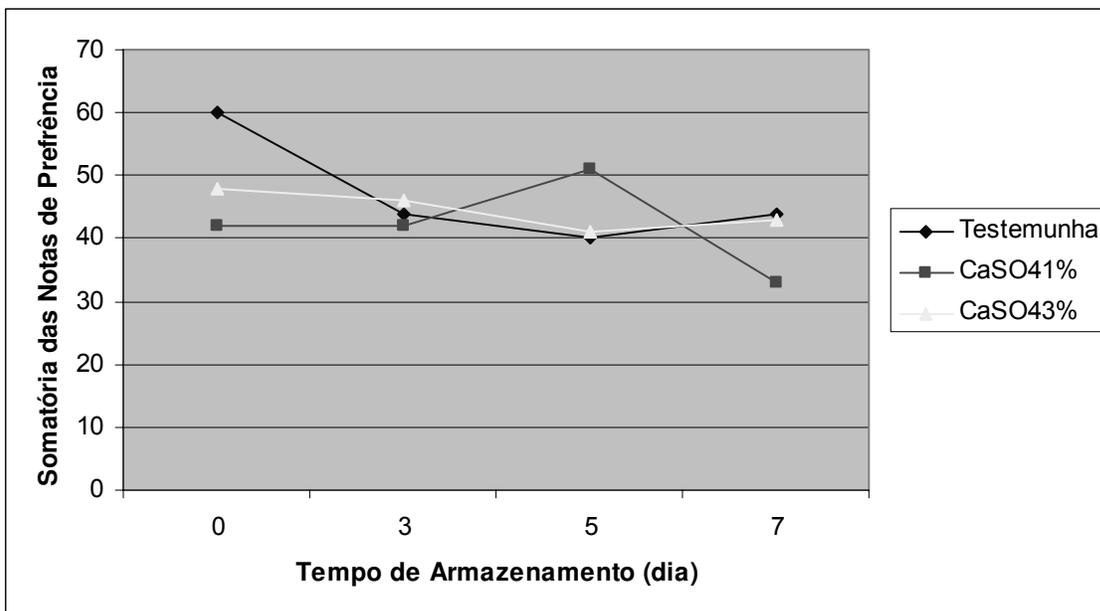


Figura 20. Variação das notas de preferência para cada tratamento ao longo do tempo de armazenamento.

Portanto, pode-se afirmar que o tratamento com Sulfato de Cálcio a 1% apresentou melhores resultados, pois em três dos quatro dias de avaliações ele obteve as menores notas. O tratamento com sulfato de cálcio a 3% manteve-se com notas intermediárias entre os demais tratamentos durante todo o período de avaliações sem diferir significativamente dos demais tratamentos em nenhum dos dias de avaliação.

Tabela 19. Avaliação das notas de preferência entre as amostras durante o período de armazenamento:

Dia 0	Dia 3	Dia 5	Dia 7
Nº de julgadores = 25	Nº de julgadores = 22	Nº de julgadores = 22	Nº de julgadores = 20
Nº de amostras = 3	Nº de amostras = 3	Nº de amostras = 3	Nº de amostras = 3
Tabela 9 = 17	Tabela 9 = 16	Tabela 9 = 16	Tabela 9 = 15
Comparando amostras:	Comparando amostras:	Comparando amostras:	Comparando amostras:
A x B: 60 - 42 = 18 > 17	A x B: 44 - 42 = 2	A x B: 40 - 51 = 11	A x B = 44 - 33 = 11
A x C: 60 - 48 = 12	A x C: 44 - 46 = 4	A x C: 40 - 41 = 1	A x C = 44 - 43 = 1
B x C: 42 - 48 = 6	B x C: 42 - 46 = 4	B x C: 51 - 41 = 10	B x C = 33 - 43 = 10

Valores destacados diferem significativamente entre si ao nível de 5% para análise de variância.

