

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**CARACTERÍSTICAS DE COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADES**  
**DA PEROXIDASE E DA POLIFENOLOXIDASE**  
**DOS CULTIVARES DE ABACAXI MD-2 E PÉROLA**

**JOÃO PESSOA – PB**  
**2012**

**VÂNIA MARIA BARBOZA DA SILVA**

**CARACTERÍSTICAS DE COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADES  
DA PEROXIDASE E DA POLIFENOLOXIDASE  
DOS CULTIVARES DE ABACAXI MD-2 E PÉROLA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba em cumprimento à exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Dr. Heinz Johann Holschuh

JOÃO PESSOA – PB

2012

S586c      SILVA, Vânia Maria Barboza da.  
Características de composição química e atividades da  
Peroxidase e da Polifenoloxidase dos cultivares de abacaxi  
MD-2 e Pérola

Vânia Maria Barboza da Silva. – João Pessoa-PB: 2012.

63 fl.: il.

Orientador: Heinz Johann Holschuh

Dissertação (Mestrado) – UFPB / CT

UFPB/BC

CDU: 664 (043)

VÂNIA MARIA BARBOZA DA SILVA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, PEROXIDASE  
E POLIFENOLOXIDASE DAS CULTIVARES DE  
ABACAXI MD-2 E PÉROLA**

Aprovada em 12/julho/2012

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Heinz Johann Holschuh  
Orientador

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr. Ânoar Abbas El-Aouar  
Examinador Interno

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Rejane Maria Nunes Mendonça  
Examinadora Externa

## **DEDICATÓRIA**

A minha mãe (*in memoriam*), Josefa Carneiro da Silva, pessoa que conquistou e realizou, através das filhas, a alegria e o prazer de estudar. Sei que para ela valeu a pena tudo que viveu para ver suas filhas formadas. Deus esteve com ela durante toda sua vida (\*27/11/1947 – †29/11/2011).

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois para Ele são todas as coisas e dele vem todas as bênçãos sobre minha vida. Por isso:

Não tenho palavras pra agradecer tua bondade

Dia após dia me cercas com fidelidade

Nunca me deixes esquecer

Que tudo o que tenho

Tudo o que sou

O que vier a ser

Vem de Ti Senhor.

(Trecho da música “Vem de Ti, Senhor”, de Ana Paula Valadão).

Tecer agradecimentos, acredito não ser tarefa fácil e para não correr o risco de injustiça, de antemão, agradeço a todos que passaram por minha vida e de alguma maneira contribuíram para a construção de quem eu sou hoje.

A minha família que sempre acredita em mim.

Ao meu esposo e minha filha, Geanderson e Beatriz, agradeço e peço perdão, pelas tardes de lazer que troquei pela companhia do computador. Sei que nem todas as vezes fui compreendida, mas entendo os motivos e a vitória é nossa.

Ao professor Dr. Heinz Johann Holschuh, meu orientador, por seu apoio no amadurecimento dos meus conhecimentos. Sempre compreensivo, atencioso e paciente. Algumas vezes diante de minha ansiedade e, por fim, quando me faltaram as forças.

À professora Dra. Janeeyre Ferreira Maciel, pois desde que nos conhecemos, me acolheu e orientou em algumas decisões na caminhada durante o mestrado.

À professora Dra. Marta Suely Madruga, pela compreensão, na condição de coordenadora desta pós-graduação, nos momentos difíceis que enfrentei.

À professora Dra. Marciane Magnani, pois desde que a conheci, senti liberdade para buscar apoio em relação às minhas expectativas.

A todos os professores da PPGCTA que compartilharam comigo parte de seus conhecimentos.

Aos funcionários do laboratório de Bioquímica do Centro de Tecnologia da UFPB-JP, pela atenção; e aos funcionários dos demais laboratórios destinados aos alunos da PPGCTA, pela disponibilidade quando em algum momento necessitei de ajuda.

Aos amigos e colegas pelo apoio.

Particularmente, agradeço a algumas pessoas pela contribuição direta na construção deste trabalho:

À minha irmã Vilma, Engenheira de Alimentos que muito me ajudou durante as análises laboratoriais e que Deus recompensou com a provação neste programa de mestrado, de onde me despeço e ela inicia a caminhada.

À Pra. Maria do Socorro Fernandes Cordeiro Tavares, Pastora da Igreja Batista Esperança Viva, anjo de Deus que se preocupa e ora sempre por meu sucesso profissional. Assim, como cada irmão em Cristo, membro da Igreja do Senhor Jesus que contribuiu para mais esta conquista através de suas orações. Dentre os irmãos em Cristo, os doutores, professores desta instituição, Roberto Sassi e Cristiane Francisca da Costa, que me ofereceram um apoio especial.

Ao Capitão PMPB Afonso de Ligório Simplício de Sousa Nóbrega, Aprovevisionador do Centro de Educação da Polícia Militar da Paraíba, presente de Deus durante esta caminhada específica, a quem sou grata pela paciência e compreensão quanto a minhas trocas de serviço no quartel e preciosa orientação na condição de Bibliotecário.

As policiais militares e funcionários civis que trabalham no Aprovevisionamento do Centro de Educação da PMPB; como também ao Major PM Luciano Alves Pontes e aos Sargentos PM Eliane Dias, Uberlândio Dantas de Oliveira e Taís de Oliveira Rodrigues, que já não trabalham mais neste setor, mas fazem parte da família do coração.

A todas as pessoas, crianças, jovens e adultos, que Deus me permitiu compartilhar parte de meus conhecimentos, que me fizeram professora e me inspiraram a seguir estudando mais.

Muito obrigada!

“A ciência pode acrescentar anos a sua vida,  
mas só Cristo pode acrescentar vida a seus anos.”

Anônimo

## RESUMO

O abacaxi é uma fruta amplamente apreciada como fruta fresca. Mas sua composição química apresenta grande variação entre cultivares distintas. Este trabalho avaliou o teor de alguns componentes químicos e a atividade da peroxidase e polifenoloxidase nos abacaxis MD-2 e Pérola maduros, comparando-os entre si. Os componentes químicos das duas cultivares analisadas demonstraram que, estatisticamente, os teores de Sólidos Solúveis e Acidez Total Titulável apresentaram valores maiores em abacaxis MD-2 que em abacaxis Pérola; possivelmente, o que explica estes últimos serem mais apreciados como fruta fresca pela população local, enquanto os abacaxis MD-2 são mais aceitos para fins de exportação. As condições ótimas de pH e temperatura para a atividade da peroxidase de abacaxis MD-2 foram pH 5,0 a 40°C e as menos favoráveis encontrados neste estudo forma pH. Em abacaxis Pérola as condições ótimas registradas foram 50°C e pH 5,5 e as menos favoráveis 40°C e pH 6,0. À temperatura de 30°C a atividade específica registrada foi 3,69 e 3,92 U·mg Proteína<sup>-1</sup> para os abacaxis MD-2 e Pérola, respectivamente. O pH 3,23 natural do MD-2 e o pH 3,59 do Pérola foram estatisticamente diferentes entre os cultivares, taninos não diferiram e o teor de ácido L-ascórbico foi significativamente superior em abacaxis Pérola. Contudo, a atividade da peroxidase foi significativamente maior no Pérola, que no MD-2, sendo, portanto o MD-2 menos sujeito à ação deterioradora desta enzima.

**Palavras-chave:** Abacaxi; Cultivares MD2 e Pérola; Composição; Fruta fresca; Peroxidase

## **Abstract**

Pineapple is a fruit widely appreciated as fresh fruit. But its chemical composition varies widely between different cultivars. This study evaluated the content of some chemical components and the activity of peroxidase and polyphenoloxidase in pineapple MD-2 and Pearl mature, comparing them with each other. The chemical components of two cultivars analyzed showed that, statistically, the Soluble Solids and Titratable Total Acidity showed higher values than MD-2 pineapple pineapples in Pearl, possibly explaining the latter being more appreciated as fresh fruit by locals while the MD-2 pineapples are more accepted for export. The optimum pH and temperature for the peroxidase activity of MD-2 pineapples were pH 5.0 at 40 ° C and less favorable pH found in this study form. In pineapples Pearl optimal conditions recorded were 50 ° C and pH 5.5 and less favorable 40 ° C and pH 6.0. At 30 ° C the specific activity was recorded • 3.69 and 3.92 U mg protein-1 for pineapples and Pearl MD-2, respectively. The natural pH of 3.23 MD-2 and 3.59 pH of Pearl were statistically different between the cultivars did not differ tannins and content of L-ascorbic acid was significantly higher in Pearl pineapples. However, the peroxidase activity was significantly higher in Pearl, that the MD-2 and therefore the MD-2 deterioradora less subject to the action of this enzyme.

**Key-words:** Pineapple; MD2 Cultivars and Pearl; Composition; Fresh fruit; Peroxidase.

## LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1	Abacaxi Pérola .....	17
Figura 2	Abacaxi MD-2 .....	18
Figura 3	Abacaxi MD-2 (visão da polpa) .....	18
Figura 4	Representação da estrutura tridimensional da peroxidase .....	22
Figura 5	Representação da estrutura tridimensional da polifenoloxidase .....	24
Figura 6	Etapas do preparo das amostras (exemplar de abacaxi Pérola) .....	25
Figura 7	Fluxograma das análises físico-químicas .....	26
Figura 8	Fluxograma das análises enzimáticas .....	30

### Artigo

Figura 1	Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados da variável: atividade específica da POD do abacaxi MD-2 .....	42
Figura 2	Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados da variável: atividade específica da POD do abacaxi Pérola .....	42
Figura 3	Valores previstos x valores observados da variável: atividade específica da POD do abacaxi MD-2 .....	43
Figura 4	Valores previstos x valores observados da variável: atividade específica da POD do abacaxi Pérola .....	44
Figura 5	Superfície de resposta da influência da Temperatura e do pH na atividade da POD no abacaxi MD-2 ( $AE \times 10^3$ ) .....	45
Figura 6	Superfície de resposta da influência da Temperatura e do pH na atividade da POD no abacaxi Pérola ( $AE \times 10^3$ ) .....	45
Figura 7	Curvas de contorno para influência da Temperatura e do pH na atividade da POD do abacaxi MD-2 .....	46
Figura 8	Curvas de contorno para influência da Temperatura e do pH na atividade da POD do abacaxi Pérola .....	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição centesimal da polpa do abacaxi cru – Valor por 100g de polpa ...	20
Tabela 2	Planejamento fatorial, valores codificados e reais das variáveis estudadas (pH e Temperatura) .....	33

### Artigo

Tabela 1	Valores médios e desvio padrão das características químicas da polpa de abacaxi das variedades Pérola e MD-2 .....	40
Tabela 2	Planejamento experimental, codificação das variáveis independentes e resultados das atividades específicas da POD dos abacaxis MD-2 e Pérola .....	41
Tabela 3	Coefficientes de regressão do modelo estatístico para atividade específica da POD dos abacaxis MD-2 e Pérola .....	43

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AE	Atividade Específica
ATT	Acidez Total Titulável
POD	Peroxidase
PPO	Polifenoloxidase
SS	Sólidos Solúveis
TACO	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
USDA	United States Department of Agriculture
U	Atividade Enzimática

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
2.1 ABACAXI .....	15
2.2 ENZIMAS .....	21
2.2.1 Considerações Gerais .....	21
2.2.2 Peroxidase .....	21
2.2.3 Polifenoloxidase .....	23
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>24</b>
3.1 MATÉRIA-PRIMA .....	24
3.2 LOCAL DAS ANÁLISES .....	25
3.3 PREPARO DAS AMOSTRAS .....	25
3.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....	26
3.4.1 Determinação do pH .....	27
3.4.2 Determinação dos Sólidos Solúveis .....	27
3.4.3 Determinação da Acidez Titulável .....	27
3.4.4 Determinação da Relação Sólidos Solúveis e Acidez Titulável .....	27
3.4.5 Determinação do teor de açúcares .....	27
3.4.5.1 Determinação de açúcares totais .....	27
3.4.5.2 Determinação de açúcares redutores .....	28
3.4.5.3 Determinação de açúcares não-redutores .....	28
3.4.6. Determinação de ácido L-ascórbico .....	28
3.4.7 Determinação de compostos fenólicos .....	29
3.4.8 Determinação de proteínas .....	29
3.5 ANÁLISES ENZIMÁTICAS .....	30
3.5.1 Obtenção de extrato bruto da enzima .....	30
3.5.2 Determinação da atividade da peroxidase .....	31
3.5.3 Determinação da atividade da polifenoloxidase .....	31
3.5.4 Determinação da temperatura e do pH ótimos .....	32
3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	34
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>35</b>
4.1 POLIFENOLOXIDASE .....	35
4.2 ARTIGO .....	36
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>53</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um dos maiores produtores mundiais de abacaxi, tendo apresentado produção acima de dois bilhões de toneladas de frutos e produtividade aproximada de 27 mil Kg por ha, destacando-se, portanto, na produção de frutas de clima tropical e subtropical (CUNHA, 2007). Esta informação é confirmada por dados da produção brasileira de 2010 que dão conta de 1.470.391 frutas (IBGE, 2010). Destes, 787.966 frutas foram produzidas no Nordeste, sendo o estado da Paraíba responsável por 45% desta produção, seguido dos estados da Bahia e Ceará com 22,3% e 13,2%, respectivamente.

Embora muitos considerem o abacaxi como uma fruta, de acordo com Campos (2007), trata-se na realidade de uma infrutescência, ou seja, diversos frutos independentes se fundem em um único talo fibroso e que apresenta uma forma cilíndrica ou ligeiramente cônica. Sua polpa apresenta coloração branca, amarela ou laranja-avermelhada, pesando em média cada abacaxi um quilo, sendo 25% representado pela coroa.

