

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**TEMPERATURA, EMBALAGEM E RADIAÇÃO GAMA NA CONSERVAÇÃO PÓS-  
COLHEITA DE MANÁ CUBIU.**

**ERIKA FUJITA**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu, para a obtenção do título de Doutora em Agronomia - Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU-SP  
Março - 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**TEMPERATURA, EMBALAGEM E RADIAÇÃO GAMA NA CONSERVAÇÃO PÓS-  
COLHEITA DE MANÁ CUBIU.**

**ERIKA FUJITA**

Orientador: Rogério Lopes Vieites

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu, para a obtenção do título de Doutora em Agronomia - Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU-SP  
Março - 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Fujita, Erika, 1979-  
C198r      Temperaturas, embalagens e radiação gama na conservação pós-colheita de maná cubiu / Erika Fujita. - Botucatu : [s.n.], 2011.  
            xii, 61 f. : il., gráfs., tabs., fots., color.

            Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2011  
            Orientador: Rogério Lopes Vieites  
            Inclui bibliografia

            1. *Solanum sessiflorum* Dunal. 2. Armazenamento. 3. Refrigeração. 4. Irradiação. 5. Maná cubiu. I. Vieites, Rogério Lopes. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: TEMPERATURAS, EMBALAGEM E RADIAÇÃO GAMA NA  
CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MANÁ CUBIU

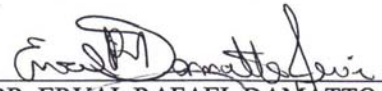
ALUNA: ERIKA FUJITA

ORIENTADOR: PROF. DR. ROGÉRIO LOPES VIEITES

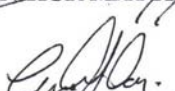
Aprovado pela Comissão Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. ROGÉRIO LOPES VIEITES

  
\_\_\_\_\_  
PROF.ª DR.ª REGINA MARTA EVANGELISTA

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. ERVAL RAFAEL DAMATTO JUNIOR

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. BEN-HUR MATTIUZ

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. ANDRE JOSE DE CAMPOS

Data da Realização: 18 de março de 2011.

Aos meus queridos pais

KENSEI FUJITA e

ANNA HARUKO SATO FUJITA

Pelo exemplo de luta e dedicação mostrando como enfrentar desafios com  
humildade e humanidade.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e oportunidade de crescimento no meu dia-dia.

Aos meus pais Sr. Fujita e Dona Anna *in memoriam*, pelo apoio, dedicação, carinho, compreensão e força, mesmo nas horas de chamar atenção.

À meus irmãos Mery Fussako Fujita e Robert Ken-Iti Fujita pelas brincadeiras, carinhos e confidências

À Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Campus de Botucatu, por ter propiciado condições para a realização deste trabalho.

Ao Departamento de Produção Vegetal (Horticultura), por conceder condições físicas e teóricas para a condução do trabalho.

À CAPES, pela concessão da bolsa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rogério Lopes Vieites, pela confiança depositada, pela amizade, compreensão e pelos ensinamentos transmitidos.

Aos meus amigos e colegas, por toda ajuda prestada e pelo companheirismo. Principalmente à Juliana Simon, Sérgio Marques Costas, e Erval Junior. Sem esquecer dos amigos Márcia Regina, Maria Rosa, Márcia Garcia (técnica do laboratório) e André José de Campos, que estiveram presentes em minha vida neste período sempre incentivando e colaborando.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Regina Marta Evangelista, que colaborou no andamento e conhecimento.

Às funcionárias da Seção de Pós-Graduação da FCA/UNESP, Marlene, Jaqueline, Kátia e Tainam, pela simpatia e por toda consideração com que sempre me atenderam.

Ao amigo laboratorista Edson Alves Rosa conhecido carinhosamente por Negão, pelos ensinamentos, pela amizade e pelos bons momentos de convivência.

Ao Sr. Arnoldo Moschetto, proprietário da Estação Experimental Santa Luiza – Guareí/SP, pelo auxílio em adquirir os frutos cultivados no município de Iguape/SP.

Ao Sr. Takahashi, responsável pelo cultivo e condução da cultura, pela colheita e fornecimento dos frutos em sua propriedade.

Ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, pela aplicação das doses de radiação gama necessárias para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos funcionários do IPEN, pela atenção e disponibilidade em me atender.

À todos os docentes do curso de Pós-graduação pelos ensinamentos transmitidos.

A todas as pessoas que de alguma forma colaboraram para a conclusão deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

À minha cachorrinha (Loren) que colaborou no incentivo em encontrar lugares seguros para não comerem os frutos e documentos, guardados para futuras apresentações à possíveis curiosos.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>X</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>1</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>7</b>
2.1. Aspectos Gerais.....	7
2.2. Características Agronômicas.....	8
2.3. Características morfológicas.....	9
2.4. Composição Química.....	12
2.5. Usos e utilidades.....	13
2.6. Armazenamento Refrigerado.....	14
2.7. Radiação Gama.....	16
2.8. Embalagens.....	18
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
3.1. Matéria-Prima.....	20
3.2. Local da Condução do Experimento.....	21
3.3. Pré-Resfriamento.....	21
3.4. Experimentos.....	22
3.4.1 Experimento 1: Diferentes temperaturas de armazenamento e embalagem.....	22
3.4.2 Experimento 2: Diferentes doses de irradiação nos frutos.....	23
3.5. Análises realizadas.....	24
3.5.1 Grupo Controle.....	24
3.5.1.1 Perda de massa fresca.....	24
3.5.1.2 Respiração.....	24
3.5.1.3 Firmeza.....	25
3.5.2 Grupo Parcela.....	25



3.5.2.1	Sólidos solúveis.....	25
3.5.2.2	Acidez Titulável – AT.....	25
3.5.2.3	Índice de Maturação “Ratio” – IM.....	26
3.5.2.4	Potencial Hidrogênio (pH).....	26
3.5.2.5	Determinação dos teores de Açúcares Redutores.....	26
3.5.2.6	Determinação da atividade da Pectinametilesterase (PME) e Poligalacturonase (PG).....	26
3.5.2.7	Determinação da atividade da polifenoloxidase (PFO).....	26
3.5.2.8	Determinação da atividade das peroxidases (POD)...	26
3.6	Delineamento estatístico.....	27
4	<b>RESULTADO E DISCUSSÕES</b>	28
4.1	Primeiro Experimento: Diferentes temperaturas de armazenamento e embalagem.....	28
4.1.1	Perda de Massa.....	28
4.1.2	Respiração.....	30
4.1.3	Acidez Titulável.....	33
4.1.4	Sólidos Solúveis.....	35
4.1.5	Índice de Maturação “Ratio” – IM.....	36
4.1.6	Açúcares Redutores.....	37
4.1.7	pH.....	39
4.1.8	Firmeza.....	40
4.2	Segundo Experimento: Armazenamento refrigerado a $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ de UR, submetido a diferentes doses de irradiação gama.....	43
4.2.1	Respiração.....	43
4.2.2	Sólidos Solúveis, Acidez Titulável, pH, Açúcar Redutor, Perda de Massa, Poligalacturonase e Índice de Maturação (Ratio).....	44
4.2.3	Firmeza.....	47
4.2.4	Poligalacturonase – PG e Pectinametil esterase – PME.....	48
4.2.5	Polifenoloxidase – PFO e Peroxidase – POD.....	50

<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>52</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>53</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>	<b>Página</b>
<b>01.</b> Composição química do Maná-Cubiu em 100g de polpa.....	12
<b>02.</b> Tratamentos refrigerados do maná cubiu com $85 \pm 5\%$ de UR, temperatura ambiente de $24 \pm 3^{\circ}\text{C}$ com $70 \pm 5\%$ com ou sem filme PVC.	23
<b>03.</b> Doses de irradiação aplicada em frutos armazenados a $10 \pm 3^{\circ}\text{C}$ com $85 \pm 5\%$ de umidade relativa, embalados com filme PVC esticável.....	24
<b>04.</b> Variação média de perda de massa (%), maná-cubiu armazenados sob refrigeração e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa por 20 dias.....	28
<b>05.</b> Variação média de perda de massa (%), maná cubiu armazenados sob refrigeração e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	29
<b>06.</b> Variação média de perda de massa (%), maná cubiu armazenados sob refrigeração e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	30
<b>07.</b> Variação média da taxa de respiração ( $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ), do maná cubiu armazenados sob refrigeração e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	30
<b>08.</b> Variação média da taxa de respiração ( $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ), do maná cubiu armazenados sob refrigeração e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	32
<b>09.</b> Variação média da taxa de respiração ( $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ), do maná cubiu armazenados sob refrigeração e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	32
<b>10.</b> Variação média de acidez titulável (g de ácido cítrico $100\text{g}^{-1}$ de polpa), maná cubiu armazenados sob refrigeração e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	33
<b>11.</b> Variação média de acidez titulável (g de ácido cítrico $100\text{g}^{-1}$ de peso fresco), maná cubiu armazenados sob refrigeração e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	34