A amostra mais preferida no dia 0 de avaliação foi a tratada com CaSO_4 1%, pois apresentou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade em relação a testemunha. Entretanto para os demais dias de avaliações (3, 5 e 7) as amostras não apresentaram diferenças significativas entre si ao nível de 5% de probabilidade, o que indica que os consumidores não têm uma amostra de maior preferência, e que conseqüentemente eles não identificaram os tratamentos com o sulfato de cálcio (1% e 3%).

4.3. CONCLUSÕES DO EXPERIMENTO II

- Não foram constatadas variações ao longo do tempo que possam ter sido originadas pela aplicação do sulfato de cálcio nos valores médios de pH, SST e ATT. Entretanto, os valores dessas variáveis apresentaram-se fora da faixa recomendada para o consumo, o que indica que o grau de maturação ainda era inadequado;
- A embalagem utilizada não foi apropriada para a realização de testes de composição gasosa;
- A aplicação de sulfato de cálcio nas concentrações de 1% e 3% não interferiu, nem positiva nem negativamente, nos valores da firmeza do produto;
- O abacaxi testado estava de acordo com os padrões vigentes para frutas minimamente processadas por não terem sido encontrados coliformes fecais. A contagem de coliformes totais e de microrganismos mesófilos aeróbios também foi irrelevante, porém recomendamos uma vida de prateleira de até cinco dias de armazenamento com base na contagem de bolores e leveduras;
- O teste de aceitabilidade mostrou que as amostras tratadas com sulfato de cálcio não apresentaram diferenças significativas em relação à testemunha para nenhum dos atributos avaliados. No teste de preferência, os consumidores não indicaram preferência por nenhuma das amostras e, conseqüentemente, não identificaram as tratadas com o sulfato de cálcio (1% e 3%).

5. CONCLUSÕES GERAIS

O trabalho realizado permitiu as seguintes conclusões:

- A utilização de fontes de cálcio em abacaxi “Smooth Cayenne” minimamente processado proporciona incrementos nas propriedades da firmeza e não interfere nas características químicas (pH, SST e ATT) do fruto;
- A fonte e a concentração de cálcio que apresentaram resultados mais relevantes (significantes estatisticamente) em relação à testemunha, quanto à manutenção da firmeza, foi o sulfato de cálcio com concentração de 3% (Experimento I);
- As metodologias testadas para a ponteira 1 (esmagamento) não apresentaram diferenças nos resultados obtidos, portanto ela é a mais indicada para esse tipo de avaliação. A área sob curva do teste que avaliou força x deformação foi a resultante que identificou melhor as variações na deformidade da matéria-prima, permitindo avaliar com maior precisão a heterogeneidade do produto;
- O produto testado está de acordo com os padrões vigentes para frutas minimamente processadas por não terem sido encontrados coliformes fecais. Entretanto, destaca-se a necessidade da elaboração de uma legislação específica para esse tipo de produto;
- A utilização do sulfato de cálcio não altera as propriedades organolépticas do produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em 15/09/2002.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Resolução RCD nº 12, de 2 de janeiro de 2001**. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br> . Acesso em 28/10/2003.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Manual on sensory testing methods. STP 434**. Philadelphia: ASTM, 1968.

ANTONIOLLI, L.R.; BENEDETTI, B.C.; SOUZA FILHO, M.S.M. Efeito do cloreto de cálcio na qualidade de abacaxi “Pérola” minimamente processado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, p. 1105-1110, set. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas – Terminologia – NBR 12806**. São Paulo: ABNT, 1993.

BASTOS, M. S.R., FILHO, M. S. M. S., ALVES, R. E. A., FILGUEIRAS, H. A. C., BORGE, M. F. Processamento mínimo de abacaxi e melão. **II Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. p.92-93, 2000.

BLEINROTH, E. W. Matéria-prima. In: ITAL. **Abacaxi: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas, 1978. (Série Frutas Tropicais, 2).