A produção do cultivar Pérola predomina sobre as demais; contudo, a cultivar MD-2, que tem grande aceitação no mercado externo, tem sido a cultivar preferida por empresas exportadoras nacionais. Esta cultivar é um duplo híbrido que apresenta plantas vigorosas, sem espinhos, com casca e polpa de coloração amarela, rica em açúcar, baixo teor de acidez, sólidos solúveis elevados e formato uniforme, tendo ainda como vantagem a maior vida útil pós-colheita (BARREIRO NETO et al., 2007). A produção e consumo mundial do abacaxi MD-2 continuam em crescimento, tendo excedido a área plantada em 60 mil hectares em 2006 (BARTHOLOMEW, 2009).

A peroxidase (POD) e a polifenoloxidase (PPO) são enzimas presentes em um grande grupo de frutas e hortaliças como: pêssego, tomate, soja, rabanete, abobrinha, nabo, aspargo e maçã (VAMOS-VIGYAZO, 1981). Estas enzimas fazem parte de um grande grupo conhecido por promover uma variedade de reações de óxido-redução, principalmente a peroxidase (CLEMENTE, 1998). As pesquisas com esse grupo de enzima são de grande importância para a tecnologia de alimentos, visto que a continuidade da atividade enzimática ocasiona mudança na cor, variações de aroma, alterações no teor de vitaminas e até modificações na textura dos frutos (LAURENTE, 2005).

Diante da importância do abacaxi Pérola para fruticultura brasileira e frente à valorização da cultivar MD-2 para exportação, ambas consumidas como fruta-fresca, o objetivo deste trabalho foi determinar as características da composição físico-química e a atividade da polifenoloxidase e da peroxidase na polpa madura destas duas cultivares,

comparando os resultados usando estatística descritiva, análise de variância e teste de Tukey e analisando o comportamento bioquímico da polifenoloxidase e da peroxidase através de um planejamento experimental e análise de superfície de resposta.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 ABACAXI**

Benzing et. al. (2000) apresenta o abacaxizeiro como uma planta pertencente à família Bromeliaceae que apresenta 2700 espécies, subdivididas em 56 gêneros, próprios das Américas tropicais, este faz parte da subfamília Bromelioideae, gênero *Ananas*, apresentando espécies cultivadas, e também espécies silvestres. Grande parte dos cultivares de abacaxizeiro pertence à espécie *Ananas comosus* (L.) Merril.

Para Leal (2005), esta espécie é o membro mais importante economicamente dessa família, apresentando também várias espécies ornamentais e outras usadas como matéria-prima na fabricação de tecidos, substituinte da fibra de vidro na indústria automobilística, fibras para cordas, linha de pesca, rede de pesca e outros produtos.

Provavelmente, a planta é originária da América tropical e sub-tropical, incluindo o Brasil. De acordo com Bertoni (1919), o abacaxi provém especificamente da região das bacias dos rios Paraná e Paraguai, e sua planta foi levada para regiões ao Norte pelas tribos tupi-guaranis, e levado à América Central e à Região do Caribe, através do intercâmbio de produtos entre as tribos. Sua distribuição ao mundo se deu com o intercâmbio entre tribos indígenas pré-colombianas, sendo levado à Europa, Ásia e África durante o descobrimento das Américas.

Para Silva e Tassara (2001) corroborado por Campos (2007), o abacaxi (*Ananas comosus* L. Merril) não é um fruto, mas uma infrutescência, visto que sua estrutura ovóide é formada por muitos frutinhos que se desenvolvem unidos entre si. Pode-se contar até duzentos frutinhos (gomos) que se desenvolvem em torno de um eixo central, onde cada escama da casca do abacaxi corresponde a um fruto verdadeiro que surgiu a partir de uma flor, e no topo dessa infrutescência se forma a coroa. Seu expressivo valor comercial é consequência de suas características sensoriais, muito apreciadas.

De acordo com trabalhos de Dull (1971), Wills et. al. (1981) e Chitarra e Chitarra (1990) trata-se de uma fruta não climatérica, pois não ocorre aumento da taxa de respiração

pós-colheita. Assim, segundo Brotel e Patto de Abreu (1994), sua maturação é avaliada conforme mudança na coloração da casca, que vai de verde a amarelo e o tempo de colheita depende do destino dado à produção.

O abacaxi, segundo Rosa (2006), para fins científicos é classificado como pertencente ao:

- ✓ Reino: *Plantae*
- ✓ Divisão: *Magnoliophyta*
- ✓ Classe: *Liliopsida*
- ✓ Ordem: *Poales*
- ✓ Família: *Bromeliaceae*
- ✓ Gênero: *Ananás*
- ✓ Espécie: *comosus*

Segundo Cunha et. al. (1999), sendo o nordeste brasileiro adequado a produção de abacaxi, a busca por novas tecnologias que facilitem o manejo e novos mercados podem propiciar o aproveitamento agroindustrial, já que apenas 3% da produção destina-se ao consumo fresco, o que se espera que aumente com vistas a procura por um estilo de vida mais saudável, mediante o consumo de frutas.

De acordo com Silva (2010), o mercado consumidor de abacaxi se expandiria e o faturamento cresceria proporcionalmente se a atividade fosse explorada através de um sistema industrial de grande porte, assim como acontece na Nigéria, Tailândia e Indonésia. De modo contrário, o Brasil pouco tem investido em tecnologia para melhor aproveitamento desta fruta, relegando sua produção aos pequenos e médios produtores.

Rufino et. al. (2010) afirmaram que devido à propagação dos benefícios à saúde atribuídos ao consumo regular de frutas além da grande apreciação pelos aromas e sabores destas frutas, há indícios de crescimento dos mercados nacional e internacional do abacaxi.

Para Chitarra e Chitarra (2005), faz-se imprescindível o aprimoramento de técnicas de colheita e pós-colheita, além da observação de sua sazonalidade para diminuir o desperdício e alcançar maior expressão das frutas tropicais no mercado internacional, pois milhões são garantidos e dezenas de países se dispõem a comprá-las.

De acordo com Bartholomew (2009), o mercado internacional, prioriza e paga os melhores preços por frutas das cultivares “Ouro”, “Gold” ou “Golden”. Sendo o MD-2 a variedade mais consumida no mundo, com cerca de 80% do mercado internacional é a mais indicada aos produtores que visam à comercialização de frutas frescas. A redução das perdas pós-colheita deve-se a seu formato cilíndrico, assim como a ausência de espinhos nas bordas que facilita o manuseio.

Segundo Santana e Medina (2000), a cultivar Pérola representa bem o fruto do abacaxizeiro no Brasil e é amplamente cultivada em todo o território nacional.

As características desta cultivar, segundo Lima et. al. (2001), são de planta de porte médio que apresenta crescimento ereto, fruto cônico, coroa pequena com espinhos na borda, sendo sua principal característica a produção de elevado número de mudas, tipo filhotes (oito a doze), inseridas na parte superior do pedúnculo e que se desenvolve concomitante ao fruto.



**Figura 1** - Abacaxi Pérola

**Foto** - Autoria própria (2011)

Para Morgan e Thompson (2000), o abacaxi MD-2, também conhecido como “Gold” é um duplo híbrido, descendente de híbridos da variedade “Smooth Cayenne”. Caracteriza-se por apresentar menor teor de acidez, °Brix elevado, formato cilíndrico mais uniforme e polpa amarelada, razão pela qual tem sido valorizado para exportação, assumindo papel de destaque no mercado Europeu, especialmente para o consumo como fruta fresca e garantido lucro às empresas brasileiras exportadoras de frutas.

Barreiro Neto et. al. (2007) afirmam que este cultivar foi desenvolvido no Havaí, sendo um duplo híbrido obtido a partir do Smooth Cayenne que apresenta plantas vigorosas, sem espinhos, com a casca e a polpa amarela, rico em açúcar e tendo menor acidez, com a vantagem da possibilidade da maior vida útil pós-colheita. Contudo, a área cultivada

permanece reduzida, sendo, portanto, necessário maior conhecimento de seu comportamento nas principais regiões produtoras.



**Figura 2** - Abacaxi MD-2

**Foto** - Autoria própria (2011)



**Figura 3** - Abacaxi MD-2 (visão da polpa)

**Foto** - Google Imagem (2012)

A constituição química do abacaxi tem relação direta com a época em que é produzido. Geralmente, a sua produção ocorre no verão, sendo induzido quimicamente o seu florescimento para uniformizar a colheita. No verão, as frutas apresentam maior teor de açúcares e menor acidez, como consequência do grande número de horas diárias de sol e da menor diferença de temperatura entre o dia e a noite. De outro modo, as frutas produzidas fora de época (frutas de inverno), também chamadas frutas temporãs, apresentam alta acidez e baixo teor de açúcares (CAMPESE, 2004; BORRACINI, 2006).

Frutas pequenas apresentaram maiores teores de Sólidos Solúveis (SS) e Acidez Titulável (AT) mais alta, o que são considerados atributos positivos para o seu uso na indústria de sucos e também para quem as consome frescas (REINHARD, 2004). Ao contrário, a menor relação SS/AT e o menor teor de vitamina C são fatores desfavoráveis ao seu consumo por que menor valor para pH nas frutas pequenas está relacionado com a sua maior acidez em relação às frutas grandes. Ocorrem mudanças esperadas para o avanço da maturação, com os frutos coloridos apresentando valores mais altos para o teor de SS, o pH e a relação SS/AT, bem como valores menores para AT e vitamina C. O valor nutricional do abacaxi depende, principalmente, dos seus açúcares solúveis, das vitaminas e dos sais

minerais, pois os teores de proteínas e de lipídios são relativamente baixos (Tabela 1). O teor de açúcares varia em geral em torno de 12 a 15% (CAMPESE, 2004; BORRACINI, 2006).

O Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) do Brasil, através de Portaria, regulamentou a classificação e padrões de comercialização de frutos de abacaxi para todo o território nacional, incluindo exigências qualitativas específicas, tendo como teor mínimo de açúcares correspondente a 12 °Brix (12%) (BRASIL, 2002).

**Tabela 1-** Composição centesimal da polpa do abacaxi cru – Valor por 100g de polpa

<b>Nutrientes Relacionados</b>	<b>Unidade</b>	<b>USDA</b>	<b>TACO</b>
Água	g .100g <sup>-1</sup>	86,46	86,30
Calorias	Kcal	48,00	48,00
Proteínas	g	00,54	0,90
Lipídios totais (gordura)	g	00,12	0,10
Carboidratos, por diferença	g	12,63	12,30
Fibra total dietética	g	1,40	1,00
Cinzas	g	0,24	0,40
<b>Minerais</b>			
Cálcio, Ca	mg	13,000	22,00
Ferro, Fé	mg	0,280	0,30
Magnésio, Mg	mg	12,000	18,00
Fósforo, P	mg	8,000	13,00
Potássio, K	mg	115,000	131,00
Sódio, Na	mg	1,000	Tr
Zinco, Zn	mg	0,100	0,10
Cobre, Cu	mg	0,099	0,11
Manganês, Mn	mg	1,177	1,62
Selênio, Se	µg	0,100	
<b>Vitaminas</b>			
Vitamina C, ácido ascórbico total	Mg	36,200	-
Tiamina	mg	0,079	0,17
Riboflavina	mg	0,031	0,02
Niacina	mg	0,489	-
Ácido Pantotênico	mg	0,205	-
Vitamina B6	mg	0,110	Tr
Folato total	µg	15,000	-
Vitamina B12	µg	0,000	-
Vitamina A	UI	56,000	-
Vitamina A, ERA	µg ERA	3,000	-
<b>Lipídios</b>			
Ácidos graxos, total saturados	g	0,009	-
Ácidos graxos, total mono-insaturados	g	0,014	-
Ácidos graxos, total poli-insaturados	g	0,042	-
Colesterol	mg	0,000	-

**Fontes:** USDA, 2001; TACO, 2006.

## 2.2 ENZIMAS

### 2.2.1 Considerações Gerais

Damodaran (2010) apresenta as enzimas como proteínas e afirma que proteínas são polímeros dos L-aminoácidos de ocorrência natural. Champe (1997) define as enzimas como catalisadores protéicos que aumentam a velocidade de uma reação química e não são consumidos durante a reação que catalisam. Conceito já defendido por Fennema (1975), Walsh (1979) e Fresh (1985) que afirmam serem as enzimas catalisadores, ou seja, agentes que aceleram a velocidade de reações químicas sem que eles mesmos sejam alterados durante o processo. As enzimas também atuam reduzindo a barreira de energia requerida para a transformação de um substrato em um produto.

A medida da atividade enzimática é dada através de sua velocidade de reação, estabelecidas em condições experimentais. A atividade é expressa em unidades de atividade. A IUB (Internacional Union of Biochemistry) considera uma unidade de atividade enzimática como a quantidade de enzima que catalisa a transformação de um  $\mu\text{mol}$  de substrato por minuto em condições de ensaios determinadas (LIMA et al., 2001).

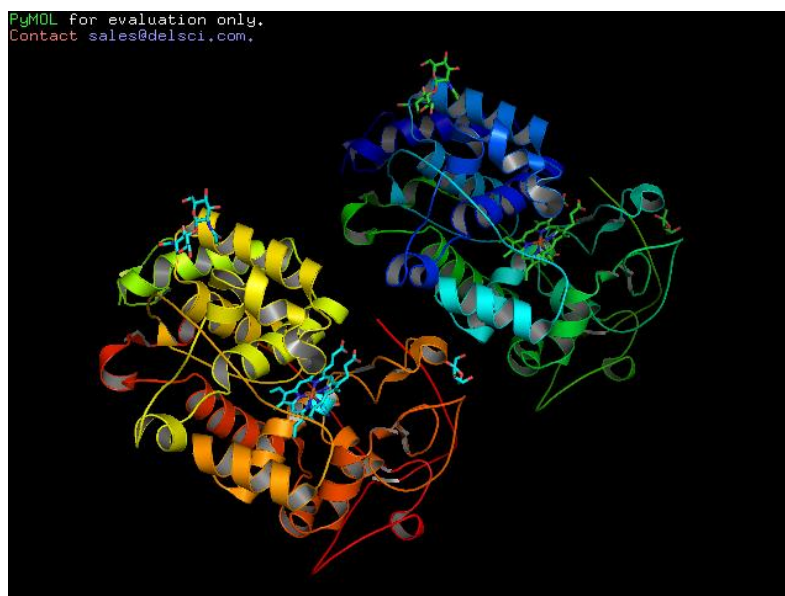
### 2.2.2 Peroxidase

As peroxidases são enzimas classificadas como (doador:  $\text{H}_2\text{O}_2$  oxidorreductase (EC 1.11.1.7), pertencente a uma classe de proteínas que oxidam uma variedade de doadores de hidrogênio com consumo de peróxido de hidrogênio, funcionando também comoceptor de elétrons em reações de oxidação (VIERLING, 1996). De acordo com Dawson (1988), estas enzimas são encontradas em bactérias, fungos, plantas e vertebrados.