12.	Varição média de sólidos solúveis (°Brix), maná cubiu armazenados sob refrigeração e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	35
13.	Varição da média geral de sólidos solúveis – SS (°Brix), maná cubiu armazenados sob refrigeração e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	36
14.	Varição média de índice de maturação – Ratio (IM), maná cubiu armazenados sob refrigeração e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	37
15.	Varição média de açúcares redutores (%), maná cubiu armazenados sob refrigeração e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	38
16.	Varição média geral de açúcares redutores – AR (%), maná cubiu armazenados sob refrigeração e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	38
17.	Varição média de potencial hidrogeniônico – pH, maná cubiu armazenados sob refrigeração e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	39
18.	Varição média de firmeza, maná cubiu armazenados sob refrigeração e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.	40
19.	Varição média de firmeza, maná cubiu armazenados sob refrigeração e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	41
20.	Varição média de firmeza, maná cubiu armazenados sob refrigeração e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	42
21.	Varição das médias gerais dos sólidos solúveis – SS (°Brix), acidez titulável – AT (g de ácido cítrico $100 \text{ g}^{-1}$ de peso fresco), potencial hidrogeniônico – pH, açúcar redutor – AR (%), perda de massa – PM (%), índice de maturação – IM (Ratio), do maná-cubiu in natura com diferentes doses de irradiação, armazenados a $10 \pm 2^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa tratados com diferentes doses de irradiação, por 20 dias..	44
22.	Varição média da firmeza (Newton), do maná cubiu com diferentes doses de irradiação, armazenados sob refrigeração a $10 \pm 2^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa tratados com diferentes doses de irradiação, por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	47

23.	Varição média geral de poligalacturonase – PG (UE.min <sup>-1</sup> .g <sup>-1</sup> de tecido fresco), do maná cubiu com diferentes doses de irradiação, armazenados a 10 ± 2°C e 85 ± 5% de umidade relativa tratados com diferentes doses de irradiação, por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	48
24.	Varição média geral de poligalacturonase – PG (UE.min <sup>-1</sup> .g <sup>-1</sup> de tecido fresco), do maná cubiu com diferentes doses de irradiação, armazenados a 10 ± 2°C e 85 ± 5% de umidade relativa tratados com diferentes doses de irradiação, por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	48
25.	Varição média da pectinametil esterase – PME (UE.min <sup>-1</sup> .g de tecido fresco <sup>-1</sup> ), do maná cubiu com diferentes doses de irradiação, armazenados a 10 ± 2°C e 85 ± 5% de umidade relativa tratados com diferentes doses de irradiação, por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	49
26.	Varição média geral de polifenoloxidade – PFO (μmol catecol transformado min <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> massa fresca), do maná cubiu com diferentes doses de irradiação, armazenados a 10 ± 2°C e 85 ± 5% de umidade relativa tratados com diferentes doses de irradiação, por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	50
27	Varição média da peroxidase - POD (UE.min <sup>-1</sup> .g <sup>-1</sup> de tecido fresco), do maná cubiu com diferentes doses de irradiação, armazenados a 10 ± 2°C e 85 ± 5% de umidade relativa tratados com diferentes doses de irradiação, por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	51

**LISTA DE FIGURAS**

<b>FIGURA</b>		<b>Página</b>
<b>01</b>	Estrutura da planta de maná-cubiu.....	10
<b>02</b>	Planta do maná-cubiu.....	11
<b>03</b>	Aspecto do fruto cortado na longitudinal e na transversal.....	20
<b>04</b>	Frutos utilizado nos experimentos.....	21
<b>05</b>	Valores médios da respiração (mL CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> ), do maná cubiu armazenados a 10 ± 2°C e 85 ± 5% de umidade relativa tratados com diferentes doses de irradiação, por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.....	43

TEMPERATURA, EMBALAGEM E RADIAÇÃO GAMA, NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MANÁ CUBIU. Botucatu, 2011. 61p. Tese (Doutorado em Agronomia-Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autora: Erika Fujita.

Orientador: Rogério Lopes Vieites

## RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar os efeitos de temperaturas, embalagem (com ou sem filme de PVC) e de doses de radiação gama na qualidade e conservação do fruto de Maná cubiu (*Solanum sessiflorum* Dunal) verificando suas características físico-químicas e enzimáticas. Os frutos foram colhidos no município de Iguape-SP e levados para o Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu – SP, onde foi instalado o experimento e realizado as análises. O trabalho foi dividido em 2 experimentos: Experimento 1: diferentes temperaturas de armazenamento (ambiente  $24 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ,  $6^{\circ}\text{C}$ ,  $8^{\circ}\text{C}$  e  $10^{\circ}\text{C}$ ) e embalados em bandejas de polietileno expandido depois cobertos ou não por filme esticável de PVC. A melhor temperatura e embalagem foram utilizadas no Experimento 2: 5 doses diferentes de irradiação (0,0, 0.2 kGy, 0.4 kGy, 0.6 kGy e 0.8 kGy). Nos dois experimentos os frutos foram avaliados quanto: perda de massa fresca, respiração, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, índice de maturação “Ratio”, pH, teor de açúcar redutor e atividade enzimática da pecinametilesterase, poligalacturonase, polifenoloxidase e peroxidase. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial. No Experimento 1, utilizou-se  $4 \times 2 \times 6$  (temperaturas x embalagem x dias de armazenamento) e no Experimento 2,  $5 \times 6$  (doses de irradiação x dias de armazenamento). As médias dos tratamentos e as interações, comparadas utilizando-se Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os frutos a  $10^{\circ}\text{C}$  e cobertos por filme PVC esticável foram o que ofereceram os

melhores resultados com a menor perda de massa para o maná cubiu e 0,8 kGy foi a dose de irradiação aplicado nos fruto que apresentam os melhores resultados mantendo a qualidade pós-colheita..

---

**Palavras-Chave:** *Solanum sessiflorum* Dunal., armazenamento, refrigeração, irradiação, Nativo da Amazônia.



TEMPERATURE, PACKAGING AND GAMMA RADIATION IN STORAGE FOR POSTHARVEST MANA CUBIU. Botucatu, 2011. 61p. Tese (Doctoral degree in Agronomy-Energy in Agriculture) – Faculty of Agricultural Sciences, State University Paulista.

Author: Érika Fujita.

Leader: Rogério Lopes Vieites

## SUMMARY

This study aims to evaluate the effects of temperature, packaging (with or without PVC film) and gamma radiation on fruit quality and conservation of Maná-Cubú (*Solanum sessiflorum* Dunal). The fruit were harvested in Iguape-SP and taken to the Fruit and Vegetable Laboratory, Department of Agribusiness Management and Technology, State University Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus the Botucatu – SP, where an experiment was conducted and analysis. The work was divided into two experiments: Experiment 1: different storage temperatures (environment,  $24 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ,  $6^{\circ}\text{C}$ ,  $8^{\circ}\text{C}$  e  $10^{\circ}\text{C}$ ) and packaged in trays of polyethylene foam then covered or not by the stretchable film PVC. The best temperature and packaging were used in Experiment 2: 5 different doses of irradiation (0,0, 0,2 kGy, 0,4 kGy, 0,6 kGy and 0,8 kGy). In both experiments, fruits were evaluated: weight loss, respiration, firmness, soluble solids, acidity, maturation index, "Ratio", pH, reducing sugar and enzyme activity pectinmetilesterase, polygalacturonase, peroxidase and polyphenoloxidase.. The experimental design was completely randomized factorial. In Experiment 1, we used 4 x 2 x 6 (temperatures x packaging x days of storage) and in Experiment 2, 5 x 6 (irradiation doses x days of storage). The treatment means and interactions were compared using Tukey test at 5% probability. The fruits at  $10^{\circ}\text{C}$  and covered with stretchable PVC film were what gave the best results with the smallest weight loss for the

mana cubiu and 0,6 kGy the radiation doses applied to the fruit that have the best results while maintaining the postharvest quality

---

**Keywords:** *Solanum sessiflorum* Dunal., storage, refrigeration, irradiation, native of the Amazon.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é privilegiado por sua diversidade botânica composta por inúmeras frutíferas e hortícolas. As floras da Amazônia são verdadeiros pomares com centenas de espécies de frutas que precisam ser coletadas e domesticadas, ainda há muitas plantas nativas diferenciadas, plantas de excepcional valor, que necessitam ser conservadas e reproduzidas para garantir a preservação da variabilidade dentro da espécie (LORENZI. *et al.*, 2006).

O interesse do consumidor nacional e internacional em obter uma alimentação saudável e natural leva a procura por frutas nativas e exóticas. Esse vem se tornando um mercado interessante para produtores rurais que procuram alternativa como fonte de renda. O principal atrativo destas frutas perante o consumidor são os diferentes sabores e propriedades medicinais que possibilitam a elaboração de pratos e medicamentos em prol à saúde humana. Estas podem ser aproveitadas não somente em seu estado natural, mas também no preparo de sucos, sorvetes, pasta, compotas, geléias, conservas, doces, licores, vinho etc, e são fonte de vitaminas, minerais e fibras (LORENZI. *et al.*, 2006).

O maná cubiu (*Solanum sessiflorum* Dunal), originado da Floresta Amazônica é muito apreciado pela população local e utilizado no consumo culinário, porém infelizmente pouco estudado e difundido em outras regiões. Seu centro de origem é na região do alto Orinoco da bacia Amazônica (WHALEN, COSTICH e HEISER, 1981; SCHULTES, 1984) pode ser encontrado em toda a Amazônia brasileira, peruana, equatorial, colombiana e

venezuelana, como também nos Andes do Equador e Colômbia, nos vales interandinos na Colômbia e no litoral do Pacífico do Equador e da Colômbia. Na Amazônia brasileira, região do Alto Solimões o maná cubiu se encontra em forma espontânea nos campos e menos frequente nos estados do Pará, Rondônia, Acre e Roraima. No Peru (Iquitos) e Colômbia (Letícia) é abundante nas feiras livre (SILVA FILHO, 1998).