BRACKETT, R.E. Microbiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, v.10, n.3, p.195-206, jun. 1987.

BRAMLAGE, W.J.; DRAKE, M.; WEIS, S.A. Comparisons of calcium chloride, calcium phosphate, and calcium chelate as foliar sprays for "MacIntosh" apple trees. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 10, n. 6, p. 786-789, 1980.

BOTREL, N., ABREU, C.M.P. Implantação de abacaxizal. **Informe Agropecuário**, v.11, n.130, p.22-26, 1985.

BOTREL, N.; VILAS BOAS, E.V.B.; CARVALHO, V.D.; TEIXEIRA, G.H.A. Influência do cálcio e tratamento hidrotérmico sobre o escurecimento interno do abacaxi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 14, Curitiba 1996. **Resumos**...Londrina: IAPAR, 1996. p.21.

BOURNE, M.C. Texture evaluation of horticultural crops. **Hortscience**, Alexandria, 15 (1): 51-7, Feb. 1980.

CARVALHO, V.D.; CUNHA, G.A.P.; PAULA, M.D.; CHITARRA, M.I.F. Teores de carboidratos no caule de algumas cultivares de abacaxi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, p.197-200,1985.

CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M.M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121p. (Manual Técnico).

CARVALHO, V.D.; CHALFOUN, S.M. A importância do cálcio na agricultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 15, n. 170, p. 17-28, 1991.

CARVALHO, V.D., CLEMENTE, P.R. Qualidade, colheita, industrialização e consumo de abacaxi. **Informe Agropecuário**, v.17, n.179, p.8-18, 1994.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293p.

CHITARRA, M. I. F. **Processamento mínimo de frutos e hortaliças**. Viçosa: Centro de produções técnicas, 1998, 88p.

COUTO, F.A.A. Variedades e melhoramento do abacaxizeiro. **Informe Agropecuário**, v.7, n.74, p.12-15, 1981.

CUNHA, G.A.P.; CABRAL, J.R.S.; SOUZA, L.F.S. **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 480p.

DULL, C.G. The pineapple general. In: HULME, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. New York: Academic Press, 1971. v.11, p.303-324.

DURIGAN, J.F. Fresh-cut: a modernidade. Jaboticabal: **Rev. Unesp Rural**, n.9, p.10-11, 1999.

FAO. **FAOSTAT – Statistical Database 2000**. Rome: FAO, 2000. Disponível em <http://apps.fao.org> . Acesso em 23/04/2002.

FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.C.A.; PETTINELLI, M.L.C.V.; SILVA, M.A.A.; CHAVES, J.B.P.; BARBOSA, E.M.M. **Análise Sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Manual-Série Qualidade. Campinas: ITAL/SBCTA, 2000, p. 127.

GIACOMELLI, E.J.; PY, C. **O abacaxi no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1981. 101p.

GIANONNI, J.A. **Efeito da radiação gama e do cálcio na conservação pós-colheita da goiaba branca sob refrigeração**. 2000. 181p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.

GLENN, G.M.; POOVAIAH, B.W. Cuticular permeability to calcium compounds in “Golden Delicious” apple fruit. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 110, n. 2, p. 192-195, 1985.

GONÇALVES, N.B. **Abacaxi: Pós-Colheita**. Brasília: Embrapa-SCT, 2000. 45 p. (Frutas do Brasil, 5).

INTERNACIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION - IFPA. Disponível em <http://www.fresh-cuts.org>. Acesso em 20/07/2003.

JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES (JECTA) Disponível em <http://apps3.fao.org>. Acesso em 27/09/2002.

LEAL, F. Recursos fitogenéticos con fins de preservación y mejoramiento genético em pinã Ananas comosus. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE GENÉTICA, 6., 1983, Maracaibo, Venezuela. **Anais**...Maracaibo: [s.n.], 1983. Mimeo.