Para Dunford (1999), as peroxidases de plantas são mais importantes para a bioquímica de alimentos e incluem as de origem procariótica, as secretadas por fungos e as clássicas de plantas. Fisiologicamente, as peroxidases formam e degradam a lignina, oxidam o regulador vegetal ácido indol acético (relacionado com o amadurecimento e processos

catabólicos associados), fornecem defesa contra pestes e patógenos e removem peróxido de hidrogênio das células.

As peroxidases estão entre as enzimas mais distribuídas e termoestáveis dos tecidos vegetais, por isso utilizada como indicadora de branqueamento; pois, sendo mais resistente, destruindo-se a peroxidase, garante-se que todas as outras enzimas deterioradoras de qualidade estarão também inativadas. Outras reações catalisadas por peroxidase que refletem diretamente sobre a qualidade dos alimentos são a formação de radicais fenoxi que oxidam lipídios indiretamente e a oxidação direta da capsaicina das pimentas (VÁMOS-VIGYAZÓ, 1981).



**Figura 4:** Representação da estrutura tridimensional da peroxidase

**Fonte:** <http://en.wikipedia.org/wiki/PyMOL>

O interesse de pesquisadores ao estudar peroxidases de plantas, deve-se ao fato de estas estarem envolvidas com diversas reações biológicas como: reações de oxidação, processos de diferenciação celular, crescimento, controle de funções metabólicas e resistência a patógenos. (HAMMERSCHMIDT, 1982; HOLSCHUH, 2000; RAMAMURTHY, 2000).

A peroxidase na indústria de alimentos pode ser útil em testes que comprovem a autenticidade de alimentos, na quantificação da glicose e para comprovar se tratamentos pelo calor foram suficientes para a inativação; e alteração de outros compostos relacionados à

qualidade dos alimentos (ANGUITA et. al., 1997; McCLEAR e GLENNIE-HOLMES, 1985; ARNAO et. al., 1996).

### 2.2.3 Polifenoloxidase

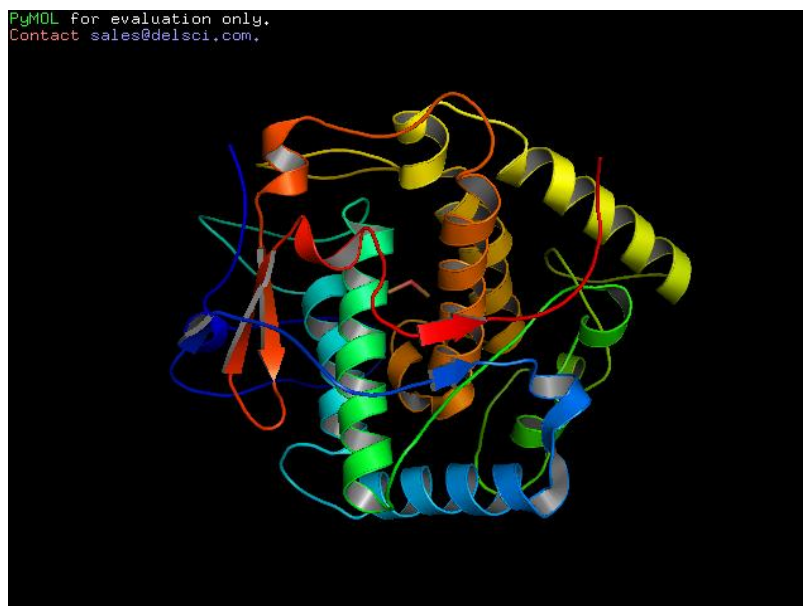
Vámos-Vigyazó (1981) apresenta as enzimas conhecidas como fenolase, fenoloxidase, catecolase, cresolase, tirosinase e polifenoloxidase como substâncias responsáveis pelo escurecimento enzimático. Estão distribuídas em microorganismos, plantas e animais, incluindo humanos, sendo importante nestes últimos para a pigmentação da pele.

Segundo Varouquaux e Wiley (1997), as polifenoloxidases representam a classe das enzimas envolvidas no escurecimento de vegetais e, pequena redução no pH pode diminuir em até 50% sua atividade enzimática.

A polifenoloxidase tem sua ação aumentada após evento de danos mecânicos, cortes ou outros tipos de danos à célula. O dano às paredes e membranas lesionadas, dificulta a separação física entre as enzimas (localizadas nos plastídeos) e os substratos fenólicos (presentes nos vacúolos), ocasionando, assim, a reação de escurecimento (LEE, 2000; MARSHALL et al., 2000; MARTINEZ; WHITAKER, 1995).

Seu mecanismo de ação foi descrito detalhadamente por BELITZ; GROSCH (1997). No centro ativo da enzima existem dois íons  $\text{Cu}^+$ , cujos campos de ligação dois resíduos de histidina cada um. Ordenadamente, a enzima liga primeiro o oxigênio e depois o monofenol. A mudança de valência dos íons cobre leva a formação de complexo enzima-substrato, no qual a ligação O – O fica muito polarizada permitindo a ocorrência de hidroxilação, seguida da formação de um o-difenol. A oxidação do o-difenol a o-quinona termina o ciclo. As quinonas, compostos amarelados, instáveis e reativos, podem reagir entre si, formar polímeros com alta massa molecular de cor escura, denominados melaninas; formar complexos com aminoácidos ou proteínas; e oxidar compostos com baixo potencial de óxido-redução (NICOLAS et al., 1994).

Em abacaxi, a atividade da polifenoloxidase foi encontrada apenas em frutos com escurecimento interno (Teisson et al. 1979)



**Figura 5:** Representação da estrutura tridimensional da polifenoloxidase

**Fonte:** <http://en.wikipedia.org/wiki/PyMOL>

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 MATÉRIA-PRIMA

Foram utilizados abacaxis das cultivares MD-2 e Pérola, no estágio de maturação adequado à comercialização, apresentando coloração da casca amarela, na sua totalidade, no caso do MD-2 (Figuras 2 e 3), e na sua maior extensão, no caso do variedade Pérola (Figura 1). As frutas foram gentilmente cedidas pelo Sr. Leonardo Costa Barros Cahu, proprietário da Fazenda Santa Terezinha Ltda., localizada na litoral norte paraibano, no município de Mamanguape, a 62 km de João Pessoa, capital da Paraíba. Com a finalidade de caracterizar os abacaxis estudados foram avaliadas as análises de pH, acidez titulável, sólidos solúveis, relação sólidos solúveis ÷ acidez titulável, teor de ácido L-ascórbico, açúcares totais, açúcares redutores e açúcares não redutores, compostos fenólicos, proteínas, atividade enzimática da peroxidase e da polifenoloxidase e influência da temperatura e do pH na atividade da peroxidase. As determinações foram realizadas em três repetições, sendo cada repetição analisada em triplicata. Cada amostra foi obtida pela mistura da polpa de uma fruta, de modo a obter maior uniformidade de polpa em toda a extensão do fruto. Assim, foram utilizadas 60 frutas para a realização das análises.

### 3.2 LOCAL DAS ANÁLISES

As análises foram realizadas no Laboratório de Bioquímica de Alimentos do Centro de Tecnologia do campus I da Universidade Federal da Paraíba, cidade de João Pessoa - PB.

### 3.3 PREPARO DAS AMOSTRAS

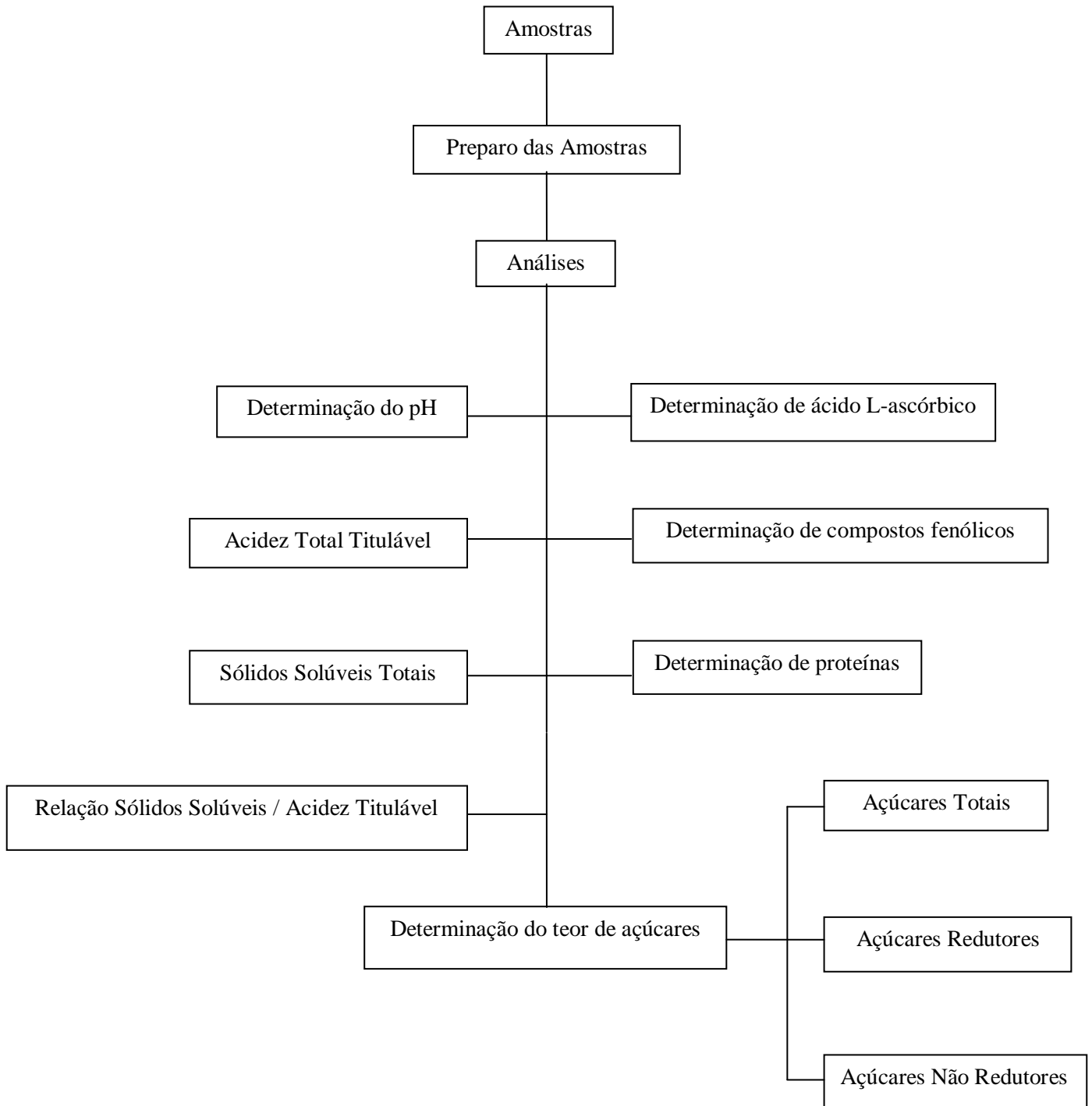
As amostras foram preparadas a partir da polpa dos abacaxis maduros, aqueles que apresentavam coloração da casca amarela, em maior parte ou em sua totalidade, das cultivares MD-2 e Pérola, sendo retirado o caule e a casca das frutas e homogeneizada toda a polpa em liquidificador caseiro da marca “Cadence” para garantir que todas as partes das frutas fizessem parte das análises. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com três repetições cada uma em triplicata.



**Figura 6** - Etapas do preparo das amostras (exemplar de abacaxi Pérola)

**Fotos** - Autoria própria (2011)

## 3.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

**Figura 7** - Fluxograma das análises físico-químicas

### 3.4.1 Determinação do pH

Foram realizadas avaliações do pH das amostras utilizando-se potenciômetro da marca Quimis previamente calibrado com soluções tampão (pH 4,0 e 7,0), conforme metodologia recomendada pela A.O.A.C. (2000).

### 3.4.2 Determinação dos sólidos solúveis

Foi utilizado refratômetro digital de campo modelo (ATAGO N° 1), com compensação de temperatura automática a 20 °C e escala de 0 a 32°Brix (A.O.A.C., 2000).

### 3.4.3 Determinação da acidez titulável

A acidez foi determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, utilizando-se solução alcoólica de fenolftaleína para verificação do ponto de viragem. Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico, segundo metodologia recomendada pela A.O.A.C. (2000).

### 3.4.4 Determinação da relação sólidos solúveis e acidez titulável

A relação sólidos solúveis (°Brix) ÷ acidez total titulável foi calculada pela razão de sólidos solúveis totais ÷ acidez total titulável. Para determinação dos valores foram utilizadas as respectivas médias estatísticas.

### 3.4.5 Determinação do teor de açúcares

#### 3.4.5.1 Determinação de açúcares totais

As análises dos açúcares totais foram feitas utilizando-se a técnica de Somogy, adaptada por Nelson (NELSON, 1944), após hidrólise ácida dos açúcares não-redutores.

### 3.4.5.2 Determinação de açúcares redutores

As análises dos açúcares redutores foram feitas utilizando-se a técnica de Somogy, adaptada por Nelson (NELSON, 1944), diretamente das amostras, sem hidrólise ácida prévia.

