

**KELEM SILVA FONSECA**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, ANATÔMICA E  
FISIOLÓGICA DE PALMITO PUPUNHA PARA PROCESSAMENTO  
MÍNIMO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2012**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

F676c  
2012

Fonseca, Kelem Silva, 1986-

Caracterização físico-química, anatômica e fisiológica de  
palmito pupunha para processamento mínimo / Kelem Silva  
Fonseca. – Viçosa, MG, 2012.  
x, 42f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Rolf Puschmann.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 39-42.

1. *Bactris gasipaes*. 2. Palmito - Processamento. 3. Palmito  
- Rendimento. 4. Palmito - Conservação. 5. Palmito -  
Anatomia. 6. Palmito - Fisiologia pós-colheita.

I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 634.9745

**KELEM SILVA FONSECA**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, ANATÔMICA E  
FISIOLÓGICA DE PALMITO PUPUNHA PARA PROCESSAMENTO  
MÍNIMO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 16 de fevereiro de 2012.

---

Marília Contin Ventrella  
(Coorientadora)

---

Anderson Adriano Martins Melo  
(Coorientador)

---

Milton E. Pereira Flores

---

Rolf Puschmann  
(Orientador)

A Deus e aos meus pais, Lúcia e Osmane,

DEDICO!

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por permitir a realização de mais esta etapa da minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa, por todo apoio, em especial aos funcionários e amigos dos Laboratórios de Pós-colheita dos Departamentos de Biologia Vegetal e Fitotecnia, Laboratório de Embalagens e Laboratório de Anatomia Vegetal.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

Ao professor Rolf Puschmann, pela orientação, paciência, suporte e por compartilhar seu conhecimento.

Aos coorientadores Milton Pereira, Anderson Adriano Martins Melo, Marília Contin Ventrella e Fernando Luiz Finger, pelos conselhos e sugestões para melhoria deste trabalho.

Ao senhor Geraldo Magela, pela doação da matéria-prima e ao senhor José Maria pela gentileza e disponibilidade em colher os palmitos.

Ao senhor Reinaldo Pinto pelos desenhos esquemáticos.

Aos meus pais, Lúcia e Osmane, pelo amor e incentivo.

Ao meu irmão Gu, pelo amor e torcida em todos os momentos.

Ao meu namorado Jeferson, pelo amor, paciência e incentivo.

Aos meus amigos Aline, Camilla, Tânia, Chris, Diego, Marcelo, Tinti, pela amizade, paciência, ajuda e presença constante em todos os momentos.

Aos estagiários Stephania, Wellington, Ana Maria, que muito ajudaram na realização deste trabalho.

A minha amiga-irmã Lelli, sempre presente.

Ao meu amigo Mateus, pela grande ajuda e amizade.

Às amigas de república, pela amizade e por compartilhar momentos importantes nesta etapa.

À toda minha família montesclarensense e viçosense.

## **BIOGRAFIA**

KELEM SILVA FONSECA, filha de José Osmane da Fonseca e Maria Lúcia Silva Fonseca, nasceu no dia 18 de junho de 1986, em Montes Claros, Minas Gerais.

Em dezembro de 2009 graduou-se em Agronomia pela Universidade Estadual de Montes Claros, em Janaúba, MG.

Em março de 2010, ingressou no programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa, MG, submetendo-se a defesa da dissertação em fevereiro de 2012.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>4</b>
<b>A – Caracterização físico-química, fisiológica e anatômica .....</b>	<b>6</b>
<b>A.1 Material Vegetal: colheita, padronização e fracionamento do palmito ....</b>	<b>6</b>
<b>A.2 Caracterização da matéria-prima .....</b>	<b>7</b>
<b>A.2.1 Rendimento .....</b>	<b>7</b>
<b>A.2.2 Perfil de firmeza .....</b>	<b>7</b>
<b>A.2.3 Análises químicas .....</b>	<b>8</b>
<b>A.2.4 Produção de gás carbônico e produção de etileno.....</b>	<b>9</b>
<b>A.2.4.1 Regiões intactas .....</b>	<b>9</b>
<b>A.2.4.2 Regiões cortadas .....</b>	<b>9</b>
<b>A.2.4.3 Amostragem e quantificação .....</b>	<b>9</b>
<b>A.2.5 Caracterização anatômica do palmito.....</b>	<b>10</b>
<b>B - Caracterização das regiões do palmito minimamente processadas durante a conservação refrigerada .....</b>	<b>10</b>
<b>B.1 Massa fresca .....</b>	<b>11</b>
<b>B.2 Cor superficial .....</b>	<b>11</b>
<b>B.3 Teor de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e não redutores e amido .....</b>	<b>12</b>
<b>B.4 Caracterização histoquímica para identificação de lignina .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Análise estatística .....</b>	<b>13</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>A. Matéria Prima .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Rendimento.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Perfil de firmeza .....</b>	<b>15</b>
<b>3.4 Taxa respiratória (TR) .....</b>	<b>19</b>
<b>3.4.1 Regiões inteiras.....</b>	<b>19</b>
<b>3.4.2 Regiões cortadas.....</b>	<b>20</b>

<b>3.5 Produção de etileno (PE) .....</b>	<b>22</b>
<b>3.5.1 Regiões inteiras e cortadas .....</b>	<b>22</b>
<b>3.6 Caracterização estrutural do palmito .....</b>	<b>25</b>
<b>B. Conservação Refrigerada .....</b>	<b>29</b>
<b>3.6 Perda de massa fresca .....</b>	<b>29</b>
<b>3.7 Cor superficial .....</b>	<b>31</b>
<b>3.8 Teor de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e não redutores e amido .....</b>	<b>34</b>
<b>3.9 Caracterização histoquímica para identificação de lignina .....</b>	<b>36</b>
<b>4 Conclusões .....</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>39</b>



## RESUMO

FONSECA, Kelem Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2012. **Caracterização físico-química, anatômica e fisiológica de palmito pupunha para processamento mínimo.** Orientador: Rolf Puschmann. Coorientadores: Anderson Adriano Martins Melo e Marília Contin Ventrella.

No palmito se distinguem três regiões: basal ou palmito caulinar; mediana ou palmito foliar e palmito foliar apical. O processamento convencional do palmito geralmente descarta as regiões apical e basal, sendo, no entanto, desejável seu aproveitamento integral. Objetivou-se avaliar características físico-químicas, anatômicas e fisiológicas das três regiões de palmito pupunha, visando ampliar o seu potencial de aproveitamento quando comercializado na forma minimamente processada. A caracterização foi realizada em duas etapas: caracterização da matéria-prima e caracterização durante a conservação refrigerada. Na primeira etapa, foram realizadas análises de rendimento, perfil de firmeza, análises químicas, produção de gás carbônico e etileno, e caracterização anatômica. Na segunda etapa, palmitos foram processados seguindo as etapas do processamento mínimo: lavagem e retirada das bainhas de proteção, corte (separação das regiões apical, mediana e basal), sanitização, drenagem e embalagem. As regiões foram conservadas a 5 °C, por 15 dias. Avaliou-se perda de massa fresca, cor, carboidratos além da caracterização histoquímica para identificação de lignina. O aproveitamento total do palmito, padronizado com 70 cm, foi de 85% e 68% em função do comprimento e massa fresca, respectivamente. Ao longo do comprimento do palmito observou-se aumento dos valores de firmeza em direção aos extremos. A região mediana apresentou maiores teores dos parâmetros químicos avaliados. Ao final da conservação, a perda de massa foi de 1,6% para região apical, 1,8% para mediana e 1,3% para a região basal. Ocorreu amarelecimento superficial em todas as regiões evidenciado pelo

aumento dos valores da coordenada b\*. As regiões apical e mediana apresentaram maiores taxas respiratórias. Após estabilização, as taxas das regiões, tanto inteira quanto cortada, pouco se diferenciaram. Ocorreu aumento na produção de etileno entre regiões em função da intensidade de corte. A região mediana, tanto inteira quanto cortada, apresentou maior produção de etileno mesmo após o período de estabilização. As três regiões apresentaram diferentes graus de diferenciação dos tecidos. A maior proporção de fibras em diferenciação em determinadas regiões pode estar relacionada com a firmeza, embora o grau de lignificação não apresente diferença entre as regiões após conservação refrigerada. Desse modo, as regiões apical e basal podem ser aproveitadas a fim de minimizar os resíduos gerados no processamento mínimo, aumentando o rendimento. O processamento mínimo de palmito deve considerar as diferenças encontradas entre regiões inteiras e cortadas, com vista a embalar e conservar regiões compatíveis com relação às taxas respiratórias, produção de etileno e firmeza.

## ABSTRACT

FONSECA, Kelem Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2012. **Physical-chemical, anatomical and physiological characterization of peach palm for minimal processing.** Adviser: Rolf Puschmann. Co-advisers: Anderson Adriano Martins Melo and Marília Contin Ventrella.

In the palm heart we can distinguish three parts: basal or stalk, middle or leaf palm heart, and apex leaf palm heart. The conventional processing of palm heart usually discards the apical and basal parts, being desirable, however, its full use. We aimed at evaluating physical-chemical, anatomy, and physiology characteristics of the three parts of peach palm, seeking to increase its usage potential when marketed in a minimally processed form. The characterization was performed in two steps: characterization of raw material and characterization during cold storage. In the first step, we performed productivity, firmness profile, chemical, production of carbon dioxide and ethylene, and anatomical characterization analyses. In the second stage, the palm heart was processed according to the steps of minimal processing: washing and removal of the protective sheaths, cutting (separation of the apex, middle and basal parts), sanitation, drainage, and packing. The parts were stored at 5°C for 15 days. We evaluated fresh mass loss, color, and carbohydrates, besides the histochemical characterization for lignin identification. The total use of the palm heart, standardized to 70 cm was 85% and 68% due to the length and fresh mass, respectively. Along the length of the palm heart there was an increase of the values of firmness toward the extremes. The middle part showed higher concentrations of the chemical parameters evaluated. At the end of storage, the mass loss was 1.6% for the apical, 1.8% for the middle, and 1.3% for the basal part. A superficial yellowing occurred in all parts, evidenced by an increase in b\* coordinate values. The apical and middle parts showed higher respiration rates. After stabilization, the rates of the

parts, both whole and cut, differed little. There was an increase in ethylene production between the parts due to cutting intensity. The middle part, both whole and cut, had higher ethylene production even after the stabilization period. The three parts had different degrees of tissue differentiation. The greater proportion of fiber differentiation in certain parts may be related to the firmness, although the degree of lignification does not differentiate between the parts after cold storage. Thus, the apical and basal parts can be utilized in order to minimize the waste generated at the minimal processing, increasing the yield. Minimal processing of heart palm should consider the differences between cut and whole parts, in order to pack and preserve compatible areas in relation to the respiration rate, ethylene production and firmness.

## 1. INTRODUÇÃO

A pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) é uma palmeira nativa da América Latina, da família Arecaceae, e apresenta vários usos com potencial econômico nos mercados locais, regionais, nacionais e até internacionais, de acordo com as características da região produtora e finalidade a que se destina: produção de palmito; produção de frutos para consumo humano, processamento de farinha, ração animal e extração de óleo; além do aproveitamento da madeira (Mora-Urpi, 1983; Clement, s.d.).

O Brasil é o maior produtor e consumidor de palmito do mundo, chegando a produzir em 2010 um valor estimado em 116 mil toneladas (IBGE, 2011). Porém, as exportações brasileiras são insignificantes, em razão de o palmito brasileiro apresentar baixa qualidade e ser um produto não ecológico, pois o seu mercado é sustentado principalmente pelo corte de palmeiras nativas. Devido a este problema, os dados reais da produção, consumo e preço de palmito no Brasil não são conhecidos, pois são estimados ou calculados pela produção legal (Reis et al., 2000). A baixa qualidade do palmito resulta do processo de extrativismo, pois com a redução dos estoques de plantas, a extração é realizada em palmeiras ainda jovens e de tamanhos irregulares (Sampaio et al., 2007).

O interesse pelo cultivo da pupunha tem aumentado fortemente, surgindo como uma opção para atender a demanda interna e externa, especialmente para a produção de palmito. Dois fatores estão facilitando tal aumento: a existência de mercado mundial e a disponibilidade de tecnologia para cultivo e industrialização do palmito pupunha (Anefalos et al., 2007; Villachica, 1996).

O potencial da pupunheira para a produção de palmito cultivado é considerado maior que o das outras palmáceas utilizadas tradicionalmente para tal finalidade (Araújo, 1993). Esta apresenta vantagens em relação às outras palmeiras nativas como açai (*Euterpe oleraceae* Martius) e juçara (*Euterpe edulis* Martius) como: precocidade, facilidade nos tratamentos culturais, perfilhamento da planta mãe, sustentabilidade, segurança para o produtor, vantagens ecológicas, aproveitamento dos frutos para indústria alimentícia (sucos, sorvetes e consumidos cozidos em água e sal) e principalmente a qualidade do palmito produzido (Bernhardt, 1999; Nishikawa et al., 1998; Moro, 1996; Yuyama, 1996).

O palmito é considerado uma iguaria tipicamente brasileira. É conhecido desde épocas remotas, ocupando lugar de destaque não só na culinária nacional, como também na estrangeira. Tem sabor agradável, textura macia, é nutritivo e por possuir baixo teor calórico, pode fazer parte de dietas com restrições calóricas (Ribeiro, 2008). Possui sabor adocicado, coloração ligeiramente amarelada e palatabilidade mais pastosa, com menor sensação de fibrosidade (Bernhardt, 1999).

Mudanças nos padrões de alimentação têm levado ao maior consumo de frutas e hortaliças, sendo que o consumidor busca por alimentos saudáveis, de qualidade e praticidade (Alves et al., 2010). Os produtos minimamente processados apesar de fisicamente alterados, são convenientes para os consumidores, que também buscam produtos nutritivos e saudáveis, mantendo o frescor das frutas e hortaliças “in natura” (Simón et al., 2005).

O palmito minimamente processado é definido como comestível após a extração das bainhas de proteção (Kapp et al., 2003; Clement et al., 1999). O preparo do palmito, mesmo sendo mínimo, causa destruição de tecidos, facilita a contaminação microbiana, provoca liberação de enzimas e de seus substratos, propiciando a ocorrência de reações enzimáticas que podem alterar as características sensoriais dos produtos (Clement et al., 1999).

O palmito pupunha é apropriado para ser minimamente processado por não apresentar, após o corte, o escurecimento característico da ação de enzimas oxidativas observadas em palmáceas tradicionalmente utilizadas na industrialização de palmito (Chaimsohm, 2000). Além de facilitar os procedimentos operacionais na industrialização, permite a exploração da comercialização do palmito “in natura” alternativamente ao modo tradicional, processado em conserva de salmoura e ácido cítrico (Valentini, 2010). Esta nova opção de consumir o palmito estimula o mercado, por ser um produto natural, cuja textura, aparência e sabor são muito atrativos em relação ao palmito em conserva industrial (Hojeije, 2006; Moro, 1996).