As frutas amazônicas precisam de uma atenção especial por apresentar ótimas características de adaptação em diversas condições edafoclimáticas e por seu extraordinário valor nutritivo, porém são poucos conhecidos e consumidos pelas populações urbanas. Somente os agricultores regionais (índios e ribeirinhos) são aqueles que sempre os cultivam e os consomem tendo a oportunidade de usufruir de seus benefícios. Essas espécies amazônicas podem contribuir com o melhoramento genético de cultura hoje conhecida enriquecendo o banco de germoplasma. (SILVA FILHO, 1998).

Para facilitar a dispersão desses frutos em todo o país e o mundo, é necessário investir em pesquisas que prolongue a vida de prateleira, a resistência a doença, pode facilitar o transporte e aumentar sua disponibilidade no mercado por mais tempo, sem deixar de se preocupar em desenvolver métodos para manter todas as características qualitativas.

Para facilitar a dispersão desses frutos em todo o país e o mundo, é necessário investir em pesquisas que auxilie na resistência a doenças, diminuir danos mecânicos, determinar condições ideais de armazenamento e transporte visando o prolongar a vida de prateleira e minimizar possíveis perdas.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da temperatura, embalagem (com ou sem filme PVC) e diferentes doses de irradiação na qualidade e conservação de Maná cubiu.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Aspectos Gerais do Maná Cubiu

O maná cubiu pertence à família Solanaceae que contém cerca 2000 a 3000 espécies nas formas arbustivas, arbórea, epífita e trepadeira (HEYWOOD, 1979); tendo como exemplo tomate, pimentão, berinjela, jiló dentre outras (WHALEN, COSTICH e HEISER, 1981). O maná cubiu é uma espécie com grande variedade quanto ao formato, tamanho, peso, composição química, etc, qualidade encontrada nas mais diversas variedades etnobotânica (PAHLEN, 1977; SILVA FILHO, 1994).

É popularmente conhecido como “topiro” no Peru e na Venezuela, “cocona” na Colômbia, “tomate de índio” no estado de Pernambuco, “orinoco apple ou peach-tomato” nos países de língua inglesa, além de “maná” na Amazônia e “maná cubiu” na região sudeste do Brasil. Em Tupi chama-se Kubi’u (OLIVEIRA, 1999).

Entre os frutos nativos da Amazônia o maná cubiu é a única planta herbácea anual que havia sido completamente domesticada pelos povos indígenas antes da chegada dos europeus, assim foi adaptada tanto no sistema agrícola tradicional da Amazônia, bem como no sistema agrícolas modernos (SILVA FILHO, 1998).

A pouca utilização e o pequeno mercado se devem pela falta de informação que se tem da espécie nas demais regiões. Para amenizar esta questão o maná cubiu apresenta inúmeras utilizações que pode atrair a atenção para o mercado nacional e internacional: é exótica, possui um sabor característico e agradável e é altamente produtiva.

Mesmo sendo uma planta anual e adaptada às condições edafoclimática da Amazônia é possível sua produção em solos com poucos insumos e em qualquer região que apresente as principais necessidades da espécie, permitindo também sua comercialização como alimento orgânico (SILVA FILHO, 1998).

## 2.2. Características Agronômicas

Do ponto de vista agrônomo, as condições ótimas para o cultivo são temperaturas médias entre 18 e 32°C e umidade relativa de  $\pm 85\%$ . Apesar da necessidade de luz, a espécie pode crescer na sombra, porém, nesta condição, a produção de frutos é reduzida. Para uma boa colheita, a planta exige pequenas quantidades de fertilizantes, podendo ser cultivada mesmo em solos ácidos de baixa fertilidade. Além disso, é consideravelmente resistente a doenças causadas por fungos e pragas. Seu ciclo vegetativo é notavelmente curto. Em condições favoráveis de desenvolvimento, a produção começa aproximadamente 7 meses após a sementeira, que pode ser realizada em qualquer época do ano, em canteiros ou recipientes individuais (MARX, ANDRADE e MAIA, 1998).

Devido a sua rusticidade, o manejo do maná cubiu é extremamente simples e sua plantação deve ser alternada para que a produção ocorra o ano todo. Dependendo das condições do solo, clima e genótipo, as plantas alcançam de 0,8 a 2,0m de altura, podendo a colheita de cada planta atingir até 14 kg/ano, o que corresponde a aproximadamente 146 toneladas/ha (MARX, ANDRADE e MAIA, 1998).

A altitude de cultivo varia desde o nível do mar até 1500 metros. Mas, em 1000 metros de altitude sua produção diminui e em 1500 metros seu cultivo torna-se inviável economicamente (VILLACHICA, 1996; SILVA FILHO e MACHADO, 1997).

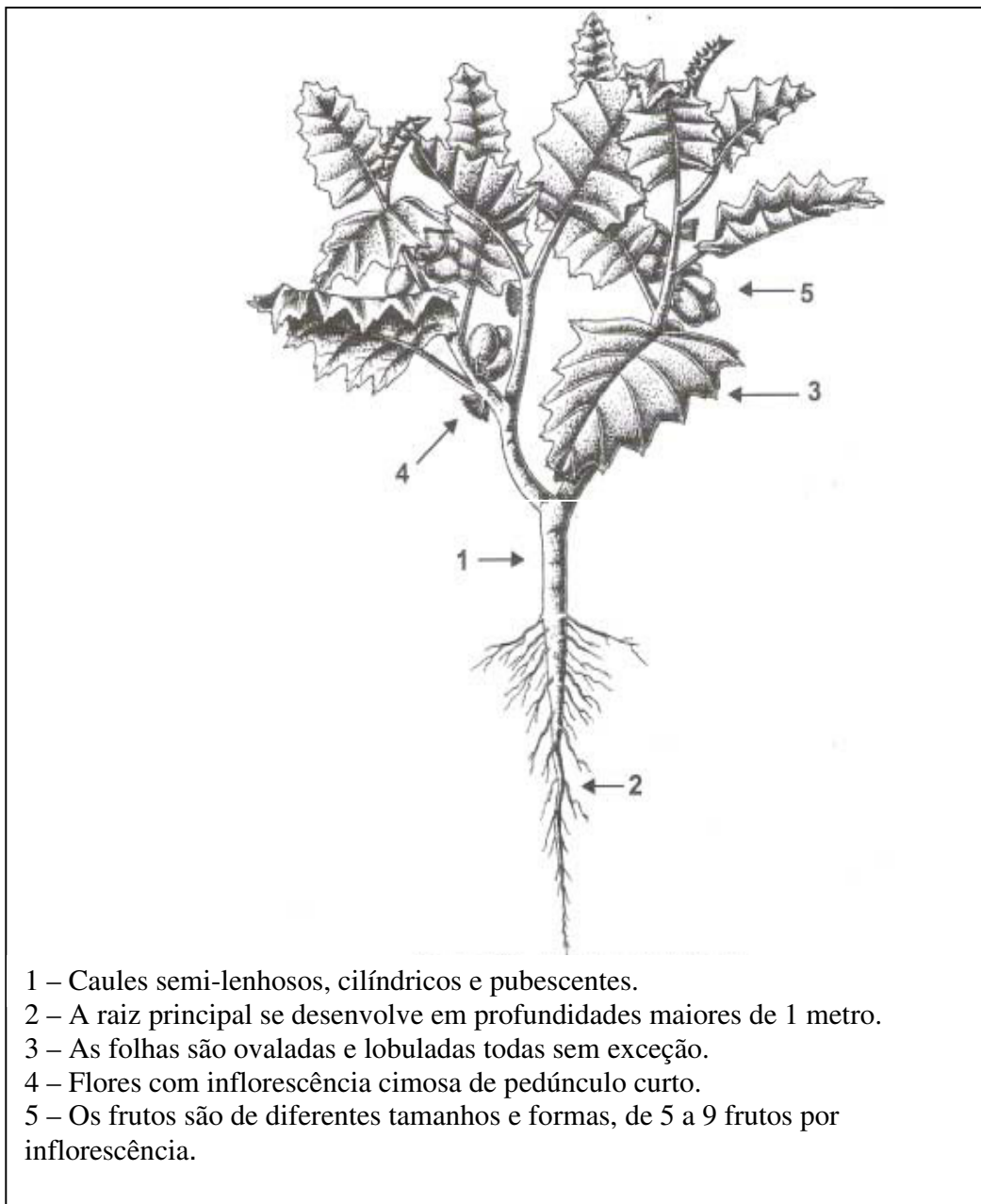
Na maioria das vezes o maná cubiu é propagado por sementes. O processo de cultivo é semelhante a cultura do tomate, do pimentão, do jiló e da berinjela. Com cerca de 50 gramas de sementes pode-se produzir 10000 plantas para 1 hectare (SILVA FILHO, 1994).