### 3.4.5.3 Determinação de açúcares não redutores

Foram considerados os açúcares não redutores a partir da subtração dos açúcares redutores dos açúcares totais, multiplicando-se este valor pelo fator de conversão da glicose em sacarose (0,95).

### 3.4.6 Determinação de ácido L-ascórbico

O ácido ascórbico foi determinado por método colorimétrico conforme metodologia de Loeffler e Potting (1942), utilizando como solução extratora o ácido oxálico e sendo expressos os resultados em mg de ácido ascórbico por 100g da amostra. Este método baseia-se na redução do 2,6-diclorofenol pelo ácido ascórbico. A colorimetria fundamenta-se na medição da extensão com que a solução de 2,6-diclorofenol é descolorida pelo ácido ascórbico presente no extrato da amostra e nas soluções padrões de ácido ascórbico. Preparou-se uma curva-padrão da solução padrão de ácido ascórbico, tomando-se 1 a 5mL da amostra, completando-se o volume de 5mL com solução de ácido oxálico a 2%. Adicionou-se a cada tubo 10mL de um corante a base de 2,6-diclorofenol indofenol. Para a leitura do teor de ácido L-ascórbico, tomou-se 3mL do extrato da amostra, alcançando-se o volume de 5mL com ácido oxálico a 2%. Adicionou-se 10mL do corante e fez-se a leitura no espectrofotômetro a 518nm.

Cálculo:

$$\text{mg AC. asc./100g ou mL da amostra} = \frac{\text{Concentração } \acute{\text{a}}\text{c. ascórbico} \times \text{Volume produzido} \times 100}{\text{mL da sol da amostra tomada} \times \text{p/ estimação} \times \text{peso ou volume da amostra tomada}}$$

### 3.4.7 Determinação de compostos fenólicos

Para a determinação dos compostos fenólicos totais foi utilizado o método recomendado pela A.O.A.C. (2000), que envolve a redução do reagente Folin-Dennis, em meio básico, pelo tanino presente na amostra, produzindo uma coloração azul intensa que é medida na região visível. O resultado é expresso em mg de ácido tânico por 100g da amostra. Transferiu-se 5mL da amostra para um balão volumétrico de 100m contendo 75mL de água. Adicionou-se 5mL do reagente de Folin-Dennis, 10mL de uma solução saturada de carbonato de sódio e completou-se com água. Agitou-se bem e fez-se a leitura a 760nm após 30 minutos. Preparou-se uma curva-padrão com alíquotas de 1 a 10mL da solução padrão de ácido tânico.

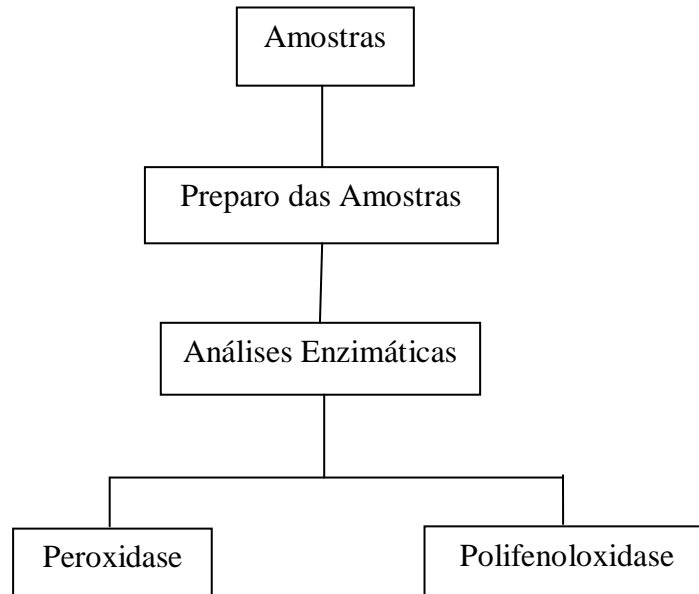
Cálculo:  $C \times 100 / A = \text{ácido tânico em mg/100ml}$

Sendo C = concentração de ácido tânico na amostra correspondente à leitura da curva-padrão e A = volume da amostra em mL.

### 3.4.8 Determinação de proteínas

A quantificação das proteínas foi determinada conforme descrito por Lowry et. al. (1951). A amostra foi mantida a temperatura ambiente por 10min, com 2,5 ml de reagente cupro-alkalino. O reagente cupro-alkalino é constituído da solução A (carbonato de sódio 2% em NaOH 0,1 M) e da solução B (Cu SO<sub>4</sub>. 5H<sub>2</sub>O 0,5% em solução de tartarato de Na e K a 1%) na proporção de 50:1 (v/v), respectivamente. Em seguida foram adicionados 25µl da solução diluída em H<sub>2</sub>O (1:1) de Folin-Ciocalteu, ficando em repouso por 30 min a temperatura ambiente sendo lida a absorbância a 660 nm. A concentração de proteína foi deferida usando curva padrão de soro de albumina bovina (Sigma Chemical CO, St. Louis, MO) nas concentrações de 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 10; 20 e 50 µg. mL<sup>-1</sup>. E os resultados expressos em mg·mL<sup>-1</sup> de extrato bruto.

### 3.5 ANÁLISES ENZIMÁTICAS



**Figura 8:** Fluxograma das análises enzimáticas

#### 3.5.1 Obtenção do extrato bruto da enzima

A polpa do abacaxi maduro foi triturada em liquidificador doméstico da marca Cadence, misturada com tampão fosfato (fosfato monobásico de potássio 0,2 M – fosfato dibásico 0,2 M) pH = 8,0, mantidos resfriados durante a manipulação em banho de gelo. A proporção da mistura (fruto + tampão) foi 1:3. O homogeneizado foi filtrado através de papel de filtro e o extrato centrifugado por 45 minutos a 3.500 g, sob refrigeração a 4°C conforme descrito por KHAN e ROBINSON (1994), na forma relatada por HOLSCHUH (2000). O precipitado foi rejeitado e o sobrenadante (extrato bruto) foi utilizado para a determinação das atividades enzimáticas.

### 3.5.2 Determinação da atividade da peroxidase

A análise da atividade da peroxidase foi realizada conforme metodologia de Khan e Robinson (1994), da maneira descrita por Holschuh (2000). A mistura da reação foi preparada em um tubo de ensaio composta por 2,0mL de tampão citrato-fosfato (ácido cítrico 0,1M fosfato bibásico 0,1M), de pH=6,0, mais 0,4mL de solução de guaiacol 1%, mais 0,5ml da solução de peróxido de hidrogênio 1% e 0,1mL do extrato bruto, completando um total de 3,0mL, contra um branco no qual o peróxido de hidrogênio foi substituído por tampão. O tubo foi levemente agitado e a leitura da atividade feita imediatamente em seguida a 470nm em espectrofotômetro Spectro 500 da marca Wavelength. A atividade da peroxidase da amostra foi medida nos tempos 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos de reação. Para o cálculo da atividade enzimática foram usados os valores que expressam a parte linear da curva de absorbância nos tempos de reação. As leituras foram realizadas em três repetições em triplicata. A unidade (U) foi definida como sendo a alteração em 0,001 unidade de absorbância por ml de extrato enzimático e minuto e a atividade específica da enzima (AE) foi expressa em  $U.mg^{-1}$  de proteína.

### 3.5.3 Determinação da atividade da polifenoloxidase

Para a análise da atividade da polifenoloxidase procedeu-se conforme metodologia de Khan e Robinson (1994), da maneira descrita por Holschuh (2000). A mistura da reação foi preparada em um tubo de ensaio contendo 1,3mL de tampão fosfato-fosfato 0,2M, de pH=8,0, mais 1,2mL de solução de catecol 0,4% e 0,5mL do extrato bruto, completando um total de 3,0mL, contra um branco. O tubo foi levemente agitado e a leitura da atividade feita imediatamente em seguida a 420nm em espectrofotômetro Spectro 500 da marca Wavelength. A atividade da polifenoloxidase da amostra foi medida nos tempos 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos de reação. Para o cálculo da atividade enzimática foram usados os valores que expressam a parte linear da curva de absorbância nos tempos de reação. As leituras foram realizadas em três repetições em triplicata. A unidade (U) foi definida como sendo a alteração em 0,001 unidade de absorbância por mL e minuto de extrato enzimático e a atividade específica da enzima (AE) foi expressa em  $U.mg^{-1}$  de proteína.

### 3.5.4 Determinação da temperatura e do pH ótimos

Usando o planejamento experimental (RODRIGUES, 2005) foi analisada influência da temperatura e do pH na atividade da peroxidase foi analisada no intervalo de 30 a 70°C, com intervalo de 10°C e pH 4,5 a 6,0, com intervalo de 0,5 unidades de pH, ocorrendo as reações em soluções tampão com pH e temperatura, conforme planejamento indicado na tabela seguir (Tabela 2). O controle das temperaturas foi feito utilizando-se um banho com circulação de água. O delineamento experimental composto rotacional para determinação do pH e Temperatura ótimos serviu-se de um fatorial completo  $2^2$ , incluindo os pontos axiais e pontos centrais (em triplicata) para avaliação do erro puro e adotando um modelo codificado de 2ª ordem apresentando a seguinte equação:

$$AE (pH \times T) = \beta_0 + \beta_1 \cdot pH + \beta_{11} \cdot pH^2 + \beta_2 \cdot T + \beta_{22} \cdot T^2 + \beta_{12} \cdot pH \cdot T$$

Onde: AE = atividade enzimática, que corresponde a variável dependente, ou seja, a resposta;

$\beta_0, \beta_1, \beta_{11}, \beta_2, \beta_{22}, \beta_{12}$ , representam os valores a serem estimados.

**Tabela 2** – Planejamento fatorial, valores codificados e reais das variáveis estudadas (pH e Temperatura)

Análises	pH	Temperatura	pH	Temperatura
	*	(°C) *		(°C)
	Valores codificados		Valores reais	
1	-1	-1	5,0	40
2	1	-1	6,0	40
3	-1	1	5,0	60
4	1	1	6,0	60
5	-1,41	0	4,5	50
6	1,41	0	6,5	50
7	0	-1,41	5,5	30
8	0	1,41	5,5	70
9	0	0	5,5	50
10	0	0	5,5	50
11	0	0	5,5	50
1	-1	-1	5,0	40
2	1	-1	6,0	40
3	-1	1	5,0	60
4	1	1	6,0	60
5	-1,41	0	4,5	50
6	1,41	0	6,5	50
7	0	-1,41	5,5	30
8	0	1,41	5,5	70
9	0	0	5,5	50
10	0	0	5,5	50
11	0	0	5,5	50
1	-1	-1	5,0	40
2	1	-1	6,0	40
3	-1	1	5,0	60
4	1	1	6,0	60
5	-1,41	0	4,5	50
6	1,41	0	6,5	50
7	0	-1,41	5,5	30
8	0	1,41	5,5	70
9	0	0	5,5	50
10	0	0	5,5	50
11	0	0	5,5	50

\* Os valores codificados para pH e temperatura correspondem ao planejamento estatístico.

### 3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises estatísticas dos resultados dos componentes químicos foram realizadas através de análise de variância e teste de Tukey com significância ao nível de 5% ( $p < 0,05$ ).

Para a análise do planejamento experimental, uma análise de superfície de resposta em relação à interação de pH e temperatura na atividade enzimática, e do tempo e da temperatura de inativação foram realizados os testes de Shapiro Wilk e o teste de Bartlett, a fim de verificar se os dados apresentavam distribuição normal e se tinham homocedasticidade, utilizando o programa STATISTICA 7.0 (2004).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 POLIFENOLOXIDASE

A atividade da polifenoloxidase no extrato bruto dos abacaxis Pérola e MD-2 não foram detectadas. Resultado este que está de acordo com o obtido por DAS et. al. (1997), que não confirmaram atividade de polifenoloxidase no extrato bruto de abacaxi.

Teisson et. al. já em 1979, analisando abacaxis Smooth Cayenne, acerca do escurecimento interno, desordem fisiológica que pode aparecer no armazenamento refrigerado prolongado de abacaxis, encontraram atividade de polifenoloxidase apenas em frutas com escurecimento interno, mas não em frutas sadias. De modo que o aparecimento de uma atividade de polifenoloxidase poderia servir como indicador de início de degradação. A atividade da peroxidase, contudo, foi praticamente igual em frutas sadias e em frutas com escurecimento.

## 4.2 ARTIGO

Escrito segundo as normas do Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos

### **Comparação de componentes químicos e da atividade da Peroxidase em abacaxi MD-2 e Pérola**

O abacaxi é uma fruta muito apreciada como fruta fresca. Sua composição química, no entanto, apresenta grande variação, principalmente entre cultivares distintas. Neste trabalho foram avaliados o teor de alguns componentes químicos e a atividade da peroxidase nos abacaxis MD-2 e Pérola maduros, comparando-os. Os componentes químicos das duas cultivares analisadas demonstraram que, estatisticamente, os teores de Sólidos Solúveis e Acidez Total Titulável apresentaram valores maiores em abacaxis MD-2 que em abacaxis Pérola; possivelmente, a razão destes últimos serem mais apreciados como fruta fresca pela população local, enquanto os abacaxis MD-2 são mais aceito para fins de exportação. As condições ótimas de pH e temperatura para a atividade da peroxidase de abacaxis MD-2 foram pH 5,0 a 40°C e as menos favoráveis encontrados neste estudo forma pH. Em abacaxis Pérola as condições ótimas registradas foram 50°C e pH 5,5 e as menos favoráveis 40°C e pH 6,0. À temperatura de 30°C a atividade específica registrada foi 3,69 e 3,92 U·mg Proteína<sup>-1</sup> para os abacaxis MD-2 e Pérola, respectivamente. O pH 3,23 natural do MD-2 e o pH 3,59 do Pérola foram estatisticamente diferentes entre os cultivares, taninos não diferiram e o teor de ácido L-ascórbico foi significativamente superior em abacaxis Pérola. Mesmo assim, a atividade registrada da peroxidase foi significativamente maior no Pérola, que no MD-2, sendo, portanto o MD-2 menos sujeito à ação deterioradora desta enzima.