O palmito é retirado da parte superior do caule (estipe) da palmeira a partir da gema apical, correspondendo à parte central do estipe composta de tecido meristemático, bainhas e folíolos em formação (Araújo, 1993). O palmito tem sido dividido em três partes: foliar apical, foliar mediana (fornece os toletes, parte nobre) e caulinar (basal), sendo esta de maior diâmetro e situada na região inferior do palmito, tendo um baixo valor de comercialização como conserva (Chaimsohn, 2000; Raupp et al., 2004).

O processamento convencional do palmito pupunha tem se focado no aproveitamento da região mediana (parte nobre) descartando as regiões apical e basal. Neste tipo de utilização do palmito, o rendimento industrial é baixo, considerando que a utilização da matéria-prima se limita à obtenção de segmentos da região mediana de 8 a 9 cm de comprimento. As regiões apical e basal têm sido frequentemente descartadas por fugir dos padrões comerciais requeridos pela indústria. Entretanto, essas regiões usualmente descartadas podem ser aproveitadas permitindo o desenvolvimento de novos produtos, se caracterizados e diferencialmente conservados.

Para o processamento em conserva, são utilizados toletes de palmito que para atender ao padrão comercial de embalagem, geram cerca de 30 a 40% de descarte para cada tolete adequado (Calderon-Castro et al., 1993). A comercialização “in natura”, ou na forma minimamente processada, possibilita maior aproveitamento do palmito cortado. Além disso, o preço pago pelos toletes de palmito pupunha “in natura”, sem bainha, é maior que o obtido com a venda do palmito bruto para a indústria de conserva (Valentini, 2010).

A região maciça dos entrenós e as bainhas e folíolos ainda macios da ponta do palmito podem ser aproveitadas, contribuindo para elevar o rendimento industrial. Trabalhos de pesquisa referentes ao aproveitamento e caracterização de palmito pupunha são escassos, e sendo assim, existe a necessidade de caracterizar as diferentes regiões de palmito pupunha do ponto de vista físico-químico, anatômico e fisiológico, bem como em relação ao seu potencial de conservação refrigerada.

O palmito pupunha, apesar de não apresentar escurecimento enzimático, possui alta perecibilidade quando minimamente processado. A perecibilidade de frutas e hortaliças é diretamente proporcional à sua atividade metabólica e é variável para as diferentes estruturas morfológicas e estádios de desenvolvimento. Caules e folhas em ativo crescimento e tecidos florais apresentam maiores taxas respiratórias que frutos imaturos ou maduros, tubérculos, bulbos e raízes; em ordem decrescente. Partes das plantas com tecidos meristemáticos como o palmito, aspargos e brócolis têm taxas respiratórias mais elevadas que tecidos maduros (Kader, 1987).

O conhecimento da taxa respiratória é fundamental tanto para a caracterização fisiológica de frutas e hortaliças quanto para determinar as condições de conservação adequadas a cada produto como temperatura e tipo de embalagem (Valentini, 2010). A produção de etileno também tem influência sobre a conservação pós-colheita. O

etileno reduz a qualidade pós-colheita por promover a senescência, mudanças na textura e aroma e deterioração microbiológica (Wills et al., 1998), sendo necessária a aplicação de refrigeração e ventilação para prolongar a vida útil do produto (Kader, 2002).

Objetivou-se com este trabalho avaliar características físico-químicas, anatômicas e fisiológicas de três regiões de palmito pupunha, visando ampliar o seu potencial de aproveitamento quando comercializado na forma minimamente processada.

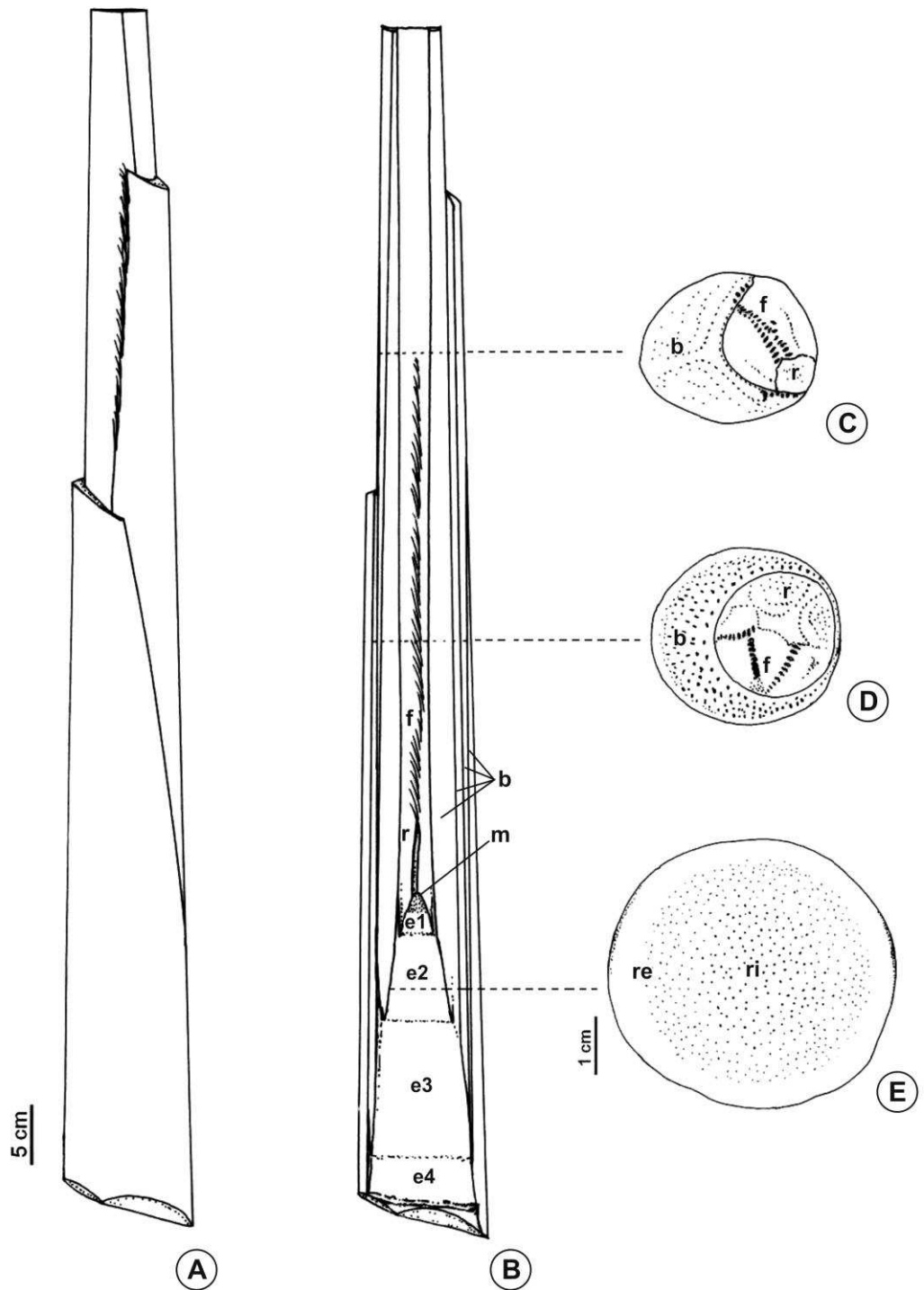
## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

A caracterização de três diferentes regiões do palmito pupunha (Figura 1) foi realizada em duas etapas:

A - Caracterização físico-química, fisiológica e anatômica;

B - Caracterização das regiões do palmito minimamente processadas durante a conservação refrigerada.





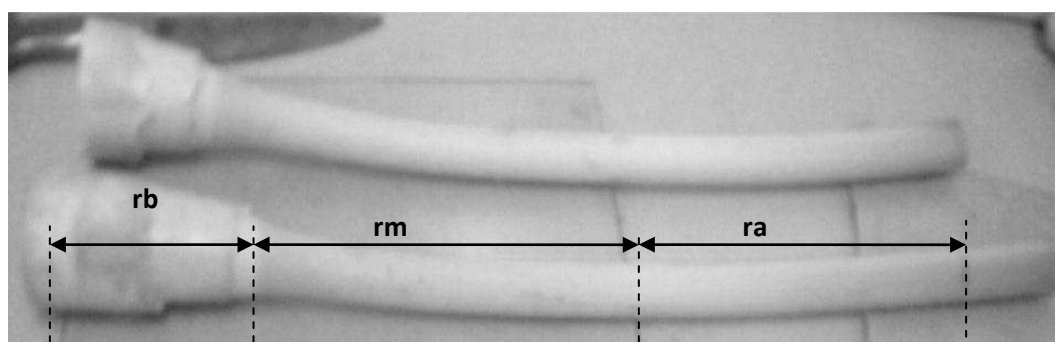
**Figura 1.** Desenhos esquemáticos do palmito pupunha inteiro (A) e em cortes longitudinal (B) e transversal (C-E), nas regiões apical (C), mediana (D) e basal (E). b, bainha; e1, primeiro entrenó; e2, segundo entrenó; e3, terceiro entrenó; e4, quarto entrenó; f, folíolo; m, meristema; r, raque; re, região externa; ri, região interna.

## A – Caracterização físico-química, fisiológica e anatômica

### A.1 Material Vegetal: colheita, padronização e fracionamento do palmito

Os palmitos de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) foram obtidos, durante todo o experimento, em um plantio comercial no Município de Teixeiras, localizado a 20° 39' 03" S 42° 51' 25" O, sendo o índice pluviométrico médio anual dessa região 1221,4 mm. As colheitas foram realizadas no período de julho a novembro de 2011. O ponto de colheita adotado foi a altura das plantas entre 1,70 e 1,90 m, diâmetro na base entre 9 e 13 cm, observando-se também a folha espada ou folha-flecha (folha mais nova e comprida), que deveria estar fechada ou no máximo iniciando sua abertura (Embrapa, 2011). Após corte da planta, foi feita a primeira retirada de bainhas, deixando-se apenas duas.

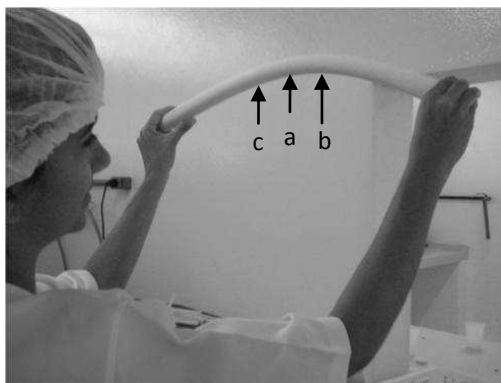
A matéria-prima foi transportada para o Laboratório de Fisiologia Pós-colheita (Departamento de Biologia Vegetal - Universidade Federal de Viçosa) onde os palmitos foram padronizados em comprimento (70 cm), a partir do terceiro entrenó, retirando-se as bainhas de proteção restantes. Em seguida, foram cortados separando-se as regiões apical, mediana e basal (Figura 2).



**Figura 2.** Regiões do palmito pupunha. rb, região basal; rm, região mediana; ra, região apical.

A denominação e identificação das regiões foram realizadas do seguinte modo: com o palmito em mãos, empunhado pelas suas extremidades, observou-se a formação de um arco, o qual permitiu a identificação visual do ponto de inflexão, ou ponto de menor resistência (Figura 3a). Foi denominado de região mediana o segmento do palmito compreendido entre a parte superior do entrenó mais jovem e um ponto a três centímetros acima do ponto de inflexão (Figura 3b). A região acima

do ponto de inflexão foi denominada como apical (Figura 3c) e a extremidade restante contendo os três entrenós mais jovens como região basal.



**Figura 3.** Obtenção do ponto de inflexão para identificação das regiões do palmito pupunha. a, ponto de inflexão; b, ponto de identificação da região mediana; c, ponto de identificação da região apical.

## **A.2 Caracterização da matéria-prima**

Foram analisados o rendimento, perfil de firmeza e características químicas. A taxa respiratória e a taxa de produção de etileno foram calculadas a partir da produção de gás carbônico e de etileno, respectivamente. Foram realizados também estudos anatômicos para caracterização estrutural do palmito pupunha.

### **A.2.1 Rendimento**

Foi determinado com base no comprimento de cada região, com auxílio de uma fita métrica, e com base na massa fresca, pesando-se os palmitos antes e depois da remoção das bainhas de proteção. Os resultados foram expressos em porcentagem.

### **A.2.2 Perfil de firmeza**

As medições foram feitas a cada 2 cm ao longo do palmito inteiro, após a retirada das bainhas de proteção. Foi utilizado um analisador de textura, modelo 3367 (Instron), ponta de prova tipo agulha (3 mm de diâmetro), que mediu a força máxima de penetração em Newton (N), em uma velocidade de 5 mm/s, utilizando-se

uma distância de penetração de 5mm, valores estes previamente fixados segundo Ribeiro (2008), após testes preliminares.

### **A.2.3 Análises químicas**

Foram realizadas as seguintes análises, conforme as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985):

**Sólidos solúveis** – A extração foi realizada com auxílio de um processador doméstico de alimentos. Após triturar e extrair suco celular de cada região, 3 a 4 gotas das amostras foram tomadas para a determinação do teor de sólidos solúveis. A quantificação foi realizada com o auxílio de um refratômetro digital modelo RTD-45 (Instrutherm) e o teor de sólidos solúveis expressos em °Brix.

**pH** – Cada região foi triturada separadamente, com o auxílio de um homogeneizador de tecidos modelo Turrax T-18 (IKA Labortechnik). Pesou-se aproximadamente 10 g de cada região em um béquer e diluiu-se em 100 mL de água desionizada. Agitou-se, e em seguida, o pH foi determinado potenciométricamente utilizando-se pHmetro Digimed DM-22 .

**Acidez titulável** – Pesou-se cerca de 5 g de cada região triturada em um Erlenmeyer de 125 mL e adicionou-se 50 mL de água desionizada. A acidez foi determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,01 N, tendo como indicador fenolftaleína 1%. A acidez titulável foi expressa em % de ácido cítrico.

**Vitamina C** – Amostras de aproximadamente 10 g de cada região foram homogeneizadas com ácido oxálico 0,5% com o auxílio de um triturador Turrax T-18 (IKA Labortechnik) por cerca de dois minutos. Uma alíquota de 5 mL do homogenato foi tomada, transferida para Erlenmeyer de 125 mL, onde se adicionou 45 mL com a água desionizada. Titulou-se com solução padronizada de 2,6-diclorofenolindofenol 0,02%, (solução de Tillmans). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 mg de massa fresca.

Todas as análises foram feitas em triplicata.

## **A.2.4 Produção de gás carbônico e produção de etileno**

### **A.2.4.1 Regiões intactas**

As regiões do palmito foram acondicionadas em frascos com volume de 0,6 L para a região basal e 1,56 L para as regiões mediana e apical. Os frascos foram mantidos hermeticamente fechados por 24 horas para quantificação de gás carbônico e por 35 horas para a taxa de produção de etileno, utilizando-se três repetições para cada região.