### 2.3. Características morfológicas

A planta é um arbusto de 1 a 2 m de altura, ereto, ramificado, rápido crescimento, pode viver até 3 anos em condições favoráveis. Ramifica-se desde 10 a 15 cm do solo, seus ramos crescem reto e arqueado, são grossos, semi lenhosos, cilíndricos, muito pubescente, ausência de espinhos e coloração verde (TORIBIO e RUIZ, 2000).

As folhas são simples, alternas, com estípulas em forma de espiral, em grupo de três, largas pecioladas, membranáceas, com bordas lobada-dentada, base assimétrica e ápice agudo e base irregular. As folhas maiores podem chegar a 14 cm de largura e 58 cm de comprimento e o pedúnculo pode ter de 10 a 15 cm de comprimento. O lado dorsal apresenta uma coloração acinzentada, coberta por pêlos que exuma uma substância açucarada que atraem Himenópteros (vespas e formigas) e Dípteros (moscas) (PAHLEN, 1977).

As flores são completas e perfeitas, apresentam uma inflorescência cimosa de pedúnculo curto com 5 a 9 flores numa posição subaxilar. O pedúnculo floral tem de 2 a 5 mm de comprimento, a corola apresenta uma forma estrelada com 5 pétalas verde clara ligeiramente amarelada, o cálice é constituído por 5 sépalas verde escuro e 5 anteras amarelas com 3 mm de comprimento. A inflorescência situa-se nos ramos entre cada grupo de três folhas e sustentam de 1 a 3 frutos. As flores, tanto as hermafroditas quanto a estaminadas não possuem diferenças morfológicas externas importantes. As estaminadas possuem estiletos reduzidos e ovário rudimentar. As flores hermafroditas possuem um estigma húmero e estilete glabo medindo de 7 a 10 mm e seu ovário é piloso com forma de globo (PAHLEN, 1977; SILVA FILHO, 1994). A Figura 1 ilustra estas características.



**Figura 1** – Estrutura da planta de maná cubiu.

Fonte: TORIBIO e RUIZ, 2000.

Na Figura 2 observa-se as características dos frutos, que podem pesar entre 20 a 450 g e contem entre 200 a 500 sementes de forma redonda, globular, reniforme e oblata (1000 sementes pesam entre 0,8 a 12 g). Os frutos apresentam formatos variados, os



cilíndricos têm em geral 4 lóculos e os cordiformes, redondos e achatados de 6 a 8, mesmo assim ainda pode haver variação nos números de lóculos em frutos da mesma planta.



**Figura 2** – Planta do maná cubiu.

O fruto imaturo é verde, quando maduro amarelo alaranjado e finalmente laranja quando esta apta para o consumo humano. Os frutos geralmente são cobertos por pêlos curtos e quebradiços facilmente removidos com as mãos. A casca é resistente a danos mecânicos e com sabor amargo; a polpa é de cor amarela clara a creme amarelada, é aquosa com textura intermediária com 0,2 a 2,5 cm de espessura, de aroma agradável e ligeiramente ácido (SILVA FILHO. *et al.*, 2005).

## 2.4. Composição Química

O fruto pode ser considerado succulento devido ao elevado teor de umidade. O alto valor da acidez contribui no sabor do fruto e permite um fator de diluição elevado na formulação de sucos consequentemente aumentando o seu rendimento industrial. O valor de sólidos solúveis, de 5 a 8, contribui para a quantidade de açúcares redutores no fruto. A baixa concentração de compostos fenólicos confere baixa adstringência no fruto. O fruto pode ser considerado um fruto altamente dietético por apresentar baixo valor calórico e por conter valores significativos de fibra alimentar (ANDRADE, ROCHA e SILVA FILHO, 1997; YUYAMA, *et al.*, 1997). Quanto à niacina, o maná cubiu apresenta uma concentração três vezes superior à da berinjela, reconhecidamente um dos vegetais mais ricos nesta substância. (VILLACHICA, 1996; PAHLEN, 1997).

**Tabela 1** – Composição química do Maná cubiu em 100g de polpa

<b>Componentes</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>
Umidade (%)	89	91	93	90
Valor Energético (kcal)	41	33	31	45
Proteína (g)	0,9	0,6	-	0,9
Lipídeos (g)	-	1,4	-	1,9
Extrato Livre de N (g)	-	5,7	-	4,7
Fibra (g)	0,2	0,4	-	1,6
Cinzas (g)	0,7	0,9	-	0,9
Açúcares Redutores Totais (%)	-	-	4,6	-
Açúcares Redutores (%)	-	-	3,9	1
Açúcares Não Redutores (%)	-	-	1,8	1
Sólidos Solúveis (°Brix)	-	5	8	-
Ácido Cítrico (%)	-	-	0,8	-
°Brix/Acidez	-	-	5,93	-
Ácido Ascórbico	4,5	-	13,9	-
Compostos Fenólicos (mg)	-	-	14,4	-
Niacina (mg)	2,3	2,5	-	-
Tanino (mg)	-	-	142	-

Fonte: a – VILLACHICA, 1996; b – PAHLEN, 1997; c – ANDRADE, ROCHA E SILVA FILHO, 1997; d – YUYAMA *et al.*, 1998. Citado por SILVA FILHO, 1998.

## 2.5. Usos e utilidades

Como o maná cubiu tem um sabor característico não pode ser comparado com outras frutas, sendo que alguns dizem que o sabor lembra tomate com limão. Por ser rico em ferro, niacina, ácido cítrico e pectina, são utilizadas pelas populações tradicionais da Amazônia, com diferentes propósitos: as folhas e raízes são empregadas como medicamentos, os frutos como alimento, e o suco do fruto como cosmético. Pelo sabor típico, ácido, considerável teor de pectina o cubú pode contribuir como valor agregado a produtos como a geléia (ANDRADE, ROCHA e SILVA FILHO, 1997).

O uso caseiro é uma atividade informal utilizada pelas donas de casa, em que algumas delas desbravam a carreira empresarial com produção comercial regional; tornando-se uma opção de renda e possibilitando a expansão do cultivo de maná cubiu, na formulação de pratos com um lado de sofisticação em receitas com este fruto exótico (SILVA FILHO, 1998).

A polpa próxima das sementes é um pouco mais ácida e muito mais saborosa que a polpa aderida na casca. A relação sólidos solúveis/acidez é baixa, o que indica o baixo teor de açúcar o que explica o seu menor consumo “in natura”. É utilizado na culinária na forma de sucos, doces, marmeladas, licores, geléias, aguardente e compotas sendo o principal uso dos frutos. Os frutos podem ser consumidos como molhos para assados e em sopas de pescados popularmente denominado como caldeirada ou peixada denominação utilizada na Amazônia brasileira (YUYAMA. *et al.*, 1997; SILVA FILHO. *et al.*, 1999).

Como medicamento, o maná cubiu é utilizado no tratamento da anemia, da pelagra e, principalmente, no controle dos níveis elevados de colesterol, ácido úrico e glicose no sangue. A utilização de alimentos integrais e dietas ricas em fibra solúvel são bem conhecidas por seu efeito sobre o trânsito intestinal, principalmente a pectina, que pode se ligar a ácidos biliares, atuar na troca de cátions, modificar a biodisponibilidade de minerais e ainda influenciar em alguns pontos do metabolismo glicídico e lipídico. A niacina contribui para um sistema digestivo saudável, melhora a circulação e reduz a pressão alta do sangue, o colesterol e os triglicérides (OLIVEIRA e MARCHINI, 2001).

Os índios peruanos e brasileiros utilizam as folhas maceradas para a formulação de uma pasta, na qual é colocado sobre a pele para o tratamento de queimaduras

causadas pelo fogo ou água quente. O suco da cavidade locular é utilizado para amenizar os sintomas da coceira provocada pela picada de insetos. O suco puro é utilizado pela população da Amazônia brasileira, peruana e colombiana para controlar o colesterol, diabetes, e o excesso de ácido úrico bem como outras enfermidades relacionadas pelo mau funcionamento dos rins e do fígado, sendo recomendada na dieta de pacientes com colesterol alto e diabéticos (SILVA FILHO, 1998).

Alguns índios utilizam o suco puro da polpa para dar brilho aos cabelos, provavelmente algumas vitaminas e a pectina são os responsáveis por essa característica, porém esta qualidade requer mais pesquisas para poder ter um embasamento científico e eficaz (SILVA FILHO, 2002).

## **2.6 Armazenamento Refrigerado**

A conservação dos alimentos é uma importante etapa, pois tem a finalidade de proporcionar a manutenção da qualidade, prolongar a vida útil e prevenir possíveis alterações dos mesmos. O controle da atividade enzimática das frutas se conduz com a utilização de baixas temperaturas (HOLDSWORTH, 1988; BOLIN e HUXSSOL, 1989; WILEY, 1997, CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A utilização da temperatura, sem que cause danos fisiológicos ao fruto, durante o armazenamento é de grande importância, bem como é um método de conservação de baixo custo. Empregado durante o transporte, armazenamento e exposição no varejo, ou seja, manutenção da cadeia do frio contribui na redução da deterioração e podem reduzir a respiração e conseqüentemente o metabolismo, aumentando assim a vida pós-colheita (BRECHT, 1995; CLEMENTE, 1999). A refrigeração reduz os processos de amadurecimentos e envelhecimento precoce das frutas e retarda o desenvolvimento dos microrganismos que possam estar presentes (COELHO, 1994).