**Palavras-chave:** Abacaxi; Cultivares MD2 e Pérola; Composição; Fruta fresca; Peroxidase

### **Introdução**

Abacaxi como fruta fresca deve seu alto grau de aceitação ao seu equilíbrio de sabor doce-ácido e sua suculência refrescante (PINHEIRO et. al. 2000). Thé (2007) destaca os açúcares por conferirem alto valor energético e justifica o alto valor nutritivo pela presença de sais minerais (fósforo, cálcio, magnésio, potássio, sódio, cobre e iodo) e vitaminas (A, C, B1, B2,

e niacina). A qualidade nutricional e a qualidade organoléptica sofrem influência negativa na pós-colheita pela ação de óxido-redutases, principalmente a peroxidase, causando alterações nutricionais, do sabor e da coloração da polpa, pela oxidação de substâncias fenólicas e a conseqüente condensação desses óxidos, formando melanoidinas, com ou sem reações adicionais com proteínas ou aminoácidos. Escurecimento enzimático na exportação de abacaxi, envolvendo transporte refrigerado e posterior distribuição no mercado consumidor a temperaturas em torno dos 20°C, é fato conhecido há bastante tempo (TEISSON et. al., 1979). Os mesmos autores encontraram atividade da peroxidase tanto em abacaxis “Cayenne” frescos, em frutos que apresentaram escurecimento interno; atividade da polifenoloxidase, no entanto, foi encontrada pelos autores apenas em frutos com início de escurecimento interno, após armazenamento refrigerado. Os autores relataram que temperaturas de 20°C foram suficientemente baixas para induzirem o escurecimento, como também suficientemente altas para desenvolvê-lo. As atividades de óxido-redutase também são importantes na industrialização de abacaxis, pelos mesmos motivos acima citados, além da extração dessas enzimas de resíduos industriais propiciarem renda adicional à indústria, já que o Brasil importa quase todas as enzimas usadas na indústria nacional, alimentícia ou não.

Em função da demanda mundial por enzimas estima-se um mercado de aproximadamente US\$ 2,5 bilhões anuais. Atualmente as pectinases correspondem a aproximadamente 25% do mercado mundial de enzimas (MACÁRIO et al. 2009, MILETIC et al. 2009).

Ananas comosus é considerado o representante mais expressivo da família Bromeliaceae. Cultivado nas regiões tropicais e subtropicais em todo o mundo tanto para consumo local como exportação, ocupa a terceira posição na produção mundial de frutas tropicais, precedida pela banana e cítricos (URIZA AVILA, 2005). De acordo com Pinheiro et. al. (2000), o abacaxi (*Ananas comosus L.*) é uma infrutescência, isto é, um fruto composto, muito apreciado devido suas qualidades sensoriais e nutricionais. As características de aroma e sabor desta fruta resultam da combinação de açúcares e de ácidos.

O Brasil encontra-se entre os três maiores produtores mundiais de abacaxi, estando o estado da Paraíba em primeiro lugar nacional, seguido do Pará e Minas Gerais (FAO, 2010; IBGE, 2011).

O abacaxi Pérola é a cultivar predominante na região semi-árida brasileira, caracterizada por plantas vigorosas e folhas com espinhos nas bordas. Seu fruto apresenta casca verde ou amarelada quando totalmente maduro, polpa branca, succulenta e agradável ao paladar (CABRAL, 2009).

A cultivar MD-2, híbrido desenvolvido pela Del Monte Produtos Frescos International Inc., destaca-se no que se refere à exportação (MORGAN E THOMPSON, 2000; REBOLLEDO-MARTINEZ et. al., 2005). Caracteriza-se por produzir plantas vigorosas, folhas sem espinhos, com casca e polpa amarela, rico em açúcar, com menor acidez e maior vida útil pós-colheita (BARREIRO NETO et. al., 2007).

O objetivo deste trabalho foi determinar o teor de componentes químicos e a atividade da peroxidase na polpa madura de duas cultivares de abacaxi, MD-2 e Pérola, comparando os parâmetros analisados.

## **Material e Métodos**

### **1 Local das análises**

As análises foram realizadas no Laboratório de Bioquímica de Alimentos do Centro de Tecnologia do campus I da Universidade Federal da Paraíba, cidade de João Pessoa, Paraíba.

### **2 Matéria-prima**

Abacaxis maduros dos cultivares MD-2 e Pérola, oriundos da Fazenda Santa Terezinha Ltda., localizada no litoral norte paraibano, no município de Mamanguape, a 62 Km de João Pessoa, capital da Paraíba constituíram a matéria prima desse estudo.

### **3 Preparo das amostras**

As frutas foram lavadas, higienizadas em solução de hipoclorito de sódio e descascadas manualmente; a polpa foi triturada e homogeneizada em liquidificador caseiro da marca “Cadence” e reservada sob refrigeração para as análises subseqüentes.

Para as análises enzimáticas, a polpa dos abacaxis maduros foi triturada em tampão fosfato 0,2 M, pH = 8,0, na proporção da mistura (fruto : tampão) de 1:3, usando liquidificador doméstico da marca Cadence. O homogeneizado foi filtrado através de papel de filtro e o extrato centrifugado por 45 minutos a 3.500 g a 4°C, (KHAN e ROBINSON (1994), HOLSCHUH (2000)). O precipitado foi rejeitado e o sobrenadante, designado extrato bruto, utilizado para a determinação das atividades enzimáticas.

#### **4 Metodologias das análises**

O pH, sólidos solúveis, acidez total titulável e compostos fenólicos totais foram determinadas conforme metodologia recomendada pela A.O.A.C. (2000). A relação sólidos solúveis (°Brix) e acidez total titulável foi calculada a partir dos resultados das médias. Açúcares redutores e açúcares totais foram feitos utilizando-se a técnica de Somogy, adaptada por Nelson (NELSON, 1944). Ácido L-ascórbico foi determinado por método colorimétrico conforme metodologia de Loeffler e Pontig (1942) e proteínas conforme Lowry et. al. (1951).

A análise da atividade da POD foi realizada conforme metodologia de Khan e Robinson (1994), da maneira descrita por Holschuh (2000). A mistura reativa de 3 mL foi composta por 2,0mL de tampão citrato-fosfato 0,1M, de pH=6,0, 0,4mL de solução de guaiacol a 1%, 0,5mL da solução de peróxido de hidrogênio a 1% e 0,1mL do extrato bruto, contra um branco no qual o peróxido de hidrogênio foi substituído por tampão. A leitura da atividade (aumento da densidade ótica) foi realizada a 470nm em espectrofotômetro Spectro 500 da marca Wavelength. A parte linear da curva de absorvância foi usada no cálculo da atividade. A unidade (U) de atividade da peroxidase foi definida como sendo o aumento em 0,001 unidades de absorvância por mL de extrato enzimático e minuto de reação e a atividade específica da enzima (AE) foi expressa em  $U \cdot mg^{-1}$  de proteína.

#### **Análise estatística**

O delineamento estatístico adotado para todas as análises foi realizado em blocos casualizados com três repetições cada uma em triplicata, utilizando-se 60 frutas para as análises. Nas análises dos componentes químicos foi aplicada Análise de Variância - ANOVA, aplicando Teste de Tukey quando requerido. As análises de superfície de resposta para o binômio pH e temperatura na determinação das condições ótimas de reação da POD de ambos os cultivares foram realizadas utilizando-se o programa STATISTICA 7.0 (2004).

#### **Resultados e Discussão**

Os resultados da composição físico-química e da atividade específica da peroxidase das polpas de abacaxi MD-2 e Pérola encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1** - Valores médios e desvio padrão das características físico-químicas da polpa de abacaxi das cultivares Pérola e MD-2

<b>Composição</b>	<b>Abacaxi MD-2</b>	<b>Abacaxi Pérola</b>
pH	3,23 ± 0,01 <sup>b</sup>	3,59±0,02 <sup>a</sup>
Sólidos solúveis totais (°Brix)	17,13 ± 0,10 <sup>a</sup>	16,11± 0,07 <sup>b</sup>
Acidez total titulável (g.100g <sup>-1</sup> )*	0,54 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,49 ± 0,01 <sup>b</sup>
SS/ATT	30,90 ± 0,03 <sup>b</sup>	33,02± 0,01 <sup>a</sup>
Açúcar total (g.100g <sup>-1</sup> )	9,76 ± 0,32 <sup>b</sup>	10,70± 0,22 <sup>a</sup>
Açúcar redutor(g.100g <sup>-1</sup> )	2,78 ± 0,05 <sup>b</sup>	3,41 ± 0,09 <sup>a</sup>
Açúcar não-redutor(g.100g <sup>-1</sup> )	6,97 ± 0,23 <sup>b</sup>	7,28 ± 0,28 <sup>a</sup>
Proteínas (g.100g <sup>-1</sup> )	1,15 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,72 ± 0,03 <sup>a</sup>
Taninos (g.100g <sup>-1</sup> )	0,17 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,18 ± 0,01 <sup>a</sup>
Ác. L-ascórbico (mg.100g <sup>-1</sup> )	23,83 ± 0,53 <sup>b</sup>	29,55± 0,55 <sup>a</sup>
Peroxidase (AE (U/mgPtn). 10 <sup>3</sup> )	2,11 ± 0,06 <sup>b</sup>	3,54 ± 0,22 <sup>a</sup>

\*Acidez expressa em ácido cítrico.

\*\*Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferiram entre si (p<0,05).

As análises dos componentes químicos das duas cultivares demonstraram que, estatisticamente, as análises de sólidos solúveis (SS) apresentaram valores maiores para o abacaxi MD-2 (17,13 °Brix) que para o abacaxi Pérola (16,11 °Brix), o mesmo aconteceu com a acidez titulável, MD-2 (0,54 g.100g<sup>-1</sup>) e Pérola (0,49 g.100g<sup>-1</sup>), resultando em relação SS e ATT mais favorável para o cultivar Pérola, organolépticamente menos ácido. Lima (2011) obteve valores médios de acidez titulável em abacaxi das variedades Pérola e MD-2 cultivados sob manejo convencional os valores de 0,65 e 0,85, respectivamente, valores estes superiores aos encontrados nesta pesquisa. Abílio et. al. (2009) encontraram pH para a variedade MD-2 (3,70) e Pérola (3,70) valores estes superiores para as mesmas variedades nesse trabalho.

O teor em ácido L-ascórbico (29,55 mg.100g<sup>-1</sup>) mostrou-se mais alto que o apresentado pelo MD-2 (23,83 mg.100g<sup>-1</sup>).

Açúcares totais, redutores e não-redutores mais altos do abacaxi Pérola contribuem para a maior preferência da população local por essa variedade, enquanto a fruta mais ácida como o MD-2 tem maior apreciação no exterior.

Ocorrendo o mesmo para os valores de açúcares totais e açúcares redutores. Para os demais parâmetros analisados, os resultados apresentados pelos mesmos autores, foram semelhantes aos dessa pesquisa.

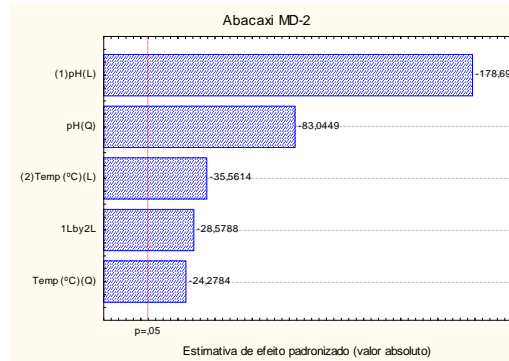
O planejamento experimental e sua codificação para análises da influência do pH e da temperatura ótimas da peroxidase e a codificação dos níveis das variáveis independentes constam da Tabela 2. A codificação foi necessária para eliminar a influência da grandeza numérica dessas variáveis nos resultados, principalmente quando a diferença for muito grande (RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F., 2005).

**Tabela 2** - Planejamento experimental, codificação das variáveis independentes e resultados das atividades específicas da POD dos abacaxis MD-2 e Pérola.

Análises	Valores codificados		Valores reais		Atividade Específica (médias)	
	pH	Temperatura	pH	Temperatura °C	MD-2	Pérola
1	1	-1	5,0	40	4,61	2,80
2	1	-1	6,0	40	3,26	1,42
3	-1	1	5,0	60	4,48	3,74
4	1	1	6,0	60	2,47	2,95
5	-1,41	0	4,5	50	3,91	4,99
6	1,41	0	6,5	50	2,16	1,73
7	0	-1,41	5,5	30	3,69	3,92
8	0	1,41	5,5	70	3,52	2,20
9	0	0	5,5	50	4,03	5,68
10	0	0	5,5	50	4,03	5,62
11	0	0	5,5	50	4,05	5,62

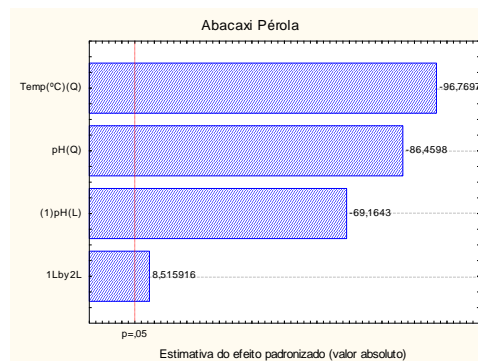
O Gráfico de Pareto (Figura 1) demonstra os efeitos das Variáveis Independentes, pH e Temperatura e das suas interações na atividade da peroxidase do cultivar MD-2. O maior efeito foi o linear da variável independente pH, seguido pelo seu efeito quadrático. A temperatura (efeito linear), interação de temperatura e pH (efeito linear) e a interação quadrática da temperatura também foram significativos, sendo todos inversamente proporcionais (Figura 1).