### **A.2.4.2 Regiões cortadas**

Cada região foi cortada em rodela de aproximadamente 1 cm de espessura e cerca de 150 g de rodela de cada região foram colocadas em frascos com volume de 0,6 L e mantidos hermeticamente fechados por 24 horas para quantificação da produção de gás carbônico e por 35 horas para etileno, utilizando-se três repetições para cada região.

### **A.2.4.3 Amostragem e quantificação**

A produção de gás carbônico foi determinada em sistema fechado. Coletaram-se amostras de 1,0 mL da atmosfera interna dos frascos nos tempos 0,25; 0,5; 0,75; 1; 3; 6; 9; 12 e 24 horas, sob a temperatura de  $24 \pm 2$  °C. Para a quantificação de gás carbônico utilizou-se cromatógrafo gasoso modelo GC-14B (Shimadzu, Kyoto), equipado com detector de ionização de chama e coluna empacotada com Poropak-Q. As temperaturas da coluna, injetor e detector utilizadas foram 50, 100 e 150 °C, respectivamente. A quantificação das concentrações de gás carbônico, dentro dos frascos, foi feita pela comparação do pico produzido pela amostra com aquele produzido pela aplicação de uma alíquota de 1,0 mL de um padrão com 1% de gás carbônico, sendo a taxa respiratória expressa em mililitro (mL) de CO<sub>2</sub> por quilograma (kg) de material fresco (MF) por hora (h).

A produção de etileno de palmito pupunha das regiões mantidas inteiras e cortadas foi determinada em sistema fechado. Coletaram-se amostras de 1,0 mL da atmosfera interna dos frascos a cada cinco horas durante 35 horas, sob a temperatura de  $24 \pm 2$  °C. Utilizou-se cromatógrafo gasoso modelo GC-14B (Shimadzu, Kyoto),

equipado com detector de ionização de chama e coluna empacotada com Poropak-Q. As temperaturas da coluna, injetor e detector utilizadas foram 50, 100 e 135 °C, respectivamente. A quantificação do etileno produzido foi feita pela comparação do pico produzido pela amostra com aquele produzido pela aplicação de uma alíquota de 1,0 mL de um padrão com 0,8 ppm de etileno. A taxa de produção de etileno foi expressa em microlitros ( $\mu\text{L}$ ) de etileno por quilograma (kg) de material fresco (MF) por hora (h).

### **A.2.5 Caracterização anatômica do palmito**

Para a caracterização anatômica do palmito pupunha, amostras das regiões apical, mediana e basal foram fixadas em FAA<sub>50</sub> (formaldeído, ácido acético glacial, etanol 50%, 5:5:18, v/v) por 48 horas e estocadas em etanol 70% (Johansen, 1940). As mesmas foram incluídas em metacrilato seguindo o protocolo do fabricante (Leica Historesin®). As amostras emblocadas foram seccionadas em micrótomo rotativo de avanço automático, modelo RM 2155 (LEICA Microsystems Inc.) e os cortes (5  $\mu\text{m}$  de espessura) foram corados em solução de azul de toluidina 1% (O'Brien et al., 1964) e contra-corados com solução de lugol para a observação da estrutura geral e detecção de amido. A observação de cristais e outros materiais birrefringentes foi realizada sob luz polarizada. A observação e a documentação fotográfica foram realizadas em fotomicroscópio (modelo AX70RF, Olympus Optical, Tóquio, Japão) equipado com câmera digital.

### **B - Caracterização das regiões do palmito minimamente processadas durante a conservação refrigerada**

Os palmitos foram pré-resfriados com água gelada (8 °C) por aproximadamente 1 hora para a retirada do calor de campo. Em seguida, foram padronizados e cortados conforme item A.1. Identificadas as regiões apical e mediana, estas foram fragmentadas em segmentos de 8 cm, enquanto a região basal, foi mantida inteira deixando-se apenas o segundo entrenó, descartando-se o primeiro e o terceiro entrenós.

Os produtos foram sanitizados por imersão em solução de cloro ativo, 200  $\text{mg.L}^{-1}$  por 10 minutos, enxaguados em solução contendo 3  $\text{mg.L}^{-1}$  de cloro ativo por

5 minutos e drenados em bandejas plásticas perfuradas durante 20 minutos. Em seguida, foram embalados em bandejas de poliestireno expandido (isopor), envoltas por duas camadas de filme de policloreto de vinila (PVC) de 12 µm de espessura e conservados em câmara fria a  $5 \pm 1$  °C e  $89 \pm 3\%$  UR, por 15 dias. Foram avaliados massa fresca, cor, açúcares solúveis totais, açúcares redutores e não redutores e o teor de amido. Foi realizada também caracterização histoquímica para identificação de lignina.

### **B.1 Massa fresca**

A massa fresca foi obtida por pesagem a cada três dias e a perda de massa fresca foi calculada pela diferença entre a massa inicial e final das regiões minimamente processadas, utilizando balança semi-analítica. Os dados foram transformados em perda de massa acumulada.

O controle, sem embalagem, foi montado para efeito de comparação da magnitude da perda de massa fresca.

Foi utilizada a seguinte fórmula:

$$PMF = \frac{(MFI - MFF) \times 100}{MFI}$$

Sendo:

PMF = Perda de massa fresca, %

MFI = Massa fresca inicial, g

MFF = Massa fresca final, g

### **B.2 Cor superficial**

As variações de cor superficial nas três regiões de palmito pupunha minimamente processado foram acompanhadas, durante o período de conservação refrigerada, a cada sete dias, com o auxílio de um colorímetro portátil digital Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing) e de câmera fotográfica. Utilizando-se o colorímetro portátil as leituras foram obtidas segundo o modelo tridimensional de coordenadas cromáticas preconizada pelo Cielab (sistema L\*, a\*, b\*). O valor L\* representa a luminosidade da cor (0 indica preto e 100 indica branco), a coordenada

a\* indica a posição da cor entre verde (-a) e vermelho (+a), e a coordenada b\* indica a cor entre azul (-b) e amarela (+b).

### **B.3 Teor de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e não redutores e amido**

Foram pesados separadamente cerca de 5 g de palmito das regiões apical, mediana e basal. As amostras foram imersas em etanol 80% fervente e, em seguida, armazenados sob refrigeração. Na extração, o material foi triturado com o auxílio de um homogeneizador de tecidos Turrax T-18 (IKA Labortechnik) e o sobrenadante foi filtrado em papel filtro qualitativo 80G, seguindo-se três lavagens com etanol 80%. O volume combinado após as lavagens foi completado, em balão volumétrico, para 20 mL com etanol 80%. O extrato obtido foi armazenado em geladeira e o resíduo retido no tubo de centrifugação foi seco em estufa a 65 °C por 72 horas para posterior quantificação do teor de amido.

Os açúcares solúveis totais foram quantificados pelo método fenol-sulfúrico (Dubois et al., 1956), com adaptações. Em cada réplica, pipetaram-se 0,25 mL do extrato diluído em tubo de ensaio. Em seguida, foram adicionados 0,25 mL de fenol a 5% e os tubos foram homogeneizados. Posteriormente, a cada um dos tubos foram adicionados 1,25 mL de ácido sulfúrico concentrado, sendo novamente agitados e levados a banho-maria a 30°C, por 20 minutos, sempre em duplicata. Em seguida, procedeu-se a leitura da absorbância a 490 nm em espectrofotômetro, modelo UV1601 (Shimadzu). Os valores obtidos foram comparados com curva-padrão de sacarose previamente preparada. O resultado foi expresso em % TESC (Carboidrato solúvel em etanol 80%) na matéria fresca.

Para a quantificação do teor de açúcares redutores foi utilizado o método de Somogyi-Nelson (Nelson, 1944), com adaptações, sendo utilizado o mesmo extrato alcoólico obtido para a quantificação dos açúcares solúveis totais. Uma alíquota de 0,2 mL de extrato diluído foi transferida para tubos Eppendorff, sempre em duplicata e, em seguida, foi adicionado 0,2 mL de reativo de Nelson. Os tubos foram agitados e levados a banho-maria, em água fervente, por 15 minutos. Em seguida, foi adicionado em cada tubo, 0,2 mL de solução arsenomolibdica e 0,6 mL de água desionizada, sendo novamente agitados. Após essas etapas as leituras foram realizadas na absorbância de 540 nm em espectrofotômetro, modelo UV1601 (Shimadzu), e os valores obtidos foram comparados com a curva padrão de glicose.



Os açúcares não redutores foram estimados subtraindo-se o teor de açúcares redutores do teor de açúcares solúveis totais. Ambos foram expressos em % TESC (Carboidrato solúvel em etanol 80%) na matéria fresca.

Para quantificação do teor de amido, foi utilizado o resíduo obtido pela extração de açúcares solúveis totais após secagem por 72 horas, à temperatura de 65 °C, mediante metodologia descrita por McCready et al. (1950), com adaptações. Após serem pesadas e trituradas, as amostras foram colocadas em tubos de ensaio e ressuspensas em 2,5 mL de água desionizada e 3,25 mL de ácido perclórico a 52%, agitadas e deixadas em repouso por 30 minutos. Em seguida, foram centrifugadas a 2000 g por 10 minutos e o sobrenadante foi coletado. Esta operação foi realizada por três vezes, e o volume, ao final das três centrifugações, foi completado com água desionizada para um volume conhecido e igual para todas. O extrato foi armazenado sob refrigeração para posterior quantificação.

Para a quantificação do teor de amido foi utilizado o mesmo método dos açúcares solúveis totais descrito anteriormente, sendo o resultado multiplicado pelo fator 0,9 (fator de correção para transformação da quantidade de glicose para a quantidade de amido na amostra, uma vez que na formação do amido há a remoção de uma molécula de água) e expresso em matéria fresca.

#### **B.4 Caracterização histoquímica para identificação de lignina**

Amostras coletadas após o processamento mínimo e ao final do período de conservação, fixadas em FAA<sub>50</sub> e estocadas em etanol 70% (Johansen, 1940) foram seccionadas a mão livre e submetidas à floroglucina ácida (Johansen, 1940) para detecção de lignina. A análise e a documentação fotográfica foram realizadas em fotomicroscópio (modelo AX70RF, Olympus Optical, Tóquio, Japão) equipado com câmera digital.

#### **2.1 Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise estatística utilizando-se nos gráficos barras com o erro padrão da média. Os dados referentes às análises químicas, sólidos solúveis, pH, acidez titulável e vitamina C, foram submetidos a análise de variância e

quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do programa Sisvar 4.0 (Ferreira, 2008).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### A. Matéria Prima

##### 3.1 Rendimento

O aproveitamento total de palmito pupunha “in natura”, para consumo humano, padronizado com 70 cm, foi de aproximadamente 60 cm correspondendo a 85% (Tabela 1).

**Tabela 1-** Valores médios e desvio padrão do comprimento, aproveitamento e rendimento das regiões de palmito pupunha sem bainhas de proteção\*

Região da palmito	Comprimento (cm)	Aproveitamento (cm)	Rendimento** (%)
Apical	23 ± 5	14 ± 7	20 ± 9
Mediana	25 ± 3	25 ± 3	35 ± 4
Basal 1º entrenó	2 ± 0,4	2 ± 0,4	2 ± 0,6
2º entrenó	12 ± 3	12 ± 3	17 ± 4
3º entrenó	8 ± 2	8 ± 2	11 ± 3
Total	70	61	85

\*Média de 10 repetições

\*\*Rendimento calculado em relação ao comprimento total de palmito pupunha padronizado com 70 cm e sem bainhas de proteção

Da região apical, cerca da metade foi aproveitada, correspondendo a 20% do rendimento em relação ao palmito com 70 cm (Tabela 1). A região mediana, com 25 cm, foi aproveitada integralmente, equivalendo a 35% do rendimento (Tabela 1). Por ser considerada a parte nobre do palmito, a região mediana é aquela de maior interesse econômico. O rendimento da região basal foi de 30% do total, aproveitando-se os três entrenós abaixo do meristema.

O rendimento total com base na massa, fresca incluindo as duas bainhas de proteção, foi cerca de 70% e desconsiderando as bainhas, o rendimento foi praticamente integral, 96% (Tabela 2).

**Tabela 2-** Valores médios e desvio padrão de massa fresca, aproveitamento e de rendimento das regiões de palmito pupunha\*

	Massa fresca (g)	Aproveitamento (g)	Rendimento (%), incluindo as bainhas**	Rendimento (%), desconsiderando as bainhas**
Bainhas	400 ± 130	0	0	0
Apical	110 ± 50	60 ± 24	4 ± 2	6 ± 3
Mediana	170 ± 38	170 ± 38	12 ± 3	17 ± 4
Basal 1º entrenó	30 ± 9	30 ± 9	2 ± 0,6	3 ± 0,9
2º entrenó	290 ± 117	290 ± 117	21 ± 8	29 ± 12
3º entrenó	410 ± 95	410 ± 95	29 ± 7	41 ± 9
Total	1410	960	68	96

\*Média de 10 repetições

\*\* Rendimento calculado em relação ao peso total do palmito padronizado com 70 cm

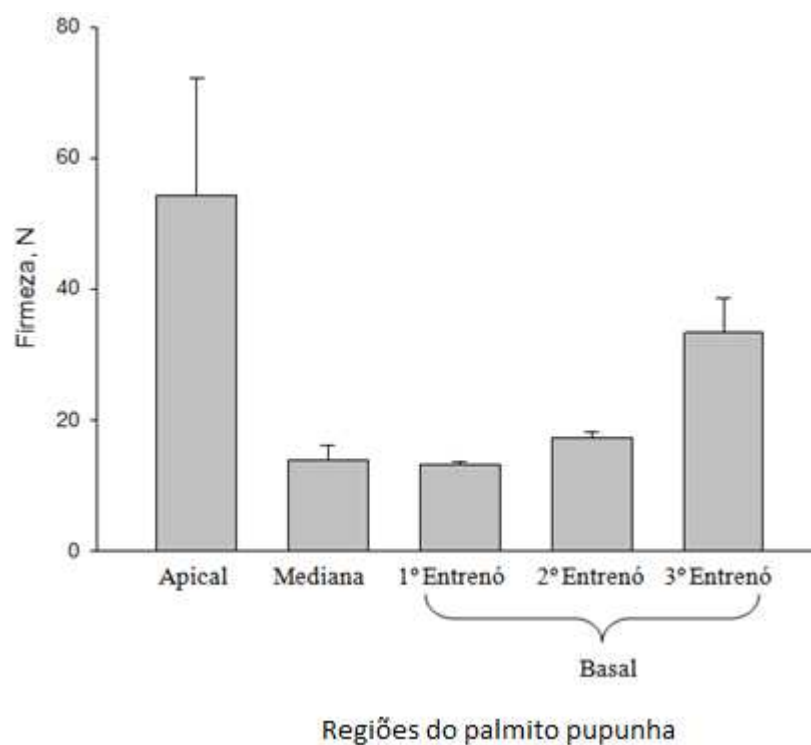
Observou-se um valor inferior do rendimento com base na massa fresca, incluindo as bainhas de proteção, quando comparado com o aproveitamento com base no comprimento (Tabela 1). Essa menor porcentagem de aproveitamento é devido ao descarte das duas bainhas de proteção que representam cerca de 28% do peso total do palmito.