A temperatura de armazenamento do produto é o maior determinante da taxa respiratória, observando-se redução de 2 a 4 vezes nessa taxa, a cada diminuição de 10°C na temperatura, numa faixa de 0 a 30°C. Assim, o bom gerenciamento da temperatura na pós-colheita é essencial para uma lenta deterioração fisiológica dos produtos “in natura”

(HONÓRIO, BENEDETTI e LEAL, 2001). O calor acelera a respiração e conseqüentemente, promove a degradação da qualidade de frutas e hortaliças. Por esse motivo utiliza-se a tecnologia de resfriamento para diminuir o calor do produto e do ambiente onde este se encontra (CORTEZ, HONÓRIO e MORETTI, 2002).

Gayet et al. (1995) relataram que a preservação do fruto deve ser feita em temperatura superior àquela que reduz sensivelmente as funções fisiológicas, pois como toda fruta tropical é sensível ao frio. Desta forma, Neves et al. (2009) relataram que a temperatura adequada e o período de armazenamento frigorificado na conservação pós colheita de frutas vai depender da espécie, variedade, ambiente que foi submetido durante etapas de produção, estágio de desenvolvimento do fruto, manejo pós colheita e comercialização.

As condições ideais de armazenamento variam largamente de produto para produto e, correspondem às condições ideais nas quais estes podem ser armazenados pelo maior espaço de tempo possível, sem que haja perda apreciável de seus atributos de qualidade tais como: sabor, aroma, textura, cor e conteúdo de umidade (CHITARRA e CHITARRA, 2005). De acordo com Cereda (1983), todos estes fatores tornam os frutos mais desejáveis ao aspecto que apresentam, o qual pode ser melhorado pela conservação e embalagens. A redução de temperatura diminui a respiração e atrasa a senescência, por desacelerar o metabolismo. Nos frutos refrigerados a taxa metabólica deve ser mantida ao nível suficiente para manter as células vivas, porém de forma a preservar a qualidade comestível, durante todo o período de armazenamento (WILEY, 1997).

Determinar a tolerância ao frio da espécie a ser trabalhada é indispensável e estratégico para o planejamento das etapas e obtenção de melhores resultados durante o período de armazenamento. Cada fruto possui uma temperatura mínima quando mal usada, podendo surgir alterações sensoriais e fisiológicas irreversíveis, e amadurecimento deficiente prejudicando a qualidade (SARGENT, CROCKER e ZOELLNER, 1993; WANG, 1994; KLUGE, *et al.*, 2002).

## 2.7 Radiação Gama

O desenvolvimento da irradiação de alimentos vem sendo promovido pela Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA), pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pela Organização de Alimentos e Agricultura (FAO), sendo que o Grupo Consultivo Internacional de Irradiação de Alimentos (CGIIA) é seu órgão regulamentador para congregar estas três organizações, representando atualmente mais de quarenta países que se interessa por esse assunto, entre estes o Brasil.

A produção de alimento no mundo enfrenta um grande desafio para diminuir as perdas de alimento, da colheita até o consumidor final. Devido a isso a irradiação desperta interesse em vários países como consequência da infestação, contaminação e decomposição desses produtos. Outro fator que aumenta este interesse é a preocupação com doenças transmitidas pelos alimentos e o aumento do comércio internacional de produtos alimentícios, principalmente com as normas de exportação em matéria de qualidade e de quarentena (GCIIA, 1991).

Não se pode usar somente a irradiação como técnica na conservação de alimentos. Esta técnica utilizada isoladamente não promove o efeito desejado, porém pode desempenhar um papel importante na redução do metabolismo, além de oferecer a diminuição do uso de defensivos agrícolas, que em potencial pode prejudicar a saúde do homem e conseqüentemente ao meio ambiente (ARTÉS, 1995).

A irradiação, no âmbito da conservação, deve ser umas das ferramentas utilizadas juntamente com a refrigeração e outros métodos pós-colheita. A irradiação é uma tecnologia muito eficiente, de amplo espectro e não deixa resíduos no produto. Dentre os inúmeros efeitos está o controle da infestação por insetos, inibe a germinação de tubérculos e prolonga a vida de produtos perecíveis (TAPE, 1996).

De acordo com Vieites (2009), a irradiação promete melhorar a habilidade na conservação dos frutos e reduzir a incidência de doenças sendo considerado um método seguro. Uma vantagem no uso desse método é que ele pode reduzir ou até substituir o uso de aditivos alimentares.

O uso da radiação como meio de segurança e conservação dos alimentos têm se mostrado importante para órgãos governamentais, instituições de pesquisas e empresas privadas de todo o mundo. O interesse em tecnologias que venham favorecer o

aumento das exportações das frutas brasileiras, tem sido encarado como um meio de abertura de novas oportunidades para esse setor que, embora venha alcançando bons resultados nos últimos anos, tem muito a percorrer para competir com outros países exportadores (SILVA, 2005).

No Brasil, a irradiação foi estabelecida em 29 de agosto de 1973 pelo Decreto n 72.718, mas somente foi reconhecida e aprovada em 08 de março de 1985 pela regulamentação da Portaria n° 09 da Divisão Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (DINAL/MS), a qual estabeleceu as doses de irradiação que os alimentos deveriam receber (VIEITES, 2009)

As fontes de irradiação permitidas para utilização em alimentos são os raios gama, produzidos a partir de radioisótopos de  $^{60}$ cobalto (1,17 a 1,33 MeV),  $^{137}$ césio (0,662 MeV), elétrons acelerados (energia máxima de 10 MeV) e raios x (energia máxima de 5 MeV) (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 1984).

A radiação é produzida em um reator nuclear mediante bombeamento de nêutron de  $^{59}$ cobalto, enquanto que o  $^{137}$ césio é resultado da fissão do urânio. Ambos emitem raios gama com alto poder de penetração que podem ser utilizados para tratar alimentos a granel ou embalados (STEWART, 2001) sendo que o  $^{60}$ cobalto necessita de uma atividade 4 vezes menor que a do  $^{137}$ césio para conseguir irradiar o mesmo produto (EHLERMANN, 2001).

As radiações podem ser de ondas de elétrons acelerados ou eletromagnéticas de alta energia (raios gama e raios x). A interação dessas ondas com a matéria desencadeará uma série de ionizações. Nessas interações, os fótons transferirão uma parte de sua energia aos átomos e moléculas dispostos ao longo do caminho, até perder energia e cessar o processo. Dessa forma, os efeitos biológicos, de maior ou menor gravidade conforme o organismo ou tecido irradiado, serão conseqüências das alterações físico-químicas no meio intracelular exposto à radiação ionizante (BIRAL, 2002).

Segundo, Ehlermann (1990) a fonte de  $^{60}$ Cobalto é o mais adequado como fonte tendo uma maior aceitação, pois se apresenta na forma metálica e insolúvel em água, ocasionando maior segurança ambiental. Apenas as fontes de Cobalto ( $^{60}\text{Co}$ ) e Césio ( $^{137}\text{Cs}$ ) são usadas comercialmente, devido à produção de raios gama de energia adequada, disponibilidade e custo. À fonte de  $^{60}\text{Co}$  é a mais usada por apresentar-se na forma metálica e

ser insolúvel em água, proporcionando assim maior segurança ambiental. A utilização do Césio ( $^{137}\text{Cs}$ ) em escala de irradiação comercial de alimentos é limitada devido à falta de quantidades satisfatórias de  $^{137}\text{Cs}$  (FLORIANO, 2004).

Atualmente, as normas regularizadoras do uso desta tecnologia estão descritas na Resolução n° 21 de 26 de janeiro de 2001, aprovada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANISA). Não restringe quais alimentos podem ser irradiado desde que a dose máxima absorvida seja inferior àquela que comprometa as qualidades funcionais e sensoriais do alimento e a dose mínima seja suficiente para alcançar o objetivo pretendido (BRASIL, 2001), a irradiação de alimentos é um processo físico de tratamento que consiste em submeter o alimento, já embalado ou a granel, a doses controladas de radiação ionizante com finalidade sanitária, fitossanitária e ou tecnológica, sendo comparado à pasteurização térmica, ao congelamento ou enlatamento. Portanto, o alimento irradiado é todo alimento que tenha sido submetido intencionalmente ao processo de irradiação ionizante.

A irradiação pós-colheita de frutos e hortaliças tem como objetivo a redução ou retardo nos danos causados por doenças, agindo como fungicida e retardando o amadurecimento. Usado como método de conservação, prolongando o período de armazenamento e retardando o brotamento em alguns vegetais. Um dos poucos inconvenientes em utilizar a irradiação é a determinação da dosagem em uso, pois provoca escurecimento, amaciamento, aparecimento de depressões superficiais, amadurecimento anormal e perda de aroma e sabor nos produtos (CHITARRA e CHITARRA, 2005). A irradiação pode completar outras tecnologias, especialmente a refrigeração e pode ser feita depois do produto ter sido embalado, o que reduz a possibilidade de recontaminação (TAPE, 1996).

Segundo Fabbri (2009), doses inferiores a 1,0 kGy em tomates “in natura” foram eficazes na manutenção do pH, firmeza, retardo da senescência, perda de massa, além de não degradarem o licopeno.