**Figura 1** - Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados da variável: atividade específica da POD do abacaxi MD-2



No abacaxi Pérola, o efeito que mais influenciou a AE foi a temperatura, sendo esta relação inversamente proporcional. Como se trata de um efeito quadrático negativo entende-se que a concavidade da superfície de resposta será voltada para baixo, indicando que a temperatura ótima encontrada seja a máxima temperatura testada. O mesmo raciocínio pode ser aplicado ao pH, mas, em uma intensidade menor. (Figura 2)

**Figura 2** - Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados da variável: atividade específica da POD do abacaxi Pérola



Uma análise de variância foi conduzida para determinar os efeitos significativos das variáveis do processo para a resposta analisada. Eliminando os fatores não significativos, verificou-se a significância da regressão e insignificância da falta de ajuste em relação a 95% de confiança ( $p < 0,05$ ), pelo teste F, conforme apresentado no Anexo 1.

O modelo escolhido ajustou-se muito bem aos dados experimentais, podendo ser utilizado para fins preditivos, dentro da faixa das variáveis independentes estudadas, em função da não significância estatística da falta de ajuste.

Os valores dos coeficientes de regressão obtidos para a resposta estudada estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3** - Coeficientes de regressão do modelo estatístico para atividade específica da POD dos abacaxis MD-2 e Pérola

Coeficientes	MD-2	Pérola
$\beta_0$	4,03512	5,64186
$\beta_1$	-1,46122	-1,69670
$\beta_{11}$	0,81031	-2,53088
$\beta_2$	-0,29079	ns
$\beta_{22}$	-0,23690	-2,83268
$\beta_{12}$	-0,33000	0,29500

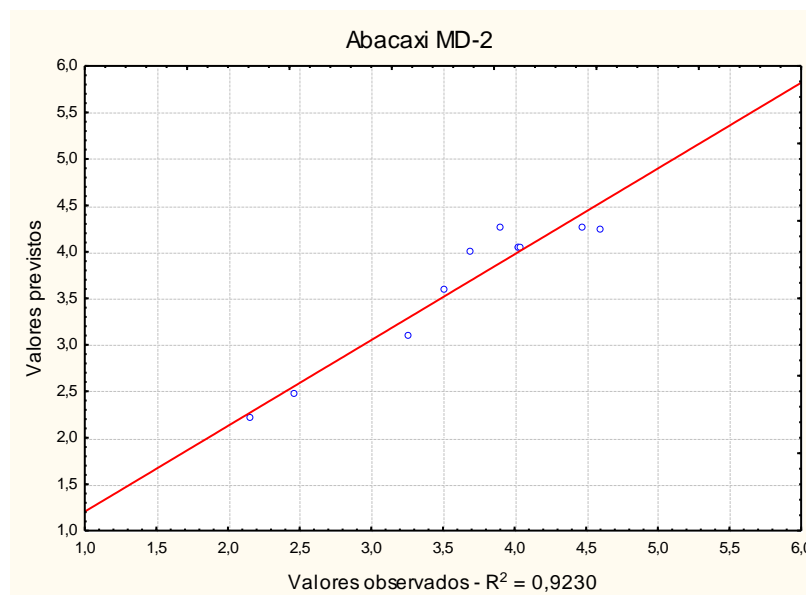
ns: não-significativo ( $>0,05$ )

$$AE (pH \times T) = \beta_0 + \beta_1 \cdot pH + \beta_{11} \cdot pH^2 + \beta_2 \cdot T + \beta_{22} \cdot T^2 + \beta_{12} \cdot pH \cdot T$$

Onde: AE = atividade enzimática, que corresponde a variável dependente, ou seja, a resposta;  $\beta_0, \beta_1, \beta_{11}, \beta_2, \beta_{22}, \beta_{12}$ , representam os valores a serem estimados.

A Figura 3 expressa a relação entre os valores calculados (linha de regressão) e os valores reais encontrados para o abacaxi MD-2

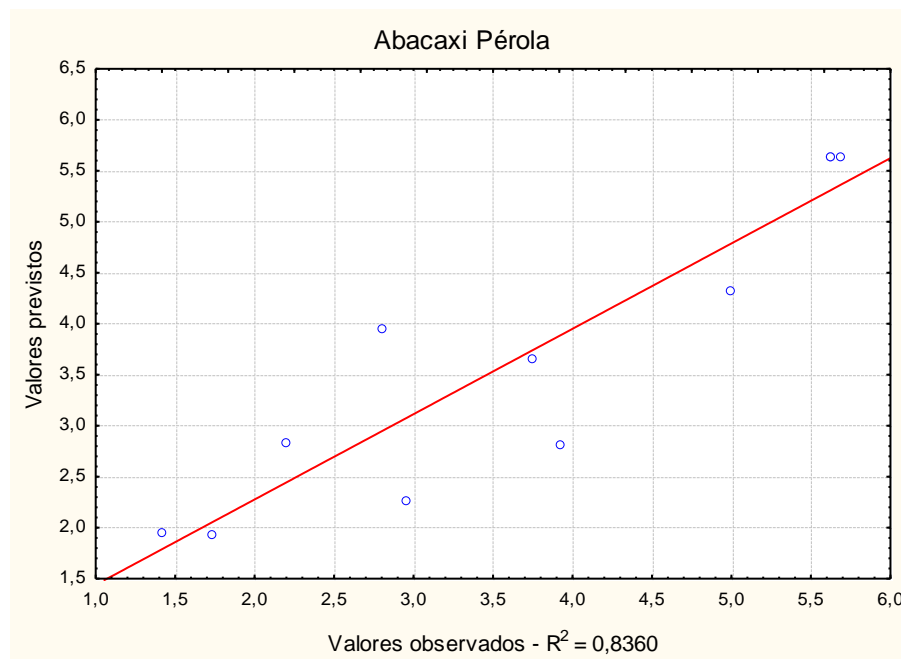
**Figura 3** - Valores previstos x valores observados da variável: atividade específica da POD do abacaxi MD-2



A pequena dispersão dos resultados reais em relação à regressão é representado pelo  $R^2=0,9230$ , confirmando que o modelo escolhido ajustou-se muito bem aos dados experimentais (Anexo 1).

A Figura 4 expressa a relação entre os valores calculados (linha de regressão) e os valores reais encontrados para o abacaxi Pérola.

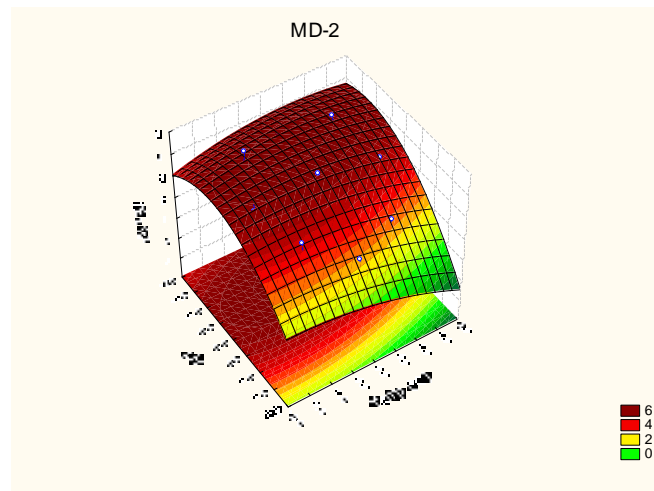
**Figura 4** - Valores previstos x valores observados da variável: atividade específica da POD do abacaxi Pérola



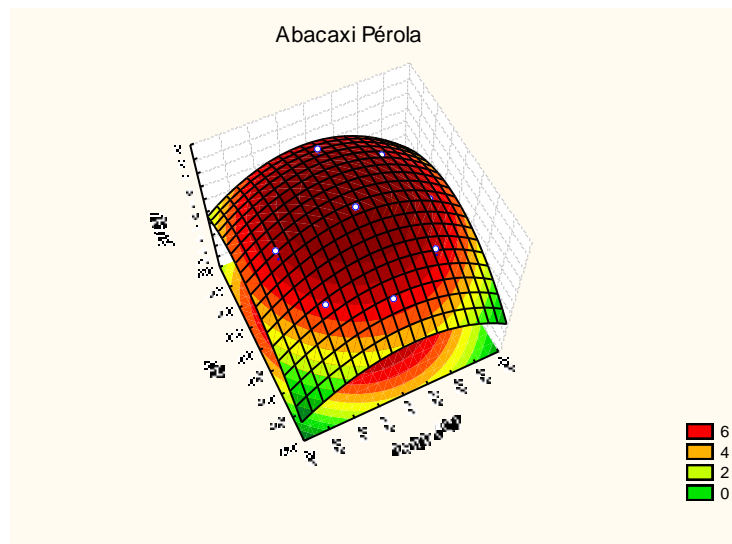
Nota-se maior dispersão dos dados experimentais ( $R^2 = 0,8369$ ) para este cultivar, em comparação com o MD-2, no entanto não compromete a capacidade de predição do modelo estatístico, devido à simetria na dispersão que atenua o menor ajuste do modelo (Anexo 1).

As Figuras 5 e 6 expressam o relacionamento entre as variáveis independentes, pH e temperatura, e seus níveis estudados na atividade específica da peroxidase dos abacaxis MD-2 e Pérola, respectivamente. As Figuras 7 e 8 mostram as curvas de contorno, respectivos às Figuras 5 e 6.

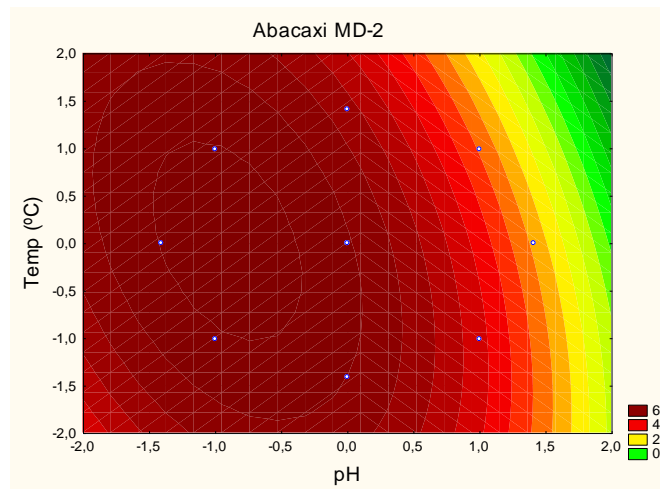
**Figura 5** - Superfície de resposta da influência da Temperatura e do pH na atividade da POD no abacaxi MD-2 ( $AE \times 10^3$ )



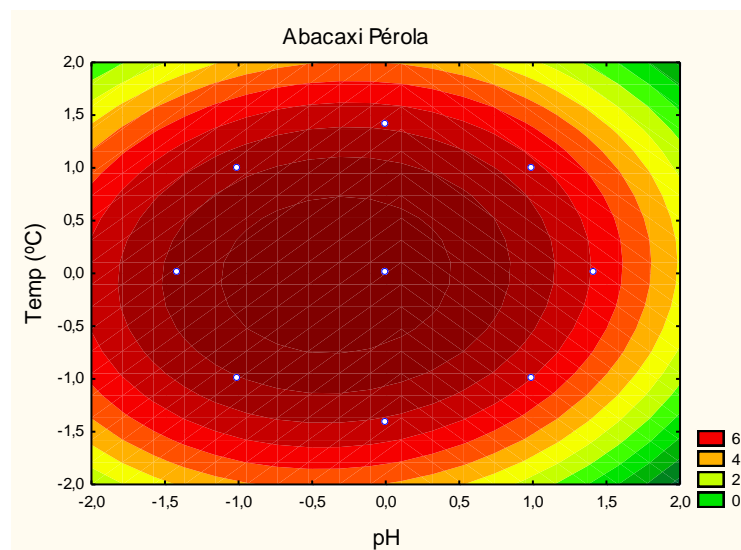
**Figura 6** - Superfície de resposta da influência da Temperatura e do pH na atividade da POD no abacaxi Pérola ( $AE \times 10^3$ )



**Figura 7** - Curvas de contorno para influência da Temperatura e do pH na atividade da POD do abacaxi MD-2



**Figura 8** - Curvas de contorno para influência da Temperatura e do pH na atividade da POD do abacaxi Pérola



Valores ótimos de AE são obtidos quando se trabalha com valores de pH inferiores ao ponto central, independentemente dos valores de temperatura adotados, dentro da faixa estudada.

No abacaxi MD-2, a atividade máxima da peroxidase foi maior em tampão fosfato pH 5,0 à temperatura de 40°C. E a atividade mínima foi obtida em tampão fosfato pH 6,5 à temperatura de 50°C.

Valores ótimos de AE são obtidos quando se trabalha com ambas as variáveis independentes no ponto central.

Na cultivar Pérola a maior atividade da peroxidase foi obtida em tampão fosfato pH 5,5 à temperatura de 50 °C. E a atividade mínima encontrada nas condições deste estudo foi em tampão fosfato pH 6,0 à temperatura de 40°C.

## **Conclusão**

As análises dos componentes químicos das duas cultivares analisadas demonstraram que, estatisticamente, os teores de Sólidos Solúveis e Acidez Total Titulável apresentaram valores maiores para o abacaxi MD-2 que para o abacaxi Pérola. Na variedade Pérola, os valores para pH, relação Sólidos Solúveis ÷ Acidez Total Titulável, açúcares, proteínas e ácido L-ascórbico, se mostraram maiores que para o abacaxi MD-2. Possivelmente, por essa razão o abacaxi Pérola tem maior aceitação como fruta fresca pela população local, enquanto o abacaxi MD-2 é mais aceito para fins de exportação.

As condições ótimas para a atividade da peroxidase do abacaxi MD-2 foram encontradas à temperatura de 40°C em pH 5,0; as condições menos favoráveis à atividade da peroxidase foram registrados à 50°C e pH 6,5. Condições estas acima das condições de armazenamento à temperatura ambiente (30°C) e pH natural da fruta que foi 3,23; portanto, a fruta fresca nestas condições de armazenagem possivelmente não sofrerá a ação desta enzima.