As duas bainhas de proteção, geralmente descartadas pela indústria alimentícia, possuem potencial para serem utilizadas para outras finalidades, como, por exemplo, na alimentação animal (Alves Junior et al., 2005; Rodrigues Neto et al., 2001). Estudos com subprodutos da extração do palmito pupunha permitiram concluir que a ensilagem do subproduto da pupunha, constituído de folhas, bainhas e parte dos caules, com adição de 10% de polpa cítrica ou milho moído proporcionou silagens de qualidade média e valor nutritivo semelhante à maioria das silagens de forrageiras convencionais (Rodrigues Neto et al., 2001).

### 3.2 Perfil de firmeza

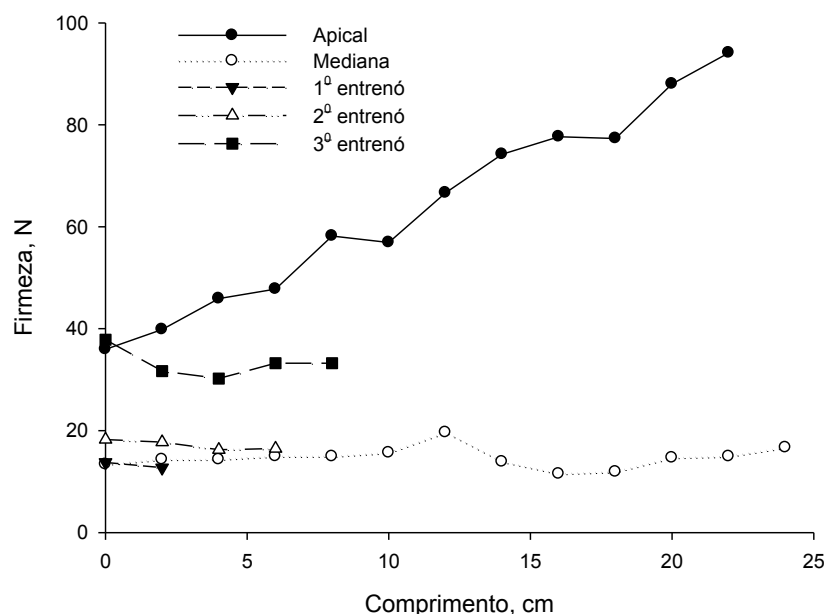
A firmeza do palmito, sem as bainhas de proteção, foi maior nas extremidades distais das regiões apical e basal (Figura 4). As regiões apical e basal (3º entrenó) apresentaram médias de resistência a penetração de 54 e 33 N, respectivamente. As

regiões mais macias foram a mediana e o 1º entrenó da região basal, apresentando firmeza em torno de 14 N. A firmeza do 2º entrenó foi cerca de 17 N (Figura 4).



**Figura 4.** Firmeza das regiões ao longo do palmito pupunha recém colhido. Os entrenós (1º, 2º e 3º) compõem a região basal. As barras representam o erro padrão da média. Média de 4 repetições.

O perfil de firmeza das regiões estudadas apresentou valores médios com poucas variações ao longo dos seus respectivos comprimentos, exceto a região apical que apresentou valores de firmeza crescentes em sua extensão. Quanto mais distante do meristema, maior foi a resistência a penetração na região apical (Figura 5).



**Figura 5.** Firmeza ao longo das regiões do palmito pupunha recém colhido. O comprimento no eixo x é no sentido do final da região mediana a extremidade de cada região. Os entrenós (1, 2 e 3º) compõem a região basal. Média de 4 repetições.

Com base na firmeza, notou-se que o aproveitamento das regiões não consideradas nobres como a apical e basal é crítico para o consumo humano, podendo se aproveitar partes destas, normalmente descartadas, aumentando o rendimento do palmito associado ao aproveitamento integral da região mediana. Assim, tecidos da região apical com firmeza na faixa de aproximadamente 40 a 50 N (valores a serem conferidos através de avaliação sensorial) são utilizáveis para o consumo humano, nestas condições experimentais. Esta grande variação dos valores de firmeza para a região apical pode ser devido a um conjunto de fatores como processo de diferenciação, idade da planta, ponto de colheita e ainda ao efeito sazonal. Desse modo, sugere-se repetir a análise do perfil de firmeza em outra época do ano além de aumentar o número de repetições.

Estes resultados foram semelhantes aos trabalhos de Soares et al. (s.d) com palmito pupunha, que evidenciaram aumento da resistência à penetração a partir da base da região mediana até a região apical. Os resultados observados no presente trabalho supõem uma diferenciação dos principais componentes celulósicos, péclicos e lignina à medida que os tecidos da região apical se diferenciam em folíolo e em raque.

### 3.3 Análises químicas

Houve diferença significativa nos teores de sólidos solúveis totais, pH, acidez titulável e vitamina C nas três diferentes regiões de palmito pupunha (Tabela 3).

**Tabela 3-** Valores médios de sólidos solúveis, pH, acidez titulável e vitamina C das regiões de palmito pupunha recém colhido.

Região do palmito	Sólidos solúveis (°Brix)	pH	Acidez titulável (% ácido cítrico)	Vitamina C (mg ác. ascórbico/100g <sup>-1</sup> )
Apical	6,8 b	6,4 ab	3,0 b	5,5 b
Mediana	8,6 a	6,5 a	5,0 a	9,4 a
Basal, 2º entrenó	7,4 ab	6,3 b	3,3 b	2,6 c

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

A região apical apresentou teores de sólidos solúveis, acidez titulável e vitamina C comparativamente menores aos teores encontrados na região mediana do palmito (Tabela 3). A região mediana apresentou maiores teores de sólidos solúveis, 8,6 °Brix e de vitamina C, 9,4 mg ácido ascórbico.100 g<sup>-1</sup> de massa fresca (Tabela 3). Os teores dos parâmetros químicos avaliados encontrados na região basal, assim como na região apical, foram menores que os teores encontrados na região mediana (Tabela 3).

Ribeiro (2008), em estudos com palmito pupunha minimamente processado, encontrou na região mediana valores médios de sólidos solúveis de 1,2 °Brix e 6,05 de pH. Avaliando a qualidade do palmito pupunha “in natura”, Kalil et al. (2010) encontram teores médios de sólidos solúveis de 5,6 °Brix, 5,7 de pH e 1,64% de acidez titulável.

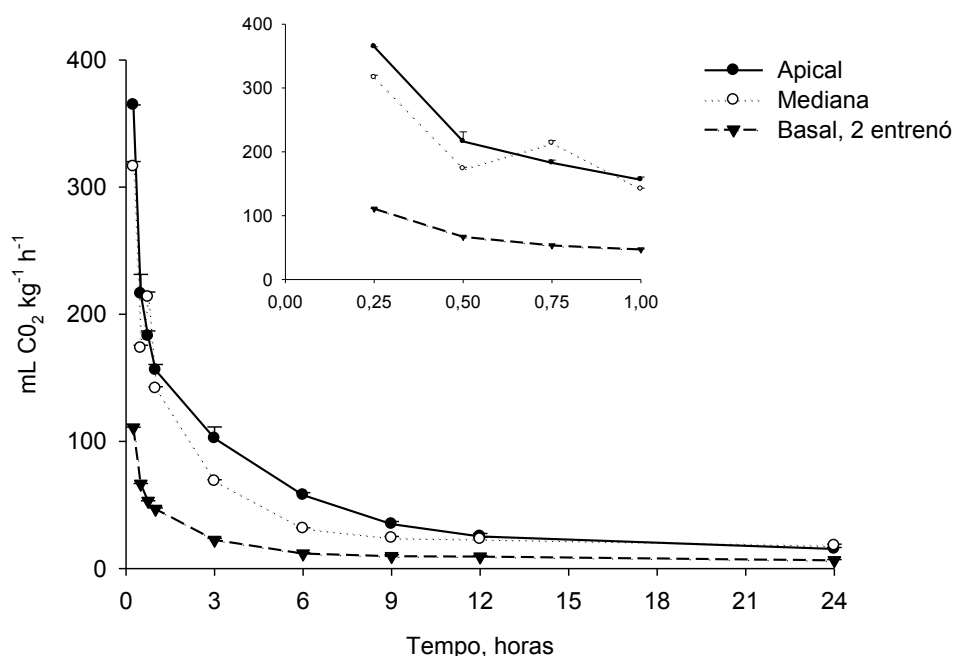
Entre as características químicas, a determinação dos teores de sólidos solúveis totais, pH, acidez titulável e vitamina C são algumas das mais utilizadas na avaliação da qualidade de frutas e hortaliças (Chitarra e Chitarra, 2005). Os maiores teores de sólidos solúveis, acidez titulável e vitamina C obtidos na região mediana podem ser devido ao metabolismo mais acentuado nessa região, por se tratar de uma região com

tecidos em intenso processo de divisão celular, exigindo, assim, maior quantidade de substratos para suprir essa demanda. Diferente da região mediana, as regiões apical e basal são formadas por tecidos mais diferenciados, exigindo menor demanda de substratos.

### 3.4 Taxa respiratória (TR)

#### 3.4.1 Regiões inteiras

A taxa respiratória (TR) das três regiões de palmito pupunha, mantidas inteiras, reduziu consideravelmente após a primeira hora (Figura 6).



**Figura 6.** Taxa respiratória de palmito pupunha das regiões apical, mediana e basal, 2º entrenó, recém colhido, mantidas inteiras, em sistema fechado (aproximadamente 150 g da região apical e 200 g da região mediana em frasco de 1,56 L e 250 g da região basal, 2º entrenó, em frasco de 0,6 L). No detalhe, a taxa das regiões do palmito durante a primeira hora em sistema fechado. Condições do experimento:  $24 \pm 2$  °C. As barras representam o erro padrão da média. Média de 3 repetições.

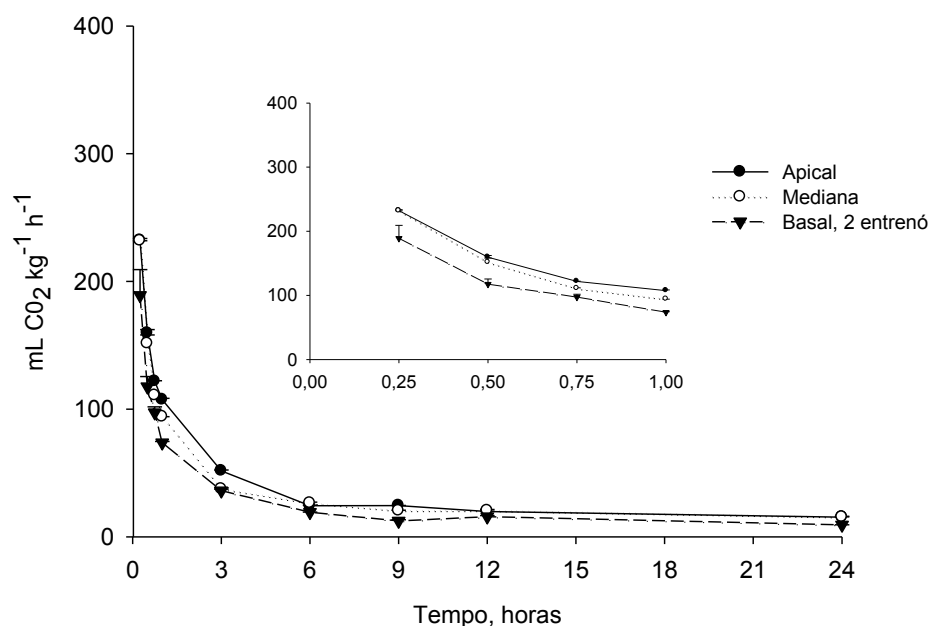
A região apical apresentou maior TR,  $364 \text{ mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  seguida das regiões mediana e basal, 2º entrenó, que apresentaram  $316$  e  $105 \text{ mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , respectivamente, nos primeiros 15 minutos após o acondicionamento em sistema

fechado (Figura 6). Verificou-se que as TR das regiões apical e mediana estabilizaram a partir de nove horas em 34 e 24 mL CO<sub>2</sub>. kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, respectivamente, enquanto a TR da região basal, 2º entrenó, estabilizou-se com seis horas em aproximadamente 12 mL CO<sub>2</sub>. kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>(Figura 6). Desse modo, a ordem de estabilização da TR no tempo, das regiões estudadas foi basal, mediana e apical. De acordo com a tabela de classificação da taxa respiratória de hortaliças proposta por Kader (2002), a TR das três regiões do palmito é considerada moderada a alta mesmo após a estabilização.

### **3.4.2 Regiões cortadas**

A taxa respiratória 15 minutos após o corte foi de 232; 232 e 189 mL CO<sub>2</sub>. kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> para as regiões apical, mediana e basal, 2º entrenó, respectivamente (Figura 7). A taxa respiratória das regiões processadas seguiu a mesma tendência de redução daquelas mantidas inteiras, durante o período de 24 horas. O estresse ocasionado pelo corte diminuiu em aproximadamente duas vezes a TR inicial das regiões apical e mediana, porém, na região basal, 2º entrenó, o efeito foi contrário, observando-se aumento em cerca de duas vezes em relação à taxa inicial dessa região (Figura 7). Notou-se que a estabilização da TR para as três regiões estudadas ocorreu após nove horas (Figura 7).





**Figura 7.** Taxa respiratória de palmito pupunha recém colhido das regiões apical, mediana e basal, 2º entrenó, cortadas em rodelas de  $\pm 1$  cm de espessura, mantido em sistema fechado (aproximadamente 150 g por frasco de 0,6 L). No detalhe, a taxa respiratória das regiões do palmito durante a primeira hora em sistema fechado. Condições do experimento:  $25 \pm 1$  °C. As barras representam o erro padrão da média. Média de 3 repetições.

Após 24 horas em sistema fechado, observou-se que a TR das regiões apical e mediana, mantidas inteiras, manteve-se ligeiramente maior do que as mesmas cortadas, enquanto a região basal apresentou maior TR quando submetida ao corte em rodelas (Tabela 4).

**Tabela 4-** Faixa de equilíbrio da taxa respiratória (mL CO<sub>2</sub>. kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) das regiões apical, mediana e basal, 2º entrenó, de palmito pupunha inteiras e cortadas mantidas em sistema fechado entre 12 e 24 horas.

Região	Taxa respiratória (mL CO <sub>2</sub> . kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )	
	Inteira	Cortada*
Apical	25-15	20-15
Mediana	23-18	21-15
Basal, 2º entrenó	9-6	16-9

\*Rodelas de  $\pm 1$  cm de espessura

A redução da TR inicial observada nas regiões cortadas em relação às mesmas mantidas inteiras pode ser explicada com base em algumas hipóteses. A primeira hipótese estaria relacionada com o acúmulo de gás carbônico, uma vez que foram

utilizados frascos com volumes diferentes, 1,6 e 0,6 L para as regiões apical e mediana, mantidas inteiras e cortadas, respectivamente. Para a região basal, o volume do frasco utilizado foi o mesmo, 0,6 L. Assim, nos frascos de menor volume, o acúmulo de gás carbônico estaria ocorrendo mais rápido e provavelmente inibindo as enzimas descarboxilativas do ciclo de Krebs, uma vez que o gás carbônico é produto dessa via de oxidação, reduzindo a respiração. Amostras da região basal, por ter um metabolismo menos acelerado, provavelmente não causaram acúmulo significativo no volume vazio, a ponto de inibir a respiração. Além disso, a disponibilidade de oxigênio no interior dos frascos poderia ter reduzido durante o período experimental, contribuindo para a redução da respiração, uma vez que o oxigênio é substrato para a respiração aeróbica.