LEITE, C.C. Avaliação microbiológica de polpas congeladas de frutas produzidas no Estado da Bahia. **Higiene Alimentar**, v. 14, n.78/79, p.69-73, nov./dez. 2000.

LUNA-GUZMÁN, I.; BARRET, D.M. Comparison of calcium chlorid and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupe. **Postharvest Biology and Technology**, v.19, p.61-72, 2000.

MEDLICOTT, A.P. **Fruit Ripening**. Syllabus of the Phost-harvest Fruit, Vegetables & Root Crop Technology Course. Tropical Development & Reserarch Institute, London, 7p., 1986.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. 2. ed. Florida – USA: CRC Press, 1991. 354p.

NGUYEN-THE, C.; CARLIN, F. The Microbiology of Minimally Processed Fresh Fruits and vegetable. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 34, nº 4, p371 – 401, 1994.

NOGUEIRA, M.C.S. **Curso de Estatística Experimental Aplicada à Experimentação Agronômica**. ESALQ / USP. Piracicaba, 1997.

POOVAIAH, B.W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 40, p. 86-89, 1986.

PRADO, M.E.T.P.; CHITARRA, A.B.; BONNAS, D.S.; VILAS BOAS, E.V. de B. Abacaxi “Smooth Cayenne” minimamente processado. In: ENCONTRO NACIONAL

SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2, Viçosa, 2000. **Resumos**. Viçosa: UFV, 2000. p.6.

Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros. **Classificação do Abacaxi**. Ceagesp e colaboradores, maio/2000.

QUEIROZ, B. Prontos para ir a mesa. **Panorama Rural**, n.30, Ago/2001.

RICHARDSON, D.G.; AL-ANI, A.M. Calcium and nitrogen effects on d'anjou pear fruit respiration and ethylene evolution. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 124, p. 195-201, 1982.

ROSA, O.O.; CARVALHO, E.P. Características microbiológicas de frutas e hortaliças minimamente processados. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.34, n.2, p.84-92, jul./dez. 2000.

SAABOR, A. A importância dos minimamente processados. **Frutifatos**, v.1, n.1, p.16-18, 1999.

SALVEIT, M.E. Edible coatings. In: **Fresh-cut Products: Maintaining Quality and Safety**, Sth, Section 5e. 1998.

SARZI, B.; DURIGAN, J.F., ROSSI Jr., O.D. Temperatura e tipo de preparo na conservação de produto minimamente processado de abacaxi "Pérola". **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.2, ago.2002.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela. 1997.

SINGH, B.P.; CHAUHAN, K.S. Effect of pre-harvest of certain chemicals on the storage behaviour of guava at low temperature. **Haryana Journal of Horticultural Science**, India, v. 22, n. 2, p. 95-102, 1993.

TAVARES, J.C. **Efeitos da refrigeração, cera, fungicida e cálcio na conservação pós-colheita da goiaba 'Paluma' (*Psidium guajava L.*)** 1993. 93p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.

VAN BUREN, J.P. The chemistry of texture in fruits and vegetables. **Journal of Texture Studies**. Westport, v. 10, n. 1, p. 1-23, Jan. 1979.

VILAS BOAS, E.V.B.; BOTREL, N.; CARVALHO, V.D.; CHITARRA, A. B.; TEIXEIRA, G.H.A. Modificações de componentes de parede celular do abacaxi submetido ao tratamento hidrotérmico com CaCl_2 . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 14, Curitiba 1996. **Resumos**...Londrina: IAPAR, 1996. p.22.

ZAMBRANO, J.; MANZANO, J. Influence du calcium sur la maturation et la conservation des mangues après leur récolte. **Fruits**, Paris, v. 50, n. 2, p. 145-152, 1995.

WATADA, A.E. Quality of fresh-cut produce. **Postharvest Biology and Technology**, v.15, p.201-205, set. 1999.

WILEY, R.C. **Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas.**
Editorial Acribia, S.A. Zaragoza – Espana. 362p. 1997.