## **2.8 Embalagens**

O uso de embalagens corretamente elaboradas para os frutos pode contribuir, consideravelmente, para a manutenção de sua qualidade, em decorrência da redução nos danos físicos, o que, sem dúvida contribui para a redução das perdas pós-colheita.



É um dos principais fatores que contribuem para uma comercialização bem sucedida e para a redução das perdas pós-colheita e é responsável pela proteção e pela conservação do produto desde o campo até o consumidor. A embalagem não melhora as características do produto, com isso é de extrema importância a seleção dos frutos antes de serem embalados (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os estudos para aprimorar a tecnologia das embalagens, têm como foco o que influencia a qualidade e a conservação dos produtos, definindo o tipo de material, a interação do material com o produto e como serão utilizados. A escolha de uma embalagem eficiente para conservação, se torna mais difícil pela variedade de materiais, tamanhos e formas. Mas, o que é sempre usado são materiais menos dispendiosos, adaptáveis aos procedimentos de manuseio ou a habilidade de aumentar o desenvolvimento de carga durante o transporte (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O filme plástico (polimérico) é muito empregado como embalagem, por serem finos o bastante para serem flexíveis e dobráveis sem rasgar ou quebrar, o limite máximo de espessura pode variar de 75 a 380 micra, dependendo da finalidade. O plástico utilizado para a fabricação de embalagens são os termoplásticos, isto é quando aquecidos em uma determinada temperatura se torna macios e quando resfriados enrijecem novamente. A maior parte da matéria prima é derivada do etileno, ou vinila (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Existem vários tipos de materiais poliméricos no mercado. O policloreto de vinila (PVC) esticável é polímero com propriedades de barreira intermediária utilizados para produtos frescos. As copolimerizações com acetato de vinila produzem filmes mais macios, tornando-se uns dos materiais mais baratos, de fácil manuseio e amplamente distribuído no comércio (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Matéria-Prima



**Figura 3** – Aspecto do fruto cortado na longitudinal e na transversal.

Os frutos do maná cubiu (Figura 3 e 4) foram coletados no município de Iguape, litoral sul do estado de São Paulo, onde as condições edafoclimáticas são semelhantes as da região amazônica, como umidade relativa e índice pluviométrico alto. As coordenadas geográficas são: latitude de 24° 42' 29" S, longitude 47° 33' 19" W e 1 m de altitude.

O ponto definido pelo produtor para a colheita foi de verde amarelado a amarelo, assim manteve-se esta coloração como padrão nas colheitas realizadas manualmente pelos funcionários da propriedade, na qual utilizaram vestimentas apropriadas para esta atividade pelo fato da planta ser toda coberta por pequenos e finos pêlos que provocam coceira e irritação na pele.



**Figura 4 – Frutos utilizado no experimento**

A primeira colheita ocorreu no dia 30 de março de 2009, onde os frutos foram encaminhados via terrestre para o município de Botucatu e a segunda colheita ocorreu no dia 4 de maio de 2009, onde foi encaminhado para o município de São Paulo e posteriormente para o município de Botucatu. Os frutos chegaram a Botucatu no mesmo dia da colheita.

### **3.2. Local da Condução do Experimento**

Os frutos foram avaliados no Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu – SP, onde foram testados os tratamentos.

### **3.3. Pré-Resfriamento**

No laboratório os frutos foram acondicionados em câmara frigorificada  $15 \pm 5^{\circ}\text{C}$  e  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa, para o pré-resfriamento, onde permaneceram por 4 horas, com objetivo de retirar o calor de campo, reduzir o metabolismo dos frutos e adaptá-los à temperatura de armazenamento dos tratamentos para ambos os experimentos.

### **3.4. Experimentos**

Para quantificar o efeito da radiação gama nos fruto combinando o efeito da embalagem em bandeja de poliestireno expandido (com ou sem filme de policloreto de vinila – PVC esticável) e da temperatura, na conservação pós-colheita, houve a necessidade de dividir o presente trabalho em dois experimentos. O filme de PVC esticável utilizado foi de 380 mm de largura com 11 microns de espessura e as bandejas de poliestireno expandido com 22 cm de comprimento, 15 cm de largura, 3,5 cm de altura e 0,5 cm de espessura.

#### **3.4.1. Experimento 1: Diferentes temperaturas de armazenamento e embalagem.**

Os tratamentos a que os frutos foram submetidos no primeiro experimento, tiveram o intuito de quantificar o efeito combinado da temperatura de armazenamento e embalagem (Tabela 2). Os frutos foram selecionados previamente e higienizados com hipoclorito de sódio 2,5%.

**Tabela 2** – Tratamentos refrigerados do maná cubiu com  $85 \pm 5\%$  de UR, temperatura ambiente de  $24 \pm 3^\circ\text{C}$  com  $70 \pm 5\%$  com ou sem filme PVC.

	Temperatura	Embalagem
T1	$24 \pm 3^\circ\text{C}$	Com filme PVC
T2	$6^\circ\text{C}$	Com filme PVC
T3	$8^\circ\text{C}$	Com filme PVC
T4	$10^\circ\text{C}$	Com filme PVC
T5	$24 \pm 3^\circ\text{C}$	Sem filme PVC
T6	$6^\circ\text{C}$	Sem filme PVC
T7	$8^\circ\text{C}$	Sem filme PVC
T8	$10^\circ\text{C}$	Sem filme PVC

Os frutos foram acondicionados em B.O.D. com  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa nas suas respectivas temperaturas exceção apenas para o tratamento ambiente onde foi observada uma variação de  $24 \pm 3^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 5\%$  de umidade relativa. As embalagens usadas foram bandejas de poliestireno expandido cobertos ou não por filme plástico de PVC esticável com 5 frutos em cada bandejas.

O período de armazenamento, foi de 20 dias com 5 retiradas a cada 4 dias. Para cada tratamento utilizou-se 3 repetições, resultando em 15 bandejas e para cada dia de retirada, com isso totalizou-se 75 bandejas e 375 frutos usado em todo experimento para o grupo parcela (destrutivas). Já o grupo controle, no parâmetro taxa respiratória usou uma bandeja e no parâmetro perda de massa usou 5 bandeja durante todo o armazenamento e para cada tratamento

### 3.4.2. Experimento 2: Diferentes doses de radiação gama nos frutos.

Os tratamentos a que os frutos foram submetidos no segundo experimento tiveram o objetivo de quantificar o efeito combinado da temperatura de armazenamento a  $10 \pm 3^\circ\text{C}$  e embalagem com filme de PVC, com as doses de irradiação observada na Tabela 3.

**Tabela 3** - Doses de irradiação aplicada em frutos armazenados a  $10 \pm 3^\circ\text{C}$  com  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa, embalados com filme PVC esticável.

Tratamentos	
D1	Testemunha (0,0 kGy)
D2	0,2 kGy
D3	0,4 kGy
D4	0,6 kGy
D5	0,8 kGy

Os frutos foram coletados no município de Iguape e encaminhados para o IPEM - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – USP/Campus de São Paulo, onde foram submetidas a doses de irradiação com  $^{60}\text{Co}$  no irradiado multipropósito do tipo compacto onde utiliza raios gama. E logo em seguida transportados para o Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP situado no município de Botucatu-SP. Os frutos foram submetidos às mesmas análises físico-químicas do experimento 1, contudo neste experimento, os frutos foram submetidos às análises de atividade enzimática (bioquímica): Pectinametilesterase (PME), da Poligalacturonase (PG), da Polifenoloxidase (PFO) e da Peroxidase (POD). Todos os tratamentos foram armazenados a  $10^\circ\text{C}$  e embalados em bandejas de poliestireno expandido e cobertos por filme de PVC.

### 3.5. Análises realizadas

Cada experimento foi dividido em dois grupos de análises: grupo controle (não destrutivos) são aqueles onde os frutos permanecem inteiros até o término do experimento, com exceção dos frutos no parâmetro firmeza que foram aproveitados para compor as amostras nos respectivos dias de avaliação e o grupo parcela (destrutivos) são aqueles frutos separados para serem destruídos em todos os dias de avaliação.

#### 3.5.1. Grupo controle

No grupo controle (não destrutivos) as análises foram realizadas a cada 4 dias, totalizando 20 dias de avaliação, sendo verificado os seguintes parâmetros: perda de massa fresca (%), respiração (ml de  $\text{CO}_2$  Kg de fruta $^{-1}$  hora $^{-1}$ ) e firmeza (N).

**3.5.1.1. Perda de massa fresca (%):** a pesagem foi feita na balança semi analítica da marca Owalador – carga máxima de 2000 g e divisão em 10 mg, e os resultados expressos em porcentagem.