A segunda hipótese da redução da TR das regiões cortadas em comparação com as inteiras até a estabilização pode ser explicada pelo fato das regiões inteiras possuírem uma taxa de transpiração mais lenta, permanecendo o interior dessas com uma temperatura mais elevada por um tempo maior, uma vez que a transpiração retira calor do produto.

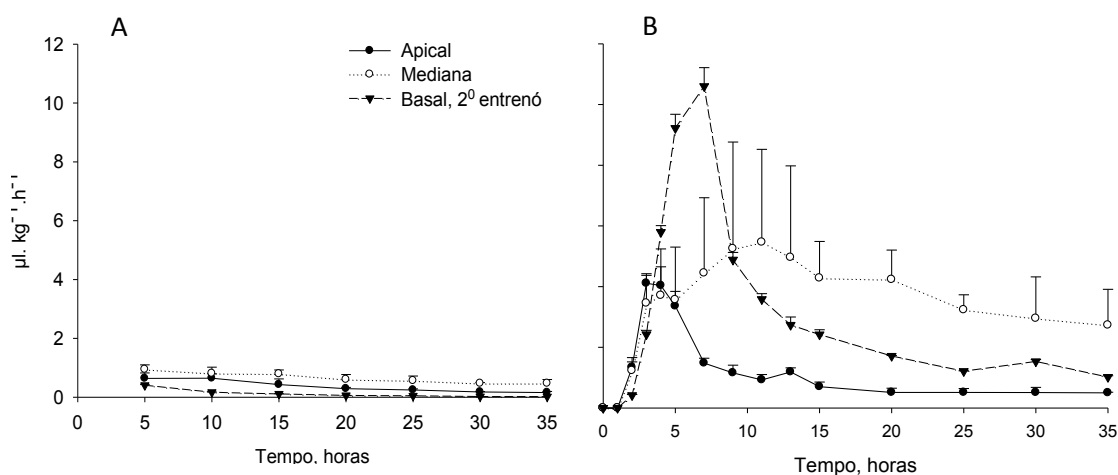
A temperatura é o fator mais importante a ser controlado na fase pós-colheita dos produtos hortícolas, influenciando diretamente na qualidade e na vida de prateleira (Wills et al., 1998). Um estrito controle de temperatura é necessário para minimizar o aumento da respiração e as taxas metabólicas em produtos minimamente processados (Cantwell e Suslow, 2002). Diante disso, sugere-se, para prolongar a vida útil das regiões do palmito, baixar a temperatura dessas, utilizando pré-resfriamento antes de iniciar o processamento mínimo. O pré-resfriamento é uma técnica que pode ser utilizada para baixar a temperatura, com a vantagem de reduzir rapidamente a respiração do produto colhido resultando na manutenção da qualidade (Brosnan e Sun, 2001).

### **3.5 Produção de etileno (PE)**

#### **3.5.1 Regiões inteiras e cortadas**

A região apical apresentou taxa de PE de  $0,6 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , a mediana  $1,0 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  e a região basal, 2º entrenó,  $0,4 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , após cinco horas mantidas em sistema fechado, observando-se tendência de redução da sua taxa nas três regiões

estudadas (Figura 8A). Verificou-se que a estabilização da taxa de PE foi a partir de 25 horas (Figura 8A).



**Figura 8.** Taxa de produção de etileno de palmito pupunha, recém colhido, das regiões apical, mediana e basal, 2º entrenó, mantido em sistema fechado. A: regiões do palmito mantidas inteiras (aproximadamente 150 g da região apical e 200 g da região mediana em frasco de 1,56 L e 250 g da região basal, 2º entrenó, em frasco de 0,6 L). B: regiões do palmito cortadas em rodela de  $\pm 1$  cm de espessura (aproximadamente 150 g em frasco de 0,6 L). Condições do experimento:  $23 \pm 2$  °C. As barras representam o erro padrão da média. Média de 3 repetições.

A região mediana manteve a maior taxa de PE, provavelmente por ser formada por tecido vegetal indiferenciado cujas células se dividem ativamente para formar novos tecidos. O etileno é produzido por todas as partes das plantas angiospermas, em taxas que variam de acordo com o órgão ou tecido e com o seu estágio de desenvolvimento (Chitarra e Chitarra, 2005; Taiz e Zeiger, 2004).

A região apical apresentou máxima PE de  $4,0 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  após três horas em sistema fechado, enquanto a região mediana apresentou  $5,5 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  após 11 horas e a basal  $10,6 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  após sete horas (Figura 8B). O corte aumentou a taxa de PE cerca de seis vezes nas regiões apical e mediana e intensificou em 27 vezes na basal, 2º entrenó, quando comparado com as regiões inteiras (Figura 8B). Verificou-se que nos tecidos das regiões processadas ocorreu uma antecipação da PE podendo ser detectada após três horas (Figura 8B). A estabilização da taxa de PE ocorreu após 15 horas e a região mediana manteve-se com maior taxa de PE, a região basal, 2º entrenó, com taxa intermediária e a região apical com menor taxa, seguindo essa tendência por mais 20 horas (Figura 8B).

As taxas de PE, consideradas de equilíbrio, nas três regiões de palmito pupunha cortadas em rodela mantiveram-se maiores quando comparadas com as mesmas mantidas inteiras, após 35 horas em sistema fechado (Tabela 5).

**Tabela 5-** Faixa de equilíbrio da taxa de produção de etileno ( $\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ) das regiões apical, mediana e basal, 2º entrenó, de palmito pupunha mantidas em sistema fechado entre 25 e 35 horas.

Região	Produção de etileno ( $\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ )	
	Inteira	Cortada*
Apical	0,24-0,16	0,4-0,5
Mediana	0,60-0,50	3,2-2,7
Basal, 2º entrenó	0,05-0,02	1,21-1,0

\* Rodelas de  $\pm 1$  cm de espessura

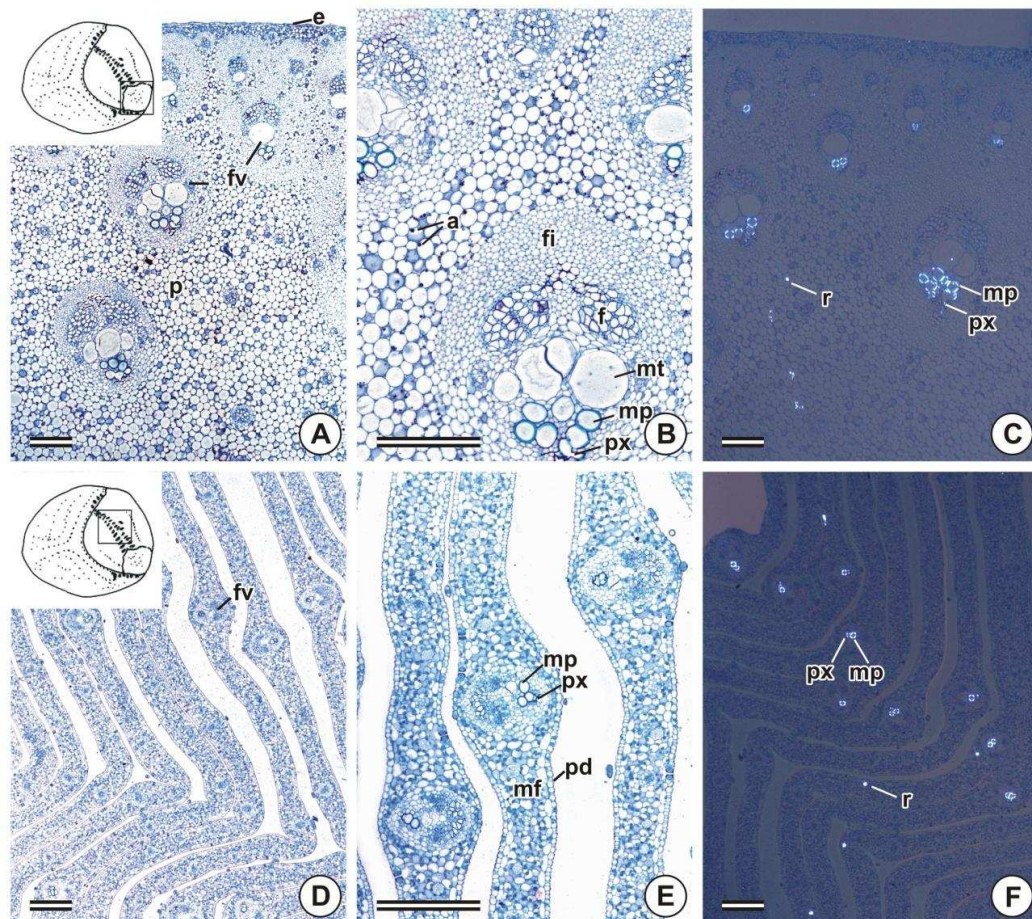
Observou-se que a taxa de PE da região apical cortada manteve-se cerca de duas vezes maior em relação a essa mesma região mantida inteira. As taxas de PE da região mediana, tanto inteira quanto cortada, permaneceram maiores em relação às demais regiões após a estabilização (Tabela 5). No entanto, observou-se um aumento cerca de seis vezes quando a região mediana foi cortada em rodela. A região basal, 2º entrenó, cortada, apresentou taxa de PE aproximadamente 30 vezes maior comparado com essa região inteira após 25 horas (Tabela 5).

O aumento da PE nas três regiões de palmito pupunha, ocasionado pelo corte em rodela, não foi acompanhado por aumento na produção de gás carbônico. Tal aumento da PE pode ser uma resposta hormonal e bioquímica devido ao estresse causado pelo processamento (Rolle e Chism, 1987). Isso ocorre, pois o primeiro alvo desse estresse é a membrana plasmática, a qual responde com mudanças em suas características físicas, de forma a contornar tais perturbações e tentar reparar os danos causados durante o processamento (Watada et al., 1990, Sakr et al., 1997). O acúmulo de etileno dentro dos frascos pode ter estimulado a sua produção autocatalítica. A síntese de etileno é elevada em condições de estresse que neste caso foi provocado pelo corte em rodela. O aumento na produção de etileno é resultado de um aumento na transcrição do mRNA das enzimas envolvidas na sua biossíntese, ACC (ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano) sintase e ACC oxidase. Esse “etileno de estresse” está envolvido no início da resposta ao estresse, como abscisão foliar, senescência e regeneração de lesões (Taiz e Zeiger, 2004).

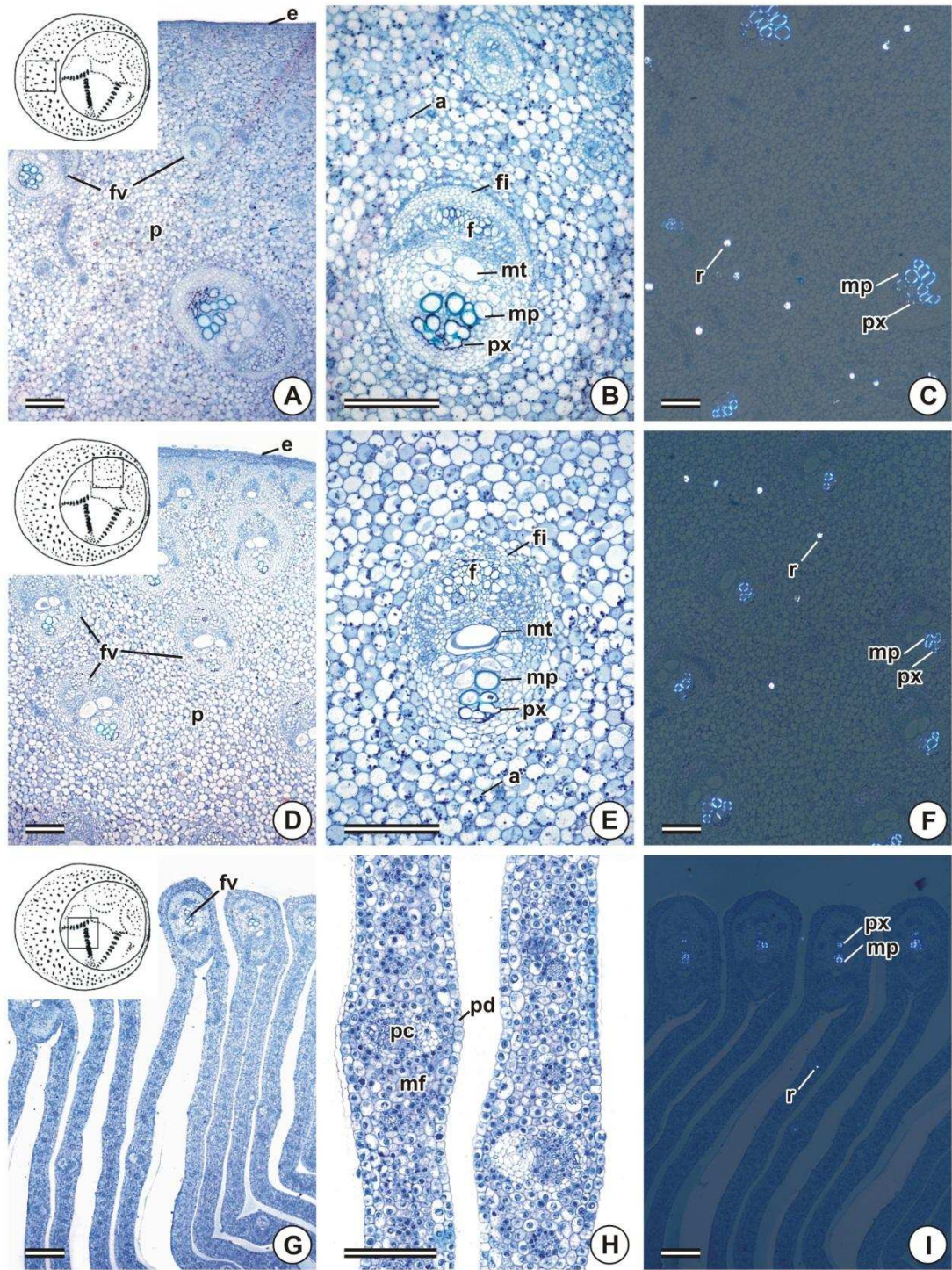
### 3.6 Caracterização estrutural do palmito

O palmito pupunha é formado por porções caulinares e foliares em diferenciação, além de conter o meristema apical da parte aérea. A folha das palmeiras como a pupunha é classificada como completa e composta penada, onde a raque sustenta o limbo repartido em folíolos, seguido de pecíolo e bainha.