Para o abacaxi Pérola, as condições ótimas para a atividade da peroxidase foram encontradas à temperatura de 50°C e pH 5,5; e as condições menos favoráveis à atividade da peroxidase foram encontradas à temperatura de 40°C e pH 6,0; condições semelhantes ao abacaxi MD-2.

À temperatura de 30°C e pH 5,5, as duas variedades demonstraram atividade específica semelhante, 3,69 e 3,92 unidades por miligrama de proteína para os abacaxis MD-2 e Pérola, respectivamente (Tabela 2), apesar do teor de ácido L-ascórbico, antioxidante natural, ter sido significativamente menor no abacaxi MD-2 (Tabela 1).

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem aos proprietários da Fazenda Santa Terezinha e, em especial, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro durante todo o desenvolvimento do projeto.

## **Abstract**

### **Comparison of chemical components and Peroxidase activity in pineapple MD-2 and Pearl**

Pineapple is a fruit much appreciated as fresh fruit. Its chemical composition, however, varies widely, particularly between different cultivars. This study evaluated the content of some chemical components and peroxidase activity in the MD-2 pineapples and ripe Pearl, comparing them. The chemical components of two cultivars analyzed showed that, statistically, the Soluble Solids and Titratable Total Acidity showed higher values than MD-2 pineapples in Pearl, possibly due to the latter being more appreciated as fresh fruit by the local population, while the MD-2 pineapples are more accepted for export. The optimum pH and temperature for the peroxidase activity of MD-2 pineapples were pH 5.0 at 40 ° C and less favorable pH found in this study form. In pineapples Pearl optimal conditions recorded were 50 ° C and pH 5.5 and less favorable 40 ° C and pH 6.0. At 30 ° C the specific activity was recorded • 3.69 and 3.92 U mg protein-1 for pineapples and Pearl MD-2, respectively. The natural pH of 3.23 MD-2 and 3.59 pH of Pearl were statistically different between the cultivars did not differ tannins and content of L-ascorbic acid was significantly higher in Pearl pineapples. Even so, the recorded activity of peroxidase was significantly higher in Pearl, that the MD-2 and therefore the MD-2 deterioradora less subject to the action of this enzyme.

**Key-words:** Pineapple; MD2 Cultivars and Pearl; Composition; Fresh fruit; Peroxidase.

**Anexo 1 - Análise de variância para atividade específica da POD dos abacaxis MD-2 e Pérola**

<b>Fonte de Variação</b>	<b>SQ</b>	<b>GL</b>	<b>MQ</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>F<sub>t</sub></b>
<b>MD-2</b>					
Regressão	5,5333	5	1,1066	12,16	5,05
Resíduo	0,4550	5	0,0910	-	-
Falta de ajuste	0,4547	3	0,1516	1,67	5,41ns
Total	6,4430	10	-	-	R <sup>2</sup> = 0,9230
<b>Pérola</b>					
Regressão	26,0353	5	5,2071	6,21	5,05
Resíduo	4,192501	5	0,8385		
Falta de ajuste	4,190101	3	1,3967	1,67	5,41ns
Total	34,417927	10	-		R <sup>2</sup> = 0,8369

ns = não significativo

### Referências

ABÍLIO, G. Y. M. F., HOLSCHUH, H. J., BORA, P. S., OLIVEIRA, E. F. Extração, atividade da bromelina e análise de alguns parâmetros químicos em cultivares de abacaxi. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 31, n. 4, p. 1117-1121, Dezembro 2009.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis: method 942.15 acidity (titratable) of fruit products, glass electrode method. Washigton, DC, 2000. p. 11.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis: method 932.12 solids (soluble) in fruits and fruit products, refractometer method. Washigton, DC, 2000. p. 06.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis: method 942.15 acidity (titratable) of fruit products, indicator method. Washigton, DC, 2000. p. 10.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis: method 952.03 tannin in distilled liquors, spectrophotometric method. Washington, DC, 2000. p. 16.

BARREIRO NETO, M.; LACERDA, J.F. de; CARVALHO, R.A.; OLIVEIRA, E.F. de. Paraíba-Rubi: cultivar de abacaxi resistente à fusariose. João Pessoa, PB: Emepa, 2007. 4p.

CABRAL, J.R.S. et al. Imperial, a new pineapple cultivar resistant to fusariosis. *Acta Horticulturae*, The Hague, v.822, p.47-50, 2009.

FAO. Food and Agriculture Organization. Produção mundial de frutos, 2010. Atualizado em 16/12/2009.

Disponível: [http://www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/Abacaxi\\_Mundo\\_2008.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/Abacaxi_Mundo_2008.pdf). Acesso em: 18 abril 2012.

HOLSCHUH, H.J. Isolamento, purificação e caracterização bioquímica da peroxidase de carambola (*Averrhoa carambola*, L.), p. 90-159, 2000. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE, Rio de Janeiro). Levantamento sistemático da produção agropecuária. Rio de Janeiro, RJ, Abril, 2011.

KHAN, A.A., ROBSON, D.S. Hydrogen donor specificity of mango isoperoxidases. *Food Chemistry*, v. 49, n. 4, p. 407-410, 1994.

LIMA, A. B. Qualidade e conservação pós-colheita de abacaxis ‘pérola’ e ‘md2’ sob manejo orgânico e convencional na agricultura familiar. [Tese de Doutorado]. Areia. Universidade Federal da Paraíba. 2011.

LOEFFLER, J.H. and PONTIG, J.D. *Ind. Eng. Chem., Anal. Ed.* 14; p. 846, 1942.

LOWRY, O.H., ROSEBROUCH, N.J., FARR, A.L., RANDALL, R.J. Protein measurement with the folin-phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193:265-75, 1951.

MACÁRIO, A.; MOLINER, M.; CORMA, A.; GIORDANO, G. Increasing stability and productivity of lipase enzyme by encapsulation in a porous organic-inorganic system. *Microporous Mesoporous Materials*, Norway, v. 118, n. 1-3, p. 334-340, 2009.

MILETIC, N.; VUKOVI, Z.; NASTOSOVI, A.; LOOS, K. Macroporous poly(glycidyl methacrylate-ethylene glycol dimethacrylate) resins-versatile immobilization supports for biocatalysts, *Journal of the Molecular Catalysis. B*, Netherlands, v. 56, n. 1, p. 196-201, 2009.

MORGAN, T.; THOMPSON, T. Del monte mixes and matches Costa Rican products. *America fruit*, v.3, p. 45-47.2000.

NELSON, N.A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. *J. Biol. Chem.*, v. 135, p. 136-175, 1944.

PINHEIRO, A.C.M.; VILAS-BOAS, E.V.B.; LIMA, L.C.O.; LIMA, L. Influência do CaCl<sub>2</sub> sobre a qualidade pós-colheita de abacaxi pérola (*Ananas comosus (L.) Merrill*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza. Resumos: Fortaleza: SBCTA, 2000. v. 1, 3.162p.

REBOLLEDO-MARTÍNEZ, L., URIZA, D.E., REBOLLEDO-MARTÍNEZ, A., ZÁGADA, G. Slip production of MD-2 hybrid pineapple by three methods: gaullin, leaf pruning and a growth regulator. 2005. *Acta Hort.* 666, 277–285.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos. 1ª Ed., Campinas,SP: Casa do Pão Editora, 2005.

STATSOFT. Statistica for windows, Tulsa, USA, 2004.

C. TEISSON, MARTIN-PRÉVEL et J. MARCHAL. Le brunissement interne de l'ananas. IV Approche biochimique du phénomène. *Fruits* – vol. 34, n° 5, p. 329-339, 1979.

THÉ, P.M.P. Quais as propriedades medicinais do abacaxi? *Revista Ciência Hoje*, Fortaleza, v. 39, n. 4, p. 200-229, 2007.

URIZA AVILA, D. IV International Pineapple Symposium Foreword and Preface. 2005. *Acta. Hort.* 666.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✓ As análises dos componentes químicos das duas cultivares analisadas demonstraram que, estatisticamente, os teores de Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total Titulável apresentaram valores maiores para o abacaxi MD-2 que para o abacaxi Pérola.
- ✓ Na variedade Pérola, os valores para pH, relação Sólidos Solúveis Totais/Acidez Total, açúcares, proteínas e ácido L-ascórbico, se mostraram maiores que para o abacaxi MD-2. Possivelmente, por essa razão o abacaxi Pérola tem maior aceitação como fruta in natura pela população local.
- ✓ A atividade da polifenoloxidase no extrato bruto dos abacaxis Pérola e MD-2 não foi detectada. Resultado este encontrado também por outros pesquisadores.

## REFERÊNCIAS

ABBOT, J. “Quality measurement of fruits and vegetables.” *Postharvest Biology and Technology*, 15: 207-225, 1999.

ABÍLIO, G. Y. M. F., HOLSCHUH, H. J., BORA, P. S., OLIVEIRA, E. F. Extração, atividade da bromelina e análise de alguns parâmetros químicos em cultivares de abacaxi. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 4, p. 1117-1121, Dezembro 2009.

ANGUITA, G.; MARTÍN, R.; GARCÍA, T.; MORALES, P.; HAZA, A.I.; GOZÁLEZ, I., SANZ, B.; HERNÁNDEZ, P.E. A competitive enzyme-linked immunosorbent assay for detection of bovine milk in ovine and caprine milk and cheese using a monoclonal antibody against bovine-casein. **Journal of Food Protection**, v. 60, n. 1, p. 64-66, 1997.

ARNAO, M.B.; CANO, A.; HERNÁNDEZ-RUIZ, J.; GARCÍA-CÁNOVAS, F.; ACOSTA, M. Inhibition by L-ascorbic acid and other antioxidants of the 2-2'-azido-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) oxidation catalyzed by peroxidase: A new approach for determining total antioxidant status of foods. **Analytical Biochemistry**, v. 236, n. 2, p. 255-261, 1996.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**: method 942.15 acidity (titratable) of fruit products, glass electrode method. Washigton, DC, 2000. p. 11.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**: method 932.12 solids (soluble) in fruits and fruit products, refractometer method. Washigton, DC, 2000. p. 06.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**: method 942.15 acidity (titratable) of fruit products, indicator method. Washigton, DC, 2000. p. 10.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**: method 952.03 tannin in distilled liquors, spectrophotometric method. Washigton, DC, 2000. p. 16.

BARREIRO NETO, M.; LACERDA, J.F. de; CARVALHO, R.A.; OLIVEIRA, E.F. de. Paraíba-Rubi: cultivar de abacaxi resistente à fusariose. João Pessoa, PB: Emepa, 2007. 4p.

BARREIRO NETO, M.; LACERDA, J.T. de; CHOAIRY, S.A.; CARVALHO, R.A. Desenvolvimento da inflorescência e frutificação do abacaxizeiro cultivar Pérola. Pesquisa Agropecuária – Abacaxi. João Pessoa. EMEPA-PB, p. 33-39, 1998c.

BARTHOLOMEW, D.P. “ MD-2 ” pineapple transform the world`s pineapple fresh fruit export industry. Pineapples News, ISHS, n.16. p. 2-5, July. 2009.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W. Química de los alimentos. 2. ed. Zaragoza: Acríbia, p. 119-120, 1997.

BORRACINI, H. M. P. Estudo do processo de extração da bromelina por micelas reversas em sistema descontínuo. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Apoio Rural e cooperativismo. Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação do Abacaxi. Instrução Normativa nº01, de 01 de Fevereiro de 2002.

BRITO, C. A. K. de; SIQUEIRA, P. B.; PIO, T. F.; BOLINI, H. M. A.; SATO, H. H. Caracterização Físico-Química, Enzimática e Aceitação Sensorial de Três Cultivares de Abacaxi. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Campus Ponta Grossa - Paraná – Brasil ISSN: 1981-3686 / v. 02, n. 02: p. 01-14, 2008.

BROTEL, N.; PATTO DE ABREU, C.M. Colheita, cuidados e fisiologia pós-colheita do abacaxi. Informe agropecuário, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 33-40, 1994.

CABRAL, J.R.S. et al. Imperial, a new pineapple cultivar resistant to fusariosis. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.822, p.47-50, 2009.

CAMPESE, G. M. Extração e recuperação da bromelina em sistemas de duas fases aquosas PEG 4000 – POLICAJU. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CARVALHO, E. A. Caracterização de pectinases obtidas dos resíduos industriais da polpa do abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) cv. Pérola. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, 2007.

CARVALHO, V.D. de; ABREU, C.M.P. de; GONÇALVES, N.B. Qualidade e industrialização do abacaxi. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, v. 19, n. 195, p. 67-69, 1998.

CASELLA, L.; GULLOTTI, M.; NARCHESINI, A.; PETRARULO, M. Rapid enzymatic method for vitamin C assay in fruits and vegetables using peroxidase. **Journal of Food Science**, v. 54, n. 2, p. 374-375, 378, 1989.

CHAMPE, P.C. **Bioquímica Ilustrada**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1997.

CHANG, T.C; HUANG, S.H. An enzyme-linked immune-sorbent assay for the rapid detection of *Staphylococcus aureus* in processed foods. **Journal of Food Protection**, v. 57, n. 2, p. 184-189, 1994.

CHEN, C.H.; CHANG, T.C. An enzyme-linked immunosorbent assay for the rapid detection of *Vibrio parahaemolyticus*. **Journal of Food Protection**, v. 58, n. 8, p. 873-878, 1995.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e Manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005, 785p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e Manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990, 293p.

CHU, F. S.; FAN T.S.L. Indirect enzyme-linked immunosorbent assay for saxitoxin in shellfish. **Journal of AOAC International**, v. 68, n.1, p. 13-16, 1985.

CLEMENTE, E. Purification and thermo stability of isoperoxidase from oranges. **Phytochemistry**, v. 49, n. 1, p. 29-36, 1998.

COSTA, M.C.O. Estudo da estabilidade do suco de caju (*Anacardium occidentale L.*) preservado pelos processos hot fill e asséptico. Fortaleza. 80 p. Dissertação de mestrado (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Departamento de Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Ceará, 1999.