**3.5.2.2. Respiração (ml de CO<sub>2</sub> Kg de fruta<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup>):** a curva de respiração foi obtida pela avaliação dos frutos durante os dias de análise. A determinação da taxa de respiração feita de forma indireta foi efetuada em respirômetro, pela medida do CO<sub>2</sub> liberado, de acordo com metodologia adaptada de Bleinroth, Zuchini e Pompeo (1976);

A taxa de respiração medida em respirômetro, foi calculada pela seguinte fórmula:

$$T_{CO_2} = \frac{2,2 \times (A-B) \times V_1}{P \times T \times V_2} \text{ onde:}$$

$T_{CO_2}$  = Taxa de respiração em ml de CO<sub>2</sub> Kg de fruta<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup>;

B= Volume gasto em ml de HCl padronizado para a titulação de hidróxido e potássio-padrão antes da absorção de CO<sub>2</sub>;

A= Volume gasto de HCl padronizado para a titulação de hidróxido de potássio após a absorção de CO<sub>2</sub> da respiração;

$V_1$  = Volume de hidróxido de potássio usado na absorção de CO<sub>2</sub> (ml);

P= Massa dos frutos (kg);

T= Tempo das reações metabólicas (hora);

$V_2$  = Volume de hidróxido de potássio utilizado na titulação (ml);

2,2 = devido ao equivalente de CO<sub>2</sub> (44/2), multiplicado pela concentração do ácido clorídrico a 0,1 N.

**3.5.1.3. Firmeza:** A firmeza foi medida nos frutos inteiros com casca, em dois pontos em cada fruto da bandeja (5 frutos), na região equatorial (transversal), utilizando-se Texturômetro Stevens-LFRA Texture Analsers, com a ponta de prova TA 9/1000. A penetração foi de 10 mm, com velocidade de 2,0 mm.s<sup>-1</sup>, sendo os resultados expressos em N (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

### 3.5.2 Grupo Parcela

As análises realizadas foram: sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), acidez titulável (g de ácido cítrico  $100\text{g}^{-1}$  de peso fresco), índice de maturação “Ratio” - IM, potencial hidrogênioônico - pH, teor de açúcar redutor (%) e atividade enzimática: Pectinametilesterase (PME), Poligalacturonase (PG), Polifenoloxidase (PFO) e Peroxidase (POD). As análises das atividades enzimáticas foram realizadas somente no Experimento 2.

**3.5.2.1. Sólidos solúveis – SS ( $\text{Brix}^{\circ}$ ):** leitura refratométrica direta em  $^{\circ}\text{Brix}$ , em todas as amostras, conforme metodologia de AOAC (1992). Foi usado refratômetro de mesatipo ABBE (marca Atago-N1) a  $25^{\circ}\text{C}$  ;

**3.5.2.2. Acidez Titulável – AT (g de ácido cítrico  $100\text{g}^{-1}$  de peso fresco):** obtida por titulometria com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1N, tendo como indicador o ponto de viragem da fenolftaleína, utilizando-se 5g de polpa homogeneizada, diluída em 100ml de água destilada. Os valores foram expressos em gramas de ácido cítrico encontrado com maior abundância no maná cubiu, expresso em porcentagem, conforme metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) e Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (1978);

**3.5.2.3. Índice de Maturação “Ratio” - IM:** foi obtido através da relação entre os "sólidos solúveis" e a "acidez titulável". Onde,  $\text{IM} = \text{SS}/\text{AT}$  (TRESSLER e JOSLYN, 1961);

**3.5.2.4. Potencial Hidrogênioônico (pH):** a leitura de pH foi realizada pela medição em amostra triturada e homogenizada, utilizando-se um potenciômetro digital DMPH – 2, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008);

**3.5.2.5. Determinação dos teores de Açúcares Redutores (%):** uma parte do extrato da polpa foi congelada para a determinação posterior. A metodologia utilizada



foi descrita por Nelson (1944) e adaptada por Somogy (1945). O aparelho utilizado para leitura foi o espectrofotômetro Micronal B 382, sendo a leitura realizada a 510 nm;

**3.5.2.6. Determinação da atividade da Pectinametilesterase (PME) e Poligalacturonase (PG):** o extrato foi coletado e rapidamente congelado em nitrogênio líquido e mantido em -20°C para posterior análises, sendo que para a PME utilizou-se cerca de 1g de amostra e para a PG cerca de 2,5g, seguindo a metodologia descrita por D’Innocenzo e Lajolo (2001);

**3.5.2.7. Determinação da atividade da polifenoloxidase (PFO):** foi utilizado cerca de 0,400 g de amostra fresca maceradas e homogenizadas em 10 mL de tampão acetato 0,2 M, pH 5,0 conforme metodologia foi descrita por Cano *et al.* (1997);

**3.5.2.8. Determinação da atividade das peroxidases (POD):** uma alíquota de 0,400 g das amostras coletadas foi macerada e homogenizada em tampão fosfato 0,2 M (pH 6,7) e centrifugadas, que resultará o extrato bruto, iniciando a metodologia descrita por Lima, *et. al.* (1999) e Flurkey e Jen (1978).

### **3.6 Delineamento estatístico**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizada (DIC) em esquema fatorial. No Experimento 1, foi realizado fatorial triplo 4x2x6 (4 temperaturas x 2 embalagem x 6 dias de análises) e no Experimento 2, foi realizado fatorial duplo 5x6 (5 doses de irradiação x 6 dias de análises). Os dados foram analisados pelo programa Estat 2.0, sendo as médias dos tratamentos e as interações, comparadas utilizando-se Teste de Tukey a 5% de probabilidade (GOMES, 1987).

## 4 RESULTADO E DISCUSSÕES

### 4.1 Primeiro Experimento: Diferentes temperaturas de armazenamento e embalagem.

#### 4.1.1 Perda de Massa

**Tabela 4** – Variação média de perda de massa fresca (%), maná cubiu armazenados sob refrigeração e  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

Perda de Massa Fresca							
Dias de Armazenamento							
Temperatura	0	4	8	12	16	20	Média
Ambiente*	0Af	4,14Ae	7,16Ad	10,59Ac	13,46Ab	17,03Aa	8,74a
6°C	0Af	2,66Be	4,79Bd	6,24Bc	7,78Bb	8,93Ba	5,07b
8°C	0Ae	2,02BCd	3,90Bc	5,38Bb	6,34Cab	7,35Ca	4,16c
10°C	0Ae	1,22Cd	2,11Ccd	2,92Cbc	3,74Db	4,93Da	2,48d
Média	0F	2,51E	4,49D	6,28C	7,83B	9,56A	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas e maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*Temperatura ambiente de  $24 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 5\%$  UR.

Ocorreu interação tripla, gerando três tabelas para este parâmetro. Na Tabela 4, foi verificado evolução da perda de massa nos tratamentos refrigerados durante o armazenamento. Pela média geral dos dados os tratamentos, na ordem crescente, que perderam umidade foram 10°C, 8°C, 6°C e temperatura ambiente com 2,48, 4,16, 5,07 e 8,74

respectivamente, e no decorrer do período de armazenamento os valores da porcentagem de perda foi aumentando até o término do experimento.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a temperatura tem influência direta na pressão de vapor, ocasionando a perda d'água, assim quanto mais baixa a temperatura menor é a perda, comportamento inverso do observado neste experimento, porém o resfriamento lento dos frutos pode acarretar uma rápida perda d'água por um diferencial entre a superfície resfriante e a temperatura do mesmo.

O uso de embalagem é um importante aliado para a conservação do frescor, pois protege a superfície dos frutos reduzindo a movimentação de ar, o controle desta movimentação é de grande importância, pois auxilia na retirada de calor liberada pela superfície do fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005). O resultado desses efeitos pode ser observado na Tabela 5, onde na média geral os frutos do tratamento com filme obtiveram valores muito reduzidos de perda de massa fresca, quando comparado com os frutos do tratamento sem filme, e os frutos do tratamento a 10°C apresentou a menor perda.

Na Tabela 5, nota-se que os frutos embalados com filme de PVC manteve as menores perda de massa comparado com os frutos sem filme de PVC e entre os frutos armazenados sob refrigeração quanto maior foi a temperatura (10°C) menor foi a perda de massa, comportamento já discutido acima.

**Tabela 5** – Variação média de perda de massa (%), maná cubiu armazenados sob refrigeração e 85 ± 5% de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

<b>Perda de Massa Fresca</b>			
<b>Embalagem</b>			
<b>Temperatura</b>	<b>C –PVC**</b>	<b>S – PVC***</b>	<b>Média</b>
Ambiente*	3,42Ab	14,04Aa	8,74a
6°C	1,94Bb	8,19Ba	5,07b
8°C	1,38Cb	6,95Ca	4,16c
10°C	0,61Db	4,36Da	2,48d
Media	1,84B	8,39A	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas e maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*Temperatura ambiente de 24° ± 2°C e 70 ± 5% UR.

\*\*Com filme de PVC.

\*\*\*Sem filme de PVC.

**Tabela 6** – Variação média de perda de massa (%), maná cubiu armazenados sob refrigeração e  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

<b>Perda de Massa Fresca</b>							
<b>Dias de Armazenamento</b>							
Embalagem	0	4	8	12	16	20	Média
C – PVC*	0Ad	0,84Bc	1,54Bc	2,31Bb	2,85Bab	3,48Ba	1,84b
S – PVC**	0Af	4,18Ae	7,34Ad	10,25Ac	12,81Ab	15,64Aa	8,39a
Média	0F	2,51E	4,49D	6,28C	7,83B	9,56A	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas e maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*Frutos com filme de PVC.

\*\*Frutos sem filme de PVC.