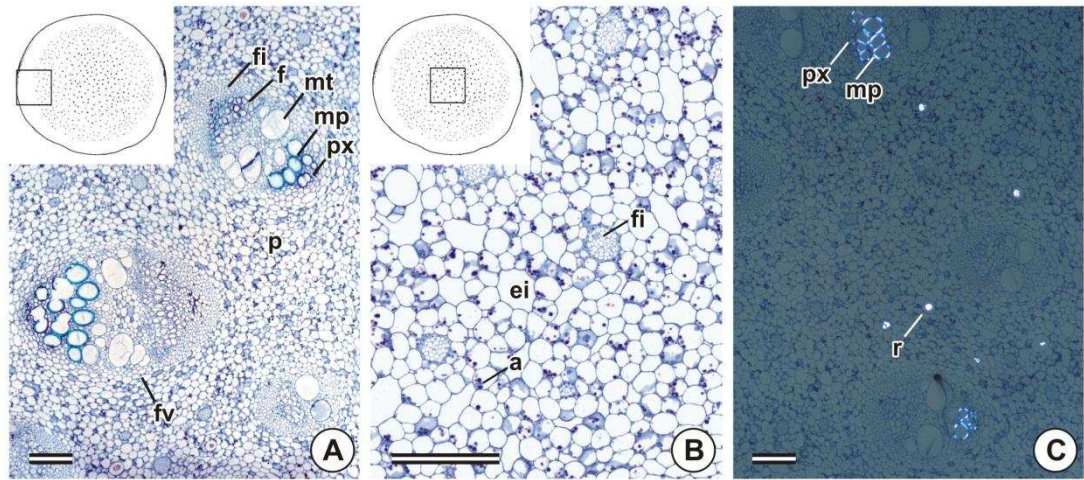
Após o descarte das bainhas de proteção do palmito, este foi dividido em três regiões: apical, mediana e basal. A região apical caracteriza-se pela presença da raque (Figura 9A) e pelos folíolos em diferenciação (Figura 9D). A região mediana apresenta bainha foliar (Figura 10A), raque (Figura 10D) e folíolos em diferenciação (Figura 10G), enquanto a região basal apresenta apenas porções caulinares (Figura 11).



**Figura 9.** Fotomicrografias de seções transversais da região apical do palmito pupunha. A-C: Raque. D-F: folíolo. Os detalhes apresentados em A e D representam a região amostrada. A, D, aspecto geral. B, E, detalhe dos tecidos em diferenciação. C, F, sob luz polarizada. A, amido; f, floema; fi, fibras; fv, feixe vascular; mf, meristema fundamental; mp, metaxilema precoce; mt, metaxilema tardio; p, parênquima; pd, protoderme; px, protoxilema; r, ráfide. Barra = 200  $\mu$ m.



**Figura 10.** Fotomicrografias de seções transversais da região mediana do palmito pupunha. A-C, bainha. D-F, raque. G-I, fólio. Os detalhes apresentados em A, D e G representam a região amostrada. A, D, G, aspecto geral. B-C, E-F, H-I, detalhe dos tecidos em diferenciação. C, F, I, sob luz polarizada. a, amido; f, floema; fi, fibras; fv, feixe vascular; mf, meristema fundamental; mp, metaxilema precoce; mt, metaxilema tardio; p, parênquima; pc, procâmbio; pd, protoderme; px, protoxilema; r, ráfide. Barra = 200  $\mu$ m (A-G, I); 100  $\mu$ m (H).



**Figura 11.** Fotomicrografias de seções transversais da região basal do palmito pupunha. A-C, caule. Os detalhes apresentados em A e B representam a região amostrada. A, aspecto geral da região mais externa do caule. B, região mais interna do caule. C, sob luz polarizada. a, amido; ei, espaço intercelular; f, floema; fi, fibras; fv, feixe vascular; mp, metaxilema precoce; mt, metaxilema tardio; p, parênquima; px, protoxilema; r, ráfide. Barra = 200  $\mu$ m.

Em todas as regiões e partes da folha e, ou caule analisados, a epiderme e o parênquima ainda estão em processo de diferenciação e os feixes vasculares estão parcialmente diferenciados. Nos feixes vasculares, o floema, os elementos de protoxilema e de metaxilema precoce já se encontram diferenciados, sendo que os dois últimos possuem parede secundária totalmente depositada e lignificada. Já os elementos de metaxilema tardios e as fibras que delimitam o feixe vascular, ainda estão em processo de diferenciação, não apresentando depósito de parede secundária e também não apresentando lignificação. Embora as fibras em diferenciação e o parênquima tenham apenas parede primária delgada neste estágio de desenvolvimento, as fibras apresentam diâmetro reduzido em relação às células de parênquima, que dependendo da parte analisada, já se encontram relativamente mais vacuoladas e com depósitos de grãos de amido. Os grãos de amido estão presentes no parênquima caulinar e foliar, mas estão ausentes no parênquima dos folíolos. Nas três regiões do palmito pode-se observar a presença de grãos de amido, no entanto em baixa quantidade devido ao fato do palmito não ser um órgão de reserva, estando em intenso crescimento e desenvolvimento. A região basal (Figura 11) apresentou maior quantidade de grãos de amido, esse resultado está de acordo com o maior teor

desse carboidrato encontrado neste trabalho em relação às demais regiões do palmito estudadas.

Cristais de oxalato de cálcio, na forma de ráfides, ocorrem em fileiras longitudinais ao longo de todas as regiões do palmito pupunha. A presença e a quantidade destes cristais também podem estar associadas à firmeza das diferentes regiões.

Considerando-se apenas as porções foliares (regiões apical e mediana) (Figuras 9 e 10) pode-se estabelecer que a densidade de feixes vasculares decresça da seguinte maneira: raque > bainha > folíolo. Na porção caulinar, região basal (Figura 11) a densidade de feixes vasculares é relativamente baixa em relação as porções foliares e mais concentrada na periferia do órgão (Figura 11A), porém, há abundância de cordões de fibras em diferenciação da região cortical até a região medular (Figura 11B), o que pode estar relacionado com maior valor de firmeza em comparação com a região mediana (Figura 10).

Dentro de cada região do palmito analisada, as estruturas mais externas encontram-se relativamente mais diferenciadas que as estruturas mais internas. No caso da região apical, a raque (Figura 9A) posiciona-se mais externamente que os folíolos (Figura 9B), e pode-se perceber o maior grau de diferenciação da raque pelo maior número de elementos de vaso de metaxilema tardio diferenciados (Figura 9). Na região mediana, a bainha é mais externa que a raque, que por sua vez é mais externa que os folíolos (Figura 10). Da mesma maneira, pode-se observar, na região mediana, que o número de elementos de vaso diferenciados nos feixes vasculares diminui em direção ao centro do palmito: bainha > raque > folíolo (Figura 10). Na região basal (Figura 11), onde apenas porções caulinares estão presentes, o grau de diferenciação dos elementos de vaso é maior, pois há maior número de elementos de proto e metaxilema precoces diferenciados em cada feixe vascular.

A maior proporção de fibras em diferenciação nas regiões do palmito pode estar relacionada com a firmeza, embora o grau de lignificação não apresente diferença. Os cordões de fibras nas regiões diferem de acordo com o grau de diferenciação e espessura. A região apical (Figura 9) apresentou feixes vasculares com cordões de fibras com maior espessura o que pode estar contribuindo para firmeza desta. A região mediana apresentou cordões de fibras com menor espessura, o que confere a esta textura mais macia (Figura 10).

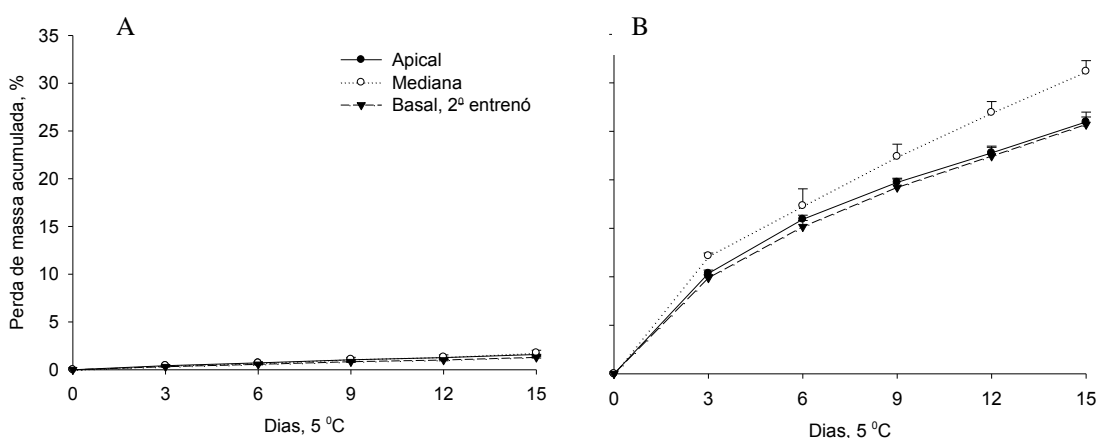


As características anatômicas gerais da bainha foliar das palmeiras são conhecidas e, as observadas neste estudo estão de acordo com o descrito na literatura (Tomlinson, 1961). Pereira e Quadros (2007), em estudos com bainhas foliares internas de palmito pupunha encontraram resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho: feixes vasculares circundados por parênquima de preenchimento, ráfides ocorrendo esparsamente, feixes maiores com floema se dividindo em dois cordões formando uma disposição em V (Figura 10B).

## B. Conservação Refrigerada

### 3.6 Perda de massa fresca

Houve aumento gradual da perda de massa com o decorrer do armazenamento (Figura 12A). A perda de massa acumulada ao final de 15 dias foi de 1,6% para região apical, 1,8% para a mediana e 1,3% para a região basal, 2º entrenó, valores abaixo da faixa considerada crítica, 3 a 6% (Chitarra e Chitarra, 2005). Esses valores baixos de perda de massa são devidos à barreira proporcionada pela embalagem.



**Figura 12.** Perda de massa acumulada (%) das três regiões de palmito pupunha minimamente processado durante 15 dias conservadas a  $5 \pm 1$  °C e  $89 \pm 3\%$  UR. A: regiões do palmito pupunha embaladas em bandejas de poliestireno e filme PVC (12 µm). B: regiões do palmito pupunha sem embalagem. As barras representam o erro padrão da média.

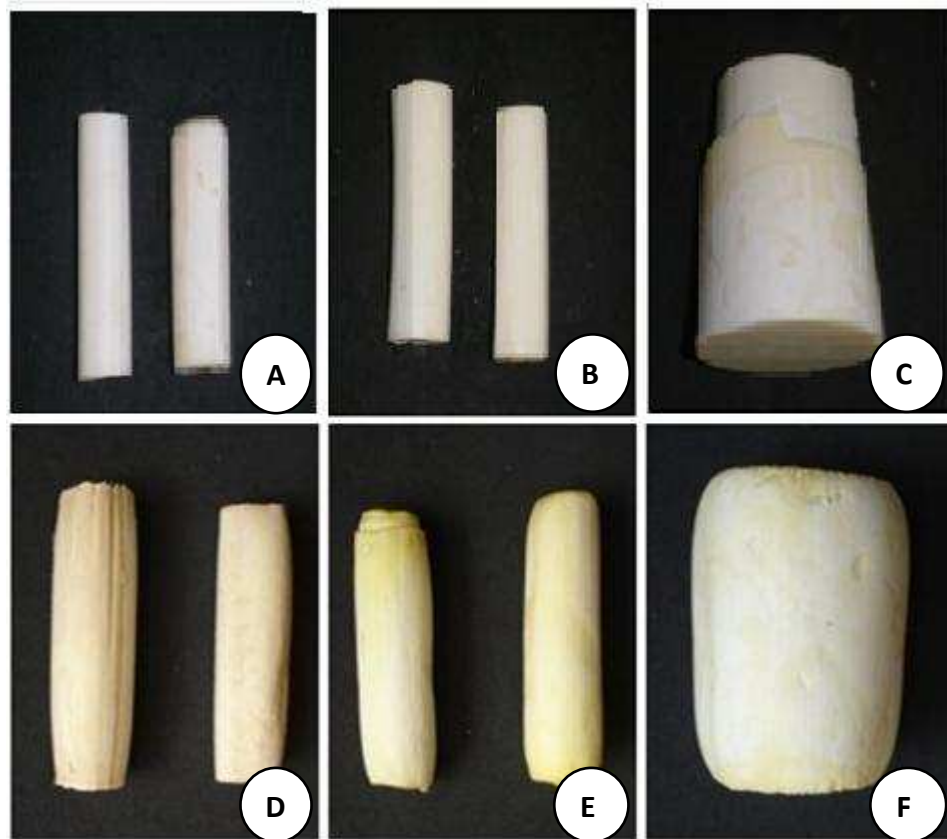
Frutas e hortaliças, mesmo em condições ideais, sofrem alguma perda de massa em função das condições de armazenamento, sendo essa perda atribuída à perda de umidade e de material de reserva pela transpiração e respiração, respectivamente, (Ribeiro, 2008).

Houve aumento da perda de massa durante o período de conservação refrigerada para amostras de todas as regiões estudadas sem embalagem (Figura 12B).

Observou-se aumento da perda de massa de 16, 17 e 20 vezes nos tecidos das regiões apical, mediana e basal, 2º entrenó, respectivamente em relação à perda de massa ao final da conservação quando essas foram conservadas em bandejas de poliestireno e filme PVC (Figura 12A). Tais resultados demonstram quantitativamente a importância do uso de embalagens em produtos processados, uma vez que a embalagem confere ao produto proteção artificial, já que a proteção natural, as bainhas mais externas do palmito, foram retiradas.

Os métodos mais importantes para reduzir a taxa de perda de água do produto envolvem primariamente a redução da capacidade do ar em comportar água adicional, ou seja, a redução a temperatura ambiente e o aumento da umidade relativa do ar permitem o controle da perda de massa (Wills et al. 1998). No entanto, mesmo as condições presentes neste trabalho (5 °C e 89% UR) favoreceram a perda de massa pelas regiões do palmito não embaladas, mostrando a importância do uso de embalagens para o controle da perda de massa de produtos minimamente processados.