COTIAS-DE-OLIVEIRA, A.L.P.et al. Chromosome numbers in Bromeliaceae. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 23, n. 1, 173-177, 2000.

CTENAS, M. L.B.; QUAST, D. Abacaxi. In: \_\_\_\_; \_\_\_\_\_. (Ed.) Frutas das terras brasileiras. São Paulo: C2, 2000. p. 41-45.

CUNHA, G.A.P. Abacaxi on-line: informativo mensal da equipe Técnica de Abacaxi – ETA. Embrapa, CNPMF, v.5, n.1, p. 20, 2007.

CUNHA, G.A.P. Da cultura do abacaxi. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMF, 1987, 27 p.

DAMODARAN, S. **Química de Alimentos de Fennema**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DAS, J.R.; BHAT, S.G.; GOWDA, L.R. Purification and characterization of a polyphenol oxidase from the kew cultivar of Indian pineapple fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p.2031-2035, 1997.

DAWSON , J. H. **Science**. Department of Chemistry, University of South Carolina, Columbia,1988.

DULL, G.G. The pineapple: general. In: HULME, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1971. V.2, cap. 9A, p.303-324.

DUNFORD, M.B. Heme peroxidases. **John Wiley & Sons**, New York, p. 507, 1999.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Dados da produção brasileira de abacaxi no Brasil, 2009. Disponível em: [http://www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/Abacaxi\\_Brasil\\_2009.pdf/](http://www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/Abacaxi_Brasil_2009.pdf/). Acesso: 23 fevereiro 2011.

FAO, 2010. **Produção mundial de frutos**. Atualizado em 16/12/2009. Disponível: [http://www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/Abacaxi\\_Mundo\\_2008.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/Abacaxi_Mundo_2008.pdf). Acesso em: 18 abril 2012.

FATIBELLO-FILHO, O.; VIEIRA, I.C. L-ascorbic acid determination in pharmaceutical formulations using a biosensor based on carbon paste modified with crude extract of Zucchini (*Cucurbita pepo*). **Journal Brazilian Chemical Society**, v. 11, n. 4, p. 412-418, 2000.

FENNEMA, O. **Activity of enzymes in partially frozen aqueous systems**. In: *Water Relations in Foods*, Duckworth, R. (Ed.), Academic Press, New York, pp. 397-413.

FERSHT, A. **Enzyme Structure and Mechanism**. 2<sup>nd</sup> edn., W.H. Freeman & Company, New York, 1985.

FORTEA, M.I.; LÓPEZ-MIRANDA, SERRANO-MARTÍNEZ, A.; CARREÑO, J., NÚÑEZ-DELICADO, E. Kinetic characterisation and thermal inactivation study of polyphenol oxidase and peroxidase from table grape (Crimson Seedless). **Food Chemistry** 113 (2009) 1008–1014.

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

GLAZE, W.H. Reaction products of ozone: a review. **Environmental Science and Technology**, v. 21, n. 3, p. 224-227, 1987.

HAMMERSCHMIDT, R.; NUCKLES, E.; KERE, J. Association of enhanced peroxidase activity in induced systemic resistance of cucumber to *Coletotrichum lagenarium*. **Physiology Plant Pathology**, v. 20, n. 1, p. 73-82, 1982.

HOLSCHUH, H.J. Isolamento, purificação e caracterização bioquímica da peroxidase de carambola (*Averrhoa carambola*, L.), p. 90-159, 2000. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) - Produção Agrícola Municipal Ano 2009. 2010. Disponível: [www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/Abacaxi\\_Brasil\\_2009.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/Abacaxi_Brasil_2009.pdf) . Acesso em: 18 abril2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE, Rio de Janeiro). Levantamento sistemático da produção agropecuária. Rio de Janeiro, RJ, Abril, 2009.

KHAN, A.A., ROBSON, D.S. Hydrogen donor specificity of mango isoperoxidases. **Food Chemistry**, v. 49, n. 4, p. 407-410, 1994.

KOKÇAM, I.; NAZIROGLU, M. Antioxidants and lipid peroxidation status in the blood of patients with psoriasis. **Clinica Chimica Acta**, v. 289, n. 1-2, p. 23-31, 1999.

LAURENTE, C.; CLEMENTE, E. Avaliação da atividade da peroxidase em carambola (*Oxalidacia avarrhoa*) em diferentes estádios de maturação. **Acta Scientiarum**, v. 27, n. 1, p. 159-163, 2005.

LEAL, F. Pineapple – Ananas comosus (Bromeliaceae). In: SMARTT, J. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 127)

LEE, C. Y. Enzymatic browning reaction. In: FRANCIS, F. J. Encyclopedia of Food Science and Technology. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 2000. p. 208-218.

LIMA, A. B. Qualidade e conservação pós-colheita de abacaxis ‘pérola’ e ‘ md2’ sob manejo orgânico e convencional na agricultura familiar. [Tese de Doutorado]. Areia. Universidade Federal da Paraíba. 2011.

LIMA, U.A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. Biotecnologia industrial: Processos fermentativos e enzimáticos. Vol.3, 1a ed, São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 594p., 2001.

LIMA, V.P. de; REINHARDT, D.H.; COSTA, J.A. Desbaste de mudas tipo filhote do abacaxi cv. Pérola-1. Produção e qualidade do fruto. Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal-SP, v.23, p.634-638, 2001.

LOEFFLER, J.H. and PONTIG, J.D. Ind. Eng. Chem., Anal. Ed. 14; p. 846, 1942.

LOWRY, O.H., ROSEBROUGH, N.J., FARR, A.L., RANDALL, R.J. Protein measurement with the folin-phenol reagent. **J. Biol. Chem.** 193:265-75, 1951.

LUPETTI, K. O.; CARVALHO, L. C.; MOURA, A. A.; FATIBELLO-FILHO, O. Análise de imagem em química analítica: empregando metodologias simples e didáticas para entender e prevenir o escurecimento de tecidos vegetais. Química Nova, v.28, n.3, p.548-554, 2005.

MACIEL, H.P.F; GOUVÊIA, C.M.C.P.; PASTORE, G.M. Obtenção de nova fonte de peroxidase de folha de *Copaifera langsdorffii* desf. com alta atividade. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 26(4): 735-739, out.-dez. 2006.

MARSHALL M. R., KIM J.; WEI C. I. Enzymatic browning in fruits, vegetables and seafoods. **Nutrition and Food Science Department**, Alabama, 2000.

MARTINEZ, M. V.; WHITAKER, J. R. The biochemistry and control of enzymatic browning. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 6, n. 6, p. 195-200, 1995.

MATSUURA, F.C.A.U. e ROLIM, R.B. Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi visando a produção de um blend com alto teor de vitamina C. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 24, n. 1, p. 138-141, 2002.

McCLEAR, B.V.; GLENIE-HOLMES, M. Enzymatic quantification of (1-3) (1-4-  $\beta$ -D-Glucan in barley and malt. **Journal of the Institut of Brewing**, v. 91, n. 2, p. 285-295, 1985.

MEDINA, J.C. A cultura do abacaxi. In: MEDINA, J.C. et. al. Frutas tropicais 2. São Paulo: Canton, 1978. P. 06-68.

MORGAN, T.; THOMPSON, T. Del monte mixes and matches Costa Rican products. *America fruit*, v.3, p. 45-47.2000.

NAKAYAMA, T.; AMACHI, T. Fungal peroxidase: its structure, function and application. **Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic**, v. 6, n. 3, p. 185-198, 1999.

NELSON, N.A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **J. Biol. Chem.**, v. 135, p. 136-175, 1944.

NETO, A.G., CARVALHO, V.D. de; BROTEL, N.; BLEINTROTH, E.W.; MATALLO, M.; GARCIA, A.E.; ARDITO, E.F.G.; GARCIA, E.E.R.; BORDIN, M.R. Abacaxi para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. Comunicação para Transferência Tecnológica, 1996. 41 p. (FRUPEX: Publicações Técnicas, 23).

NICOLAS, J. J.; RICHARD-FORGET, F. C.; GOUPY, P. M.; AMIOT, M. J.; AUBERT, S. Y. Enzymatic browning reaction in apple and apple products. *Critical. Review. Food Science Nutrition*, v. 34, p. 109-157, 1994.

ORENES-PIÑERO, E.; GARCÍA-CARMONA, F.; SÁNCHEZ-FERRER, A. (2006). Latent of polyphenol oxidase from quince fruit pulp (*Cydonia oblonga*): Purification, activation and some properties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 86, 2172–2178.

PINHEIRO, A. C. M., VILAS BOAS, E. V. B., LIMA, L. C. Influência do  $\text{CaCl}_2$  sobre a qualidade pós-colheita do abacaxi cv. Pérola. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 25(1): 32-36, jan.-mar. 2005.

PINHEIRO, A.C.M.; VILAS-BOAS, E.V.B.; LIMA, L.C.O.; LIMA, L. Influência do  $\text{CaCl}_2$  sobre a qualidade pós-colheita de abacaxi pérola (*Ananas comosus (L.) Merrill*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza. Resumos: Fortaleza: SBCTA, v. 1, 3.162p.

RAMAMURTHY, M.S.; USSUF, K.K.; NAIR, P.M.; THOMAS, P. Lignin biosynthesis during wound healing of potato tubers in response to gamma irradiation. **Postharvest Biology and Technology**, v. 18, n. 3, p. 267-272, 2000.

REBOLLEDO-MARTÍNEZ, L., URIZA, D.E., REBOLLEDO-MARTÍNEZ, A., ZÁGADA, G. Slip production of MD-2 hybrid pineapple by three methods: gaullin, leaf pruning and a growth regulator. 2005. **Acta Hort.** 666, 277–285.

REINHARDT, D. H.; MEDINA, V. M.; CALDAS, R. C.; CUNHA, G. A. P.; ESTEVAM, R. F. H. **Gradientes de qualidade em abacaxi ‘pérola’ em função do tamanho e do estágio de maturação do fruto.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 544-546, Dez. 2004.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos. 1ª Ed., Campinas,SP: Casa do Pão Editora, 2005.

ROSA, G. R. et. al. Anuário brasileiro da fruticultura 2006. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2006. 136p.

RUFINO, M. S. M. et al. Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007.

SANTANA, F.F.; MEDINA, V.M. Alterações bioquímicas durante o desenvolvimento do fruto do abacaxizeiro “Pérola”. Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal, v.22, n. Especial, p.53-56, 2000.

SARZI, C. DURIGAN, J. F. Avaliação física e química de produtos minimamente Processados de abacaxi-pérola. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 24, n. 2, p. 333-337, agosto 2002.

SERGEYEVA, T.A.; LAVRIK, N.V.; RACHKOV, A.E; KAZANTSEVA, Z.I.; PILETSKY, S.A.; EL'SKAYA, A. V. Hydrogen peroxide – sensitive enzyme sensor based on pthalocyanine thin film. **Analytica Chimica Acta**, v. 391, n. 3, p. 289-297, 1999.

SERRANO-MARTÍNEZ, A., FORTEA, M. I., DEL AMOR, F. M., NÚÑEZ-DELICADO, E. (2008). Kinetic characterisation and thermal inactivation study of partially purified redpepper (*Capsicum annum* L.) peroxidase. **Food Chemistry**, 107, 193–199.

SILVA, G. C., MAIA, G. A., FIGUEREDO, R. W., SOUZA FILHO, M. S. M., ALVES, R. E., SOUZA NETO, M. A. Efeito do tipo de corte nas características físico-químicas e físicas do abacaxi pérola minimamente processado. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 25(2): 223-228, abr.-jun. 2005.

SILVA, J.P. da. Qualidade de infrutescência de abacaxizeiro ‘MD-2’ cultivado sob diferentes relações K/N. 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba. Areia-PB, 2010.

SIMMONDS, N.W. Evolution of crop plants. Nova York: Longman Singapore, 1995. p. 19-22.

SRIVASTAVA, O.P.; VAN HUYSTEE, R.B. An inter-relationship among peroxidase, IAA oxidase and poliphenoxidase from plants cells. **Canadian Journal of Botany**, v. 55, n. 12, p. 2630-2636, 1977.

STATSOFT. Statistica for windows, Tulsa, USA, 2004.

TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – Versão 2 – Segunda Edição. 2006. Disponível: [http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco\\_versao2.pdf](http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_versao2.pdf). Acesso em: 18 abril 2012.

TEISSON, C.; MARTIN-PRÉVEL et. J. MARCHAL. Le brunissement interne de l’ananas. IV-Approche biochimique Du phénomène. *Fruits* – vol.34, nº 5, p. 329-339, 1979.

THÉ, P.M.P. Quais as propriedades medicinais do abacaxi? *Revista Ciência Hoje*, Fortaleza, v. 39, n. 4, p. 200-229, 2007.

URIZA AVILA, D. IV International Pineapple Symposium Foreword and Preface. 2005. **Acta. Hort.** 666.

USDA Nutrient Database for Standard Reference. 2001. Disponível: <http://www.unifesp.br/dis/servicos/nutri/nutri.php?id=2200>. Acesso em: 18 abril 2012.

VAMOS-VIGYAZO, L. Polyphenoloxidase and peroxidase in fruits and vegetables. *CRC Crit. Rev. Food Science Nutrition*, 15:49- 127, 1981.

VAROUQUAUX, P.; WILEY, R.C. Cambios biológicos e bioquímicos en frutas y hortalizas refrigeradas mínimamente procesadas. In: WILEY, R.C. Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. Zaragoza: Acribia, 1997. P. 221-262.

VIERLING , R. A.; WILCOX , J. R. **Seed Science & Technology**. Department of Agronomy, Purdue University, West Lafayette, Indiana, 1996.

WALSH, C. **Enzymatic Reaction Mechanisms**. W.H. Freeman & Company, San Francisco, CA, 1979.

WILLS, R.H.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, D.; McGLASSON, W.B.; HALL, E.G. *Post-harvest: An Introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables*. Kensington: New South Wales University Press, 1981. 161 p.