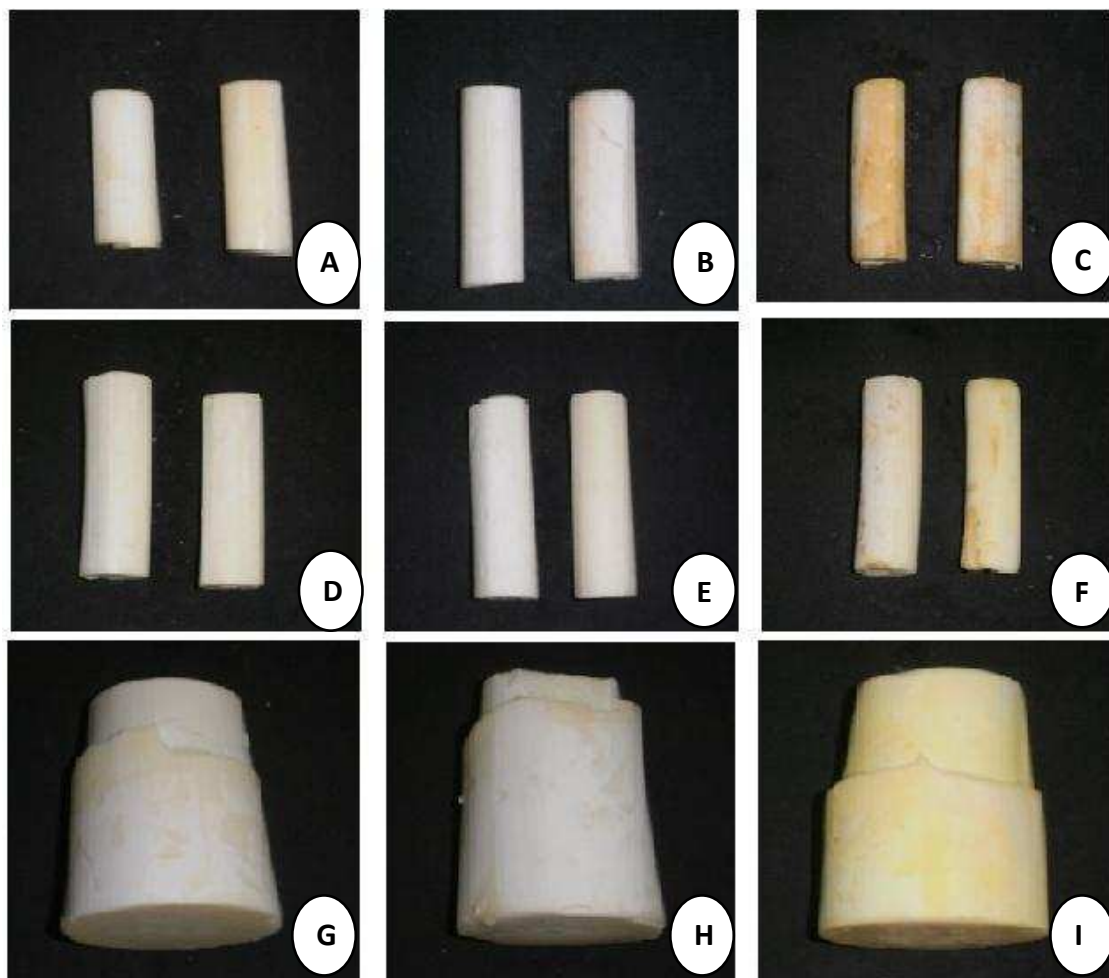
Amostras das três regiões, sem embalagem, ao final do período de conservação mostraram-se com aparência murcha, ressecada, pouco atrativa em relação às mesmas conservadas em bandejas de poliestireno e filme PVC (Figura 13). Observou-se que as extremidades das regiões encontraram-se murchas, sendo provavelmente uma área com maior evaporação de água (Figura 13). Além da perda de massa fresca total e murchamento dos produtos, a perda de água pode promover intensos efeitos fisiológicos, interferindo na respiração, produção de etileno e indução de alterações do padrão de síntese protéica (Finger e Vieira, 1997).



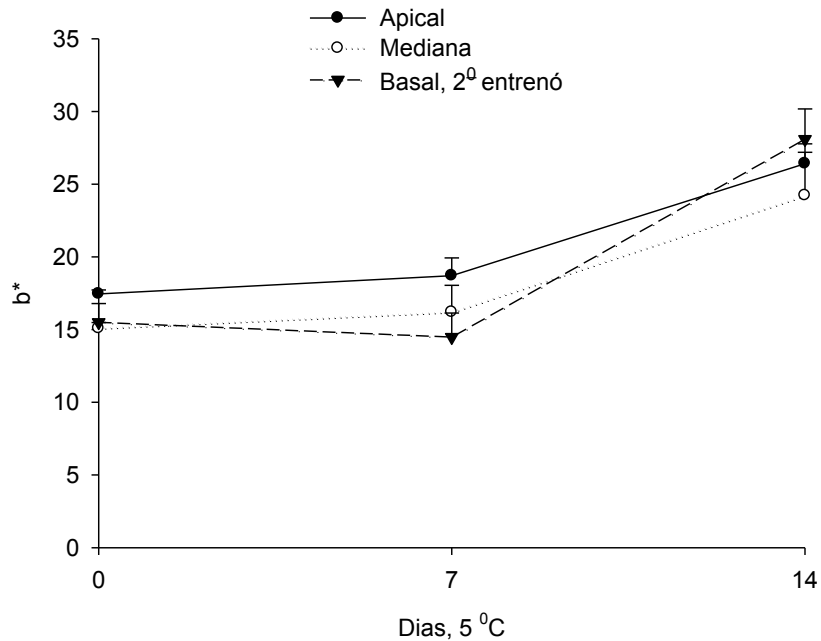
**Figura 13.** Aspecto visual das regiões apical (A, D), mediana (B, E) e basal, 2º entrenó, (C, F) de palmito pupunha minimamente processado. A-C, regiões do palmito pupunha no início do processamento. D-F, regiões do palmito pupunha sem embalagem ao final de 15 dias de armazenamento a  $5 \pm 1$  °C e  $89 \pm 3\%$  UR.

### 3.7 Cor superficial

As regiões estudadas apresentaram amarelecimento superficial ao final do período de conservação refrigerada, o que pode ser verificado pela aparência (Figura 14) e pelo aumento do valor da coordenada  $b^*$  (Figura 15).



**Figura 14.** Aparência das regiões apical (A-C), mediana (D-F) e basal, 2º entrenó (G-I), de palmito pupunha minimamente processado embaladas em bandejas de poliestireno e filme PVC (12  $\mu\text{m}$ ) em 0 (A, D, G), 7 (B, E, H), e 14 (G, H, I) dias de armazenamento a  $5 \pm 1$  °C.



**Figura 15.** Coordenada  $b^*$  nas regiões apical, mediana e basal, 2º entrenó, de palmito pupunha minimamente processado embaladas em bandejas de poliestireno e filme PVC (12  $\mu$ m) aos 0, 7 e 14 dias de armazenamento a  $5 \pm 1$  °C.

A aparência das regiões durante o armazenamento mudou da cor creme, característica do palmito pupunha, para amarelada e com aspecto pegajoso aos 15 dias de armazenamento a  $5 \pm 1$  °C e  $85 \pm 2\%$  UR (Figura 14). As regiões não apresentaram uniformidade na coloração, ou seja, em uma mesma parcela experimental foi possível observar segmentos cuja mudança de cor e aparência ocorreram mais rapidamente e com maior intensidade. Esses resultados observados foram similares aos encontrados por Clement et al. (1999) em estudos sobre conservação de palmito pupunha em atmosfera modificada. A coloração e a aparência são atributos de qualidade importantes, uma vez que são características avaliadas diretamente pelo consumidor (Arruda, 2003).

A contaminação por micro-organismos como *Pseudomonas* sp poderia ser a causa desse amarelecimento superficial, cuja comprovação depende de análises microbiológicas. Produtos minimamente processados constituem ótimo meio de crescimento microbiano, devido ao alto teor de umidade no ambiente interno da embalagem onde os vegetais são acondicionados e à lesão dos tecidos, que expõe substratos celulares à ação de micro-organismos, o que aumenta seu potencial de deterioração (Ribeiro, 2008).

Outra possível causa do amarelecimento superficial poderia ser a atividade de enzimas oxidativas como a polifenoloxidase e peroxidase. Isso ocorre devido à perda da compartimentalização celular, causada pela etapa de corte no processamento mínimo, ao promover o contato entre substratos e enzimas (Rolle e Chism, 1987).

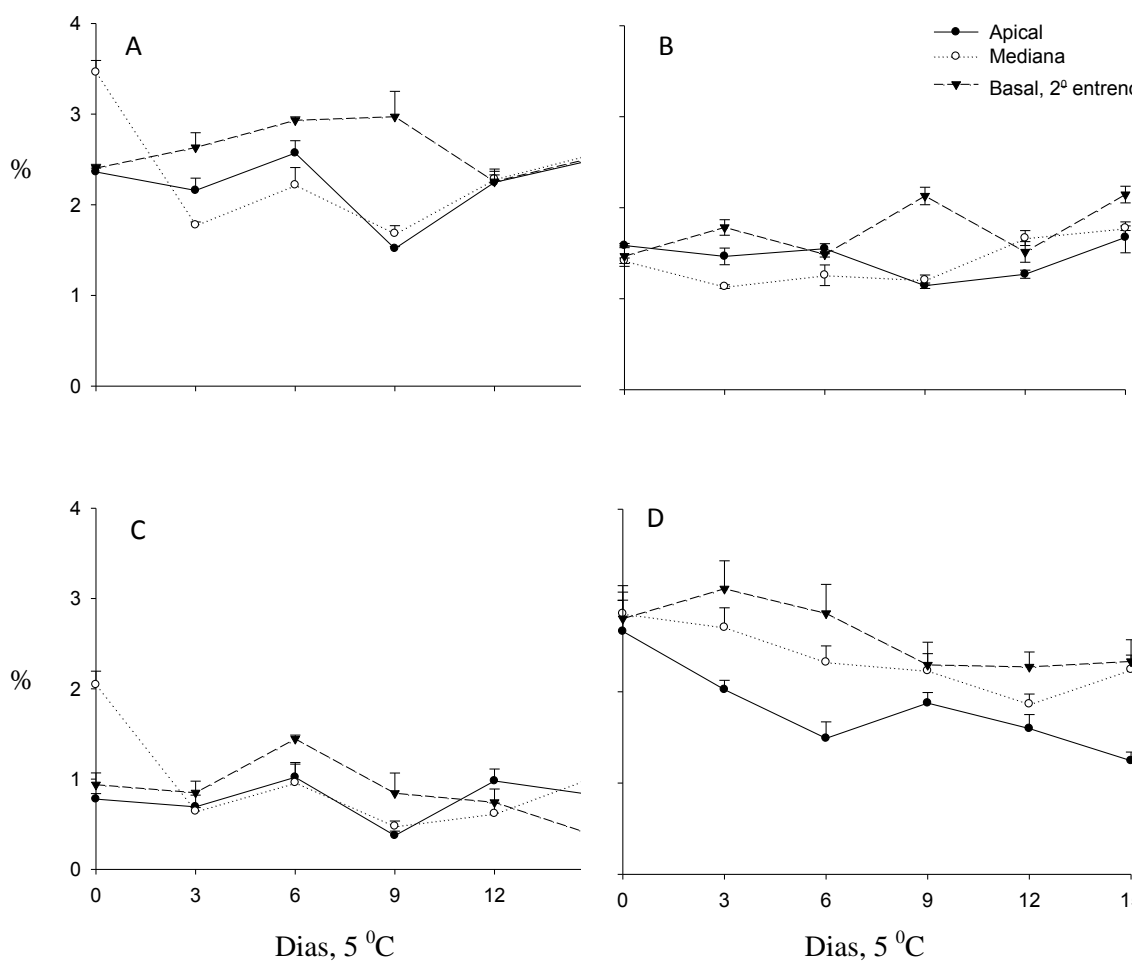
### **3.8 Teor de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e não redutores e amido**

A região apical apresentou teor de açúcares de 2,4% no início do armazenamento, e pouco variou ao final do período de conservação refrigerada, estabilizando em torno de 2,5% (Figura 16A). A região mediana apresentou 3,5% de açúcares solúveis totais, para a qual se observou um declínio do teor de açúcares solúveis totais (Figura 16A). A região basal, foi observada tendência semelhante a região apical, cerca de 2,4% de açúcares solúveis totais no início da conservação e 2,5% ao final do período de conservação refrigerada (Figura 16A).

Verificou-se que o teor de açúcares redutores apresentou um pequeno aumento nas regiões estudadas de 1,5 a cerca de 2%. Provavelmente esse aumento pode ser devido à hidrólise do amido em açúcares que serão consumidos durante o processo respiratório (Figura 16B).

Monteiro et al. (2002) encontraram 1,6% de açúcares redutores em estudos com sopa de creme à base da parte caulinar, região basal, de palmito pupunha, teor semelhante ao encontrado neste trabalho.

O teor de açúcares não redutores nas três regiões manteve-se praticamente estável durante o período de conservação (Figura 16C). A região mediana apresentou maior redução do teor de açúcares não redutores permanecendo com maior teor ao final do armazenamento (Figura 16C). Quanto ao teor de amido, houve ligeira redução em todas as regiões avaliadas, provavelmente em consequência da alta demanda respiratória (Figura 16D). Na região apical ocorreu maior mobilização do amido, no entanto a região basal apresentou maior teor durante a conservação refrigerada (Figura 16D). Esse resultado está de acordo com a maior taxa respiratória observada na região apical e provavelmente o amido foi convertido em açúcares os quais foram utilizados como substrato na respiração.



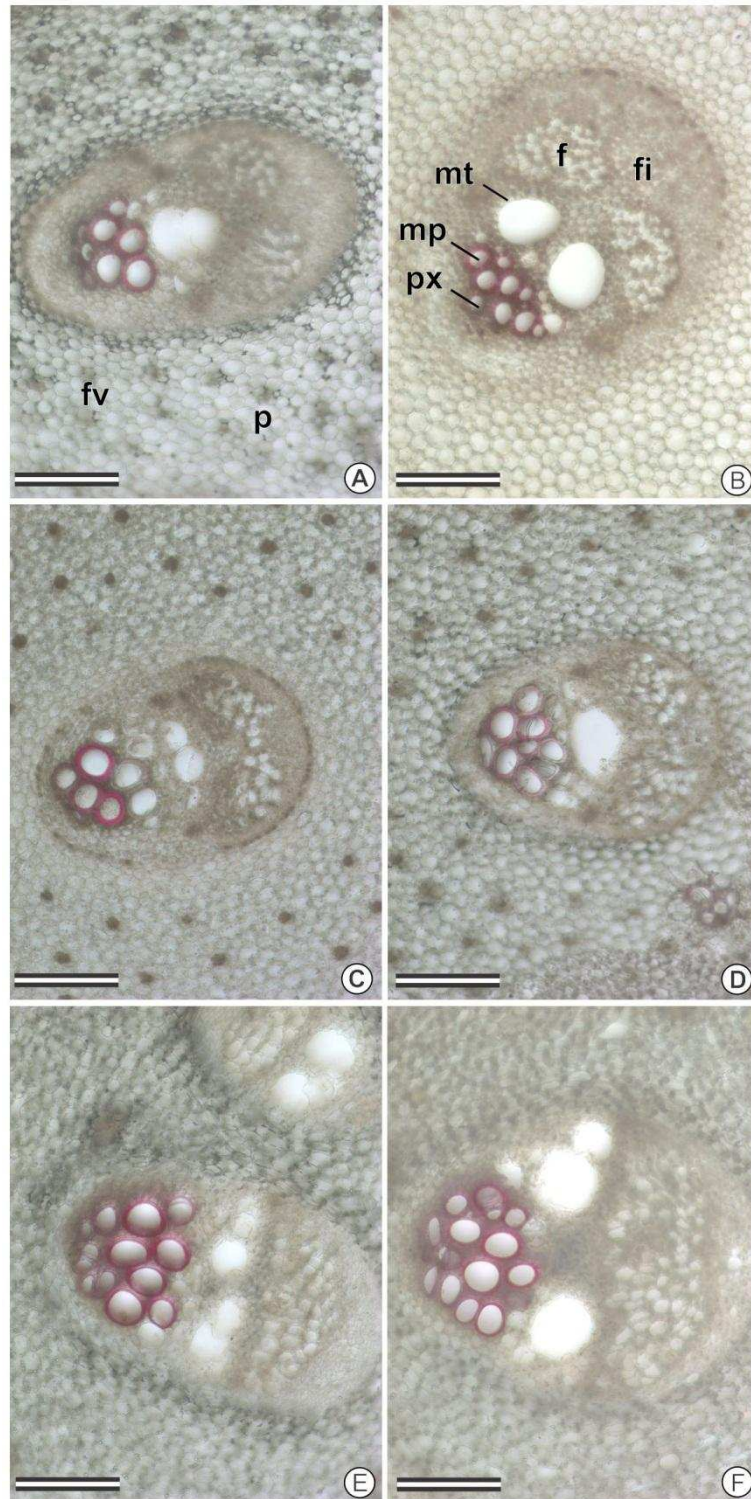
**Figura 16.** Teor de açúcares solúveis totais (A), açúcares redutores (B), açúcares não redutores (C) e amido (D) das três regiões de palmito pupunha minimamente processado embaladas em bandejas de poliestireno e filme PVC (12  $\mu$ m) durante 15 dias armazenados a  $5 \pm 1$  °C. As barras representam o erro padrão da média.

Frutas e hortaliças minimamente processadas mantêm-se frescas como produtos “in natura”, ou seja, seu metabolismo continua ativo. Após o processamento mínimo, carboidratos, lipídeos e proteínas (matérias orgânicas de reserva) são utilizados como fonte de carbono e produção de energia na respiração (Chitarra e Chitarra, 2005). O consumo dessas reservas pelo processo respiratório acelera a senescência dos tecidos, reduz o valor nutritivo, causa perdas de sabor e aroma e reduz a quantidade de matéria seca dos produtos vegetais. Portanto, em geral, maiores níveis de reservas na colheita proporcionam maior vida de prateleira no período pós-colheita. O palmito não é um órgão de reserva, estando em intenso crescimento e desenvolvimento e assim não armazena grandes quantidades de carboidratos, sendo bastante perecível.

### **3.9 Caracterização histoquímica para identificação de lignina**

Pode-se observar que a lignificação dos tecidos presentes nas três regiões do palmito pupunha se restringe aos elementos de protoxilema e aos elementos de metaxilema precoce (Figura 17). Após o período de conservação refrigerada, observou-se que a lignificação dos tecidos das regiões estudadas não foi alterada ou aumentada (Figura 17B, D, F). Esses resultados sugerem que valores de firmeza não estão relacionados à lignificação. Como já discutido, aumento nos valores de firmeza podem estar associados a diversos fatores como presença cristais de oxalato de cálcio, na forma de ráfides, maior proporção de fibras, quantidade e espessamento dos cordões de fibras.





**Figura 17.** Fotomicrografias de seções transversais dos feixes vasculares das regiões apical (A-B), mediana (C-D) e basal (E-F) do palmito pupunha, antes (A, C, E) e após (B, D, F) a refrigeração. Coloração vermelha indica presença de lignina com o teste de floroglucina ácida. F, floema; fi, fibras; fv, feixe vascular; mp, metaxilema precoce; mt, metaxilema tardio; p, parênquima; px, protoxilema. Barra = 200  $\mu$ m.

## 4 Conclusões

- As regiões apical e basal podem ser aproveitadas a fim de minimizar os resíduos gerados no processamento mínimo, aumentando o rendimento;
- O rendimento total do palmito, para uso comestível, foi de 85% com base no comprimento e 68% com base na massa fresca, incluindo as bainhas de proteção, para palmitos com 70 cm. O aproveitamento da região basal é maior em relação à região apical distal em razão da maior massa fresca e menor aumento da firmeza por unidade de comprimento da região basal;
- As regiões apical e mediana apresentaram maiores taxas respiratórias. Após estabilização, as taxas das regiões, tanto inteira quanto cortada, pouco se diferenciaram;
- Aumento na produção de etileno entre as regiões ocorreu em função da intensidade de corte. A região mediana, tanto inteira quanto cortada em rodela, apresentou maior produção de etileno mesmo após o período de estabilização;
- Existem diferenças físico-químicas entre as regiões do palmito. A região mediana apresentou maiores teores nos parâmetros químicos avaliados.
- A região apical distal apresentou em sua extensão valores de firmeza crescentes mais expressivos que as regiões mediana e basal;
- As três regiões do palmito apresentaram diferentes graus de diferenciação dos tecidos. A maior proporção de fibras em diferenciação em determinadas regiões do palmito pode estar relacionada com a firmeza, embora o grau de lignificação não apresente diferença entre as regiões após conservação refrigerada;
- A cor creme característica do palmito se manteve até sete dias de conservação refrigerada. Após esse período, houve amarelecimento superficial de causas não estudadas neste trabalho;
- A colheita de palmito destinado ao processamento mínimo deve incluir o 4º entrenó para proteger e preservar o palmito durante a colheita e transporte permitindo a utilização integral do 3º entrenó;
- A elaboração de unidades comerciais deve considerar as diferenças físico-químicas e fisiológicas encontradas entre regiões inteiras e cortadas, com vista a embalar regiões compatíveis com relação às taxas respiratórias, produção de etileno e firmeza.

## REFERÊNCIAS

- Alves, J. A.; Vilas-Boas, E. V. B.; Souza, E. C.; Vilas-Boas, B. M.; Picolli, R. H. Vida útil de produto minimamente processado composto por abóbora, censura, chuchu e mandioquinha-salsa. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 1, 2010.
- Alves Junior, J.; Lopes, A.S.; Hernandez, F.B.T.; Santos, R.A.; Bergamaschine, A.F. Produção de matéria verde em pupunheira irrigada. **Irriga**, v. 10, n. 4, p. 349-356, 2005.
- Anefalos, L. C.; Tucci, L. M. S; Modolo, V. A. Uma visão sobre a pupunheira no contexto do mercado de palmito. **Análises e indicadores do agronegócio**, v. 2, n. 7, 2007.
- Araújo, L.M. **Aproveitamento industrial e caracterização físico-química de palmito de Pupunha (*Bactris gasipae* H.B.K.)** 1993. 50p. Dissertação. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazonia, INPA , Manaus, 1993.
- Arruda, M. C.; Jacomino, A. P.; Kluge, R. A.; Azzolini, M. Temperatura de armazenamento e tipo de corte para melão minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.5, n.1, abr. 2003.
- Bernhardt, L. W. Características do palmito da pupunheira do ponto de vista do processamento. In: SEMINÁRIO DO AGRONEGÓCIO,1. Palmito de Pupunha na Amazônia, 1999. Porto Velho, **Anais...** 1999. Porto Velho-RO, Documento 41, p.24-33.
- Brosnan, T.; Sun, D.W. Precooling techniques and applications for horticultural products – a review. **International Journal of Refrigeration**, v. 24, p. 154-170, 2001.
- Calderon-Castro, R.; Sancho-Hernandez, M.A. Rendimientos y coeficientes técnicos en las etapas de cosecha, postcosecha y procesamiento del palmito de pejobaye (*Bactris gasipaes*). **Reviteca**, Costa Rica, v.2, n. 1-2, p. 42 - 47.1993.
- Cantwell, M. I.; Suslow, T. V. Postharvest handling systems: fresh-cut fruits and vegetables. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 3rd ed. Oakland, Calif., Univ. of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Publ. 3311, p. 445-463. 2002.
- Chaimsohn, F. P. **Cultivo de Pupunha e produção de palmito**. Viçosa: Aprenda Fácil. 2000. 121p.
- Chitarra, M. I. F.; Chitarra, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- Clement, C. R.; Santos, L. A.; Andrade, J. S. Conservação de palmito de Pupunha em atmosfera modificada. **ACTA Amazônica**, v. 29, n. 3, p. 437-445, 1999.

Clement, C.R. Introdução à Pupunha. **A Revista da Pupunha**, INPA, p. 1 –15, sem data. Disponível em: <<http://www.inpa.gov.br/Pupunha/revista/crc1.html>>. Acesso em: 27 dezembro de 2011.

Dubois, M.; Gilles, K. A.; Hamilton, J. K.; Rebers, P. A.; Smith, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytic Chemistry**, v. 28, p. 350-356, 1956.

Embrapa, **Processamento do Palmito de Pupunheira em Agroindústria Artesanal - Uma atividade rentável e ecológica**, 2004. Disponível em: <http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/sistemasdeproducao/pupunha/colheita.htm>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2012.

Ferreira, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium** (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.

Finger, F.L.; Vieira, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa: UFV, 29p. (Caderno didático, 19), 1997.

Hojeije, Y. K. APPCC no plantio e na industrialização do palmito. Necessidade ou obrigação? **Revista Higiene Alimentar**, v. 20, n. 139, 2006.

IBGE: Disponível em:

<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=2&z=t&o=11&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1>> Acesso em: 02 de janeiro de 2012.

Instituto Adolfo Lutz. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.ed. São Paulo: Adolfo Lutz, 1985. v.1, 332p.

Johansen, D.A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw Hill Book. 523p. 1940.

Kader, A. A. Respiration and gas exchange of vegetables. In: WEICHMANN, J. (ed.) **Postharvest Physiology of Vegetables**, New York.: Marcel Dekker Inc., p. 25 – 43, 1987.

Kader, A. A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 3rd ed. Oakland: ANRCS, 535 p, 2002.

Kalil, G.P.C.; Kalil Filho, A.N.; Franciscon, L. Avaliação da qualidade do palmito in natura de duas populações de pupunha durante a vida de prateleira. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 63, p. 261-264, 2010.

Kapp, E. A.; Pinheiro, j. P.; Raupp, D. S.; Chaimsohn, F. P. Tempo de preservação de tolete de palmito Pupunha (*Bactris gasipaes*) minimamente processado e armazenado sob refrigeração. **Publicatio**, Ponta Grossa, v. 9, n. 3, p. 51-57, 2003.

McCready, R. M.; Guggolz, J.; Silveira, V.; et al. Determination of starch and amylase in vegetables. **Analytic Chemistry**, v. 22, p. 1156-1158, 1950.

Monteiro, M.A.M.; Stringheta, P.C.; Coelho, D.T.; Monteiro, J.B.R. Estudo químico de alimentos formulados à base de palmito (*Bactris gasipaes* h.b.k.) (pupunha) desidratado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 3, n.22, p. 211-215, set/dez 2002.

Mora-Urpí, J. El pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.): origen, biología floral y manejo agronómico. In: *Palmeras poco conocidas de América tropical*. Turrialba, Costa Rica. CATIE/FAO. PÁGS. 118-160. 1983.

Moro, J. R. **Produção de palmito Pupunha**, Viçosa: CPT, Agricultura, manual, 87. 1996. 28 p.

Nelson, N. A photometric adaptation of Somogyi method for determination of glucose. **Journal Biology Chemistry**, v. 135, p.136-75, 1944.

Nishikawa, M. A. M.; Moro, J. R.; Bandel, G. **Cultura da Pupunha para produção de palmito**. Piracicaba: ESALQ, 1998. 31p. (Série Produtor Rural 6).

O'Brien, T.P.; Feder, N.; Mccully, M.E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. **Protoplasma**, v.59, n 2, p. 368-373, 1964.

Pereira, R.A.; Quadros, K.E. Comparação anatômica de palmitos em conserva de *Archontophoenix Alexandre* (F.Mueller) H.Wendl. et Drude e *Bactris gasipaes* H.B.K. (Arecaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 330-332, jul.2007.

Raup, D.S.; Staron, E.A.; Almeida, F.C.C.; Onuki, N.S.; Chaimsohn, F.P.; Borsato, A.V. Produção de farelo alimentar fibroso da parte caulinar do palmito Pupunha (*Bactris gasipaes*). **Publicatio UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 10, n. 2, p. 29-36, 2004.

Reis, M.S.; Fatini, A.C.; Nodari, R.O.; Reis, A.; Guerra, M.P.; Mantovani, A. **Management and Conservation of Natural Populations in Atlantic Rain Forest: The Case Study of Palm Heart (*Euterpeedulis Martius*)**. *Biotropica*, n.32, p.894-902, 2000.

Ribeiro, M. C. B. **Palmito Pupunha minimamente processado**. 2008. 125 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Alimentos) Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras, 2008.

Rodrigues Neto, A.J.; Bergamaschine, A.F.; Isepon, O.J.; Alves, J.B.; Hernandez, F.B.T.; Macedo, M.P. Efeito de Aditivos no Valor Nutritivo de Silagens feitas com Subproduto da Extração do Palmito de Pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1367-1375, 2001.

Rolle, R., Chism, G.W. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. **J. Food Quality**, v. 10, p. 157-165, 1987.

Sakr, S., Noubahni, M., Bourbouloux, A., Riesmeier, J., Frommer, W.B., Sauer, N., Delrot, S. Cutting, ageing and expression of plant membrane transporters. **Biooch. Bioph**, v. 1330, p. 207-216, 1997.

Sampaio, L. C.; Neto, S. N. O.; Leles, P. S. S.; Silva, J. A.; Villa E. B. Análise técnica e econômica da produção de palmito de Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.) e de palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae* Wendl. & Drude). **Revista Floresta e Ambiente**, v. 14, n. 1, 2007.

Simón, A.; González-Fandos, E.; Tobar, V. The sensory and microbiological quality of fresh sliced mushroom (*Agaricus bisporus* L.) packaged in modified atmospheres. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 40, p. 943–952, 2005.

Soares, A.G.; Junior, A.C.V.N.; Freitas, D.G.C. **Processamento mínimo de palmito de Pupunha.**

Taiz, L.; Zeiger, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Trad. Santarém, E. R. et. al. Porto Alegre: Artmed. 2004.719 p.

Tomlinson, P. B. **Anatomy of the monocotyledons**. II. Palmae. New York: Clarendon Press Oxford. 1961, 559 p.

Valentini, S.R.T. **Conservação de toletes de palmito Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.) "in natura" sob refrigeração e atmosfera modificada**. 2010. 74p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, SP, 2010.

Villachica, H. Pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.) In: Villachica, H. (ed.). **Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia**. Lima, TCA. p.216-226. 1996.

Watada, A.E., Abe, K., Yamuchi, N. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. **Food Tech**. v. 44, p. 116-122. 1990.

Wills, R.; MCGLASSOM, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: and introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. 4th ed. New York: CAB International, 1998, 262p.

Yuyama, L.K.O.; Aguiar, J.P.L.; Yuyama, K.; Macedo, S.H.M.; Fávaro, D.I.T.; Afonso, C.; Vasconcellos, M.B.A. Determinação de elementos essenciais e não essenciais em palmito de pupunheira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n.2, p.91-95, julho, 1999.