Pode-se observar na Tabela 6, que os frutos do tratamento sem filme PVC mostraram valores de perda de massa fresca muito superior que o tratamento com filme PVC, com uma variação no dia 20 de 3,48 e 15,64 respectivamente. Tanto nos tratamento com filme PVC quanto o sem filme o aumento da perda de massa é observada em todos os dias de avaliação. Os frutos do tratamento com filme PVC, nos dias 4 e 8 não observou-se diferença significativa entre si. Após verificar as tabelas, deste parâmetro, o comportamento dos frutos armazenados a  $10^{\circ}\text{C}$  embalados com filme PVC, conservou melhor o peso fresco dos frutos evitando a perda d'água.

#### 4.1.2 Respiração

**Tabela 7** – Variação média da taxa de respiração ( $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ), do maná cubiu armazenados sob refrigeração e  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

<b>Taxa de Respiração</b>							
<b>Dias de Armazenamento</b>							
Temperatura	0	4	8	12	16	20	Média
Ambiente*	1,14Ae	11,04Ade	51,79Bb	163,07Aa	41,77Abc	25,03Acd	48,98a
6°C	4,61Ab	19,87Aab	28,44Ca	40,53Ca	39,09Aa	0,84Bb	22,23c
8°C	2,16Ad	27,30Ac	58,04Bb	133,07Ba	30,66Ac	28,56Ac	46,63a
10°C	5,46Ad	13,61Acd	91,89Aa	35,22Cbc	37,47Ab	11,24ABd	32,48b
Média	3,34E	17,96D	57,54B	92,97A	37,25C	16,42D	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas e maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*Temperatura ambiente de  $24^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $70 \pm 5\%$  UR.

Houve interação tripla entre as variáveis, temperatura, embalagem e dias de armazenamento. Analisando a Tabela 7, o maior pico respiratório entre os tratamentos foi observado na temperatura ambiente com 163,07 no décimo segundo dia de armazenamento, seguido pelos tratamentos a 8°C, e 6°C com 133,07 e 40,53 respectivamente. Já no tratamento a 10°C, o pico respiratório ocorreu no oitavo dia do experimento com 91,89, assim é o tratamento que apresentou pico respiratório antecipado comparando com os demais e o terceiro tratamento com o menor valor (91,89) e em seguida pelo tratamento a 6°C com a menor taxa respiratória .

Em todos os frutos dos tratamentos pode-se constatar que no quarto dia do experimento houve um aumento nos valores da taxa respiratória sem diferença significativa entre si. O pico respiratório surge no dia 8 nos frutos do tratamento a 10°C e no dia 12 nos frutos dos tratamentos temperatura ambiente, 8°C e 6°C, fato mencionado no parágrafo acima. No dia 16 e 20, os valores diminuem, porém nos frutos do tratamento a 8°C não há diferença significativa até o término do experimento já nos demais esta diferença pode ser observada. Os frutos do tratamento a 6°C, apresentou um pequeno pico respiratória durante o período de armazenamento.

Com essa observação pode-se dizer que o maná cubiu apresentou comportamento climatérico. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), frutos climatéricos são evidenciados quando em alguma etapa do seu ciclo vital, ocorre um aumento rápido e acentuado na atividade respiratória, com amadurecimento imediato, ou seja, fisiologicamente desenvolvidos.

Na Tabela 8, não houve diferença significativas entres os tratamentos com ou sem filme PVC esticável no décimo segundo dia de avaliação com valores de 90,83 e 95,11 respectivamente, neste dia pode-se observar a presença do pico respiratório de ambos os tratamentos. Nos dias 16 e 20, os valores da taxa respiratória diminuem até o término do período de armazenamento sem diferença significativa entre os tratamentos.

**Tabela 8** – Variação média da taxa de respiração ( $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ), do maná cubiu armazenados sob refrigeração e  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

<b>Taxa de Respiração</b>							
<b>Dias de Armazenamento</b>							
	0	4	8	12	16	20	Média
C – PVC*	3,15Ad	18,42Acd	32,77Bbc	90,83Aa	36,75Ab	15,99Ad	32,99b
S - PVC**	3,54Ac	17,49Ac	82,31Aa	95,11Aa	37,74Ab	16,85Ac	42,17a
Média	3,34E	17,96D	57,54B	92,97A	37,25C	16,42D	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas e maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*Frutos com filme de PVC.

\*\*Frutos sem filme de PVC.

Na Tabela 9, os frutos armazenados em temperatura ambiente e  $8^\circ\text{C}$  e  $6^\circ$  e  $10^\circ\text{C}$ , tanto embalados com filme em PVC quanto sem filme de PVC não apresentaram diferenças significativas entre si. Observando os valores da taxa respiratória em frutos sem filme de PVC, pode-se notar que os armazenados em temperatura ambiente tem o maior valor da taxa respiratória seguida por  $8^\circ$ ,  $10^\circ$  e  $6^\circ\text{C}$ , em ordem decrescente, sendo que os tratamentos a  $10^\circ$  e  $6^\circ\text{C}$  não apresentaram diferença significativa. Já os frutos embalados com filme de PVC e armazenados a  $8^\circ\text{C}$ , tendem o maior valor da taxa respiratória seguida por temperatura ambiente,  $10^\circ$  e  $6^\circ\text{C}$ . O uso do filme de PVC apresentou diferença significativa nos tratamentos em temperatura ambiente e a  $10^\circ\text{C}$ , reduzindo a respiração dos frutos.

**Tabela 9** – Variação média da taxa de respiração ( $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ), do maná cubiu armazenados sob refrigeração e  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

<b>Taxa de Respiração</b>			
<b>Embalagem</b>			
Temperatura	C – PVC**	S – PVC***	Média
Ambiente*	39,07Ab	58,88Aa	48,98a
$6^\circ\text{C}$	21,71Ba	22,75Ca	22,23c
$8^\circ\text{C}$	44,12Aa	49,14ABa	46,63a
$10^\circ\text{C}$	27,05Bb	37,74Ca	32,48b
Média	32,99B	42,17A	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas e maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*Temperatura ambiente de  $24^\circ \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 5\%$  UR.

\*\*Frutos com filme de PVC.

\*\*\*Frutos sem filme de PVC.

Durante o pico climatérico, a concentração de energia aumenta, sendo diretamente proporcional com a taxa respiratória. O suprimento de energia é maior que a demanda dos tecidos, é utilizada para realizar o desenvolvimento fisiológico do fruto levando ao amadurecimento. A vida de prateleira é inversamente proporcional a taxa respiratória, assim quanto maior a taxa respiratória menor o período de armazenamento, pois é utilizada para previsão da perda de massa e a temperatura do ambiente onde os frutos estão armazenados (CHITARRA e CHITARRA, 2005), como observado neste trabalho.

#### 4.1.3 Acidez Titulável

Não houve diferença significativa, na interação tripla, entre os fatores temperatura, embalagem e dias de armazenamento (Tabela 10).

**Tabela 10** - Variação média de acidez titulável (g de ácido cítrico 100g<sup>-1</sup> de polpa), maná cubiu armazenados sob refrigeração e 85 ± 5% de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

Acidez Titulável							
Dias de Armazenamento							
Tratamento	0	4	8	12	16	20	Média
Ambiente*	1,23Aa	0,95Abc	1,05Aab	0,86Abcd	0,76Bcd	0,70Cd	0,92b
6°C	1,23Aa	1,01Ab	0,97Ab	0,93Ab	1,08Aab	0,96Bb	1,03a
8°C	1,23Aa	0,91Ab	1,06Aab	0,97Ab	1,02Ab	0,96Bb	1,02a
10°C	1,23Aa	0,94Ac	0,98Abc	0,97Abc	1,01Abc	1,15Aab	1,05a
Média	1,23 <sup>a</sup>	0,95 <sup>B</sup>	1,01 <sup>B</sup>	0,93 <sup>B</sup>	0,97 <sup>B</sup>	0,94 <sup>B</sup>	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas e maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*Temperatura ambiente de 24° ± 2°C e 70 ± 5% UR.

Na Tabela 10, não houve diferenças significativas entre os frutos dos tratamentos desde o dia zero até o dia 12. Após este período no dia 16, somente os frutos do tratamento em temperatura ambiente apresentou valor menor que os demais e no dia 20 os frutos do tratamento a 10°C foi o que demonstrou o maior valor seguido por 8° e 6°C com 0,96 em ambas as temperaturas, que não apresentaram diferença significativa entre si; e a temperatura ambiente com 0,70.

Nos frutos do tratamento ambiente, o valor da acidez manteve-se constante até o dia 12, após este período os valores diminuíram até o último dia de armazenamento. Os frutos dos tratamentos a 6° e 8°C, não apresentaram diferença significativa desde o início de armazenamento até o dia 16 e no último dia do experimento este valor diminuiu. Os frutos do tratamento a 10°C, os valores de acidez permaneceram constante durante todo o período de armazenamento.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a acidez é reduzida com o amadurecimento das frutas por serem consumidos para a manutenção do metabolismo das mesmas e pela liberação dos açúcares, fato observado neste experimento.

**Tabela 11** - Variação média de acidez titulável (g de ácido cítrico 100g<sup>-1</sup> de peso fresco), maná cubiu armazenados sob refrigeração e 85 ± 5% de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

Acidez Titulável							
Dias de armazenamento							
Tratamento	0	4	8	12	16	20	Média
C – PVC*	1,23Aa	0,96Ab	1,05Ab	0,97Ab	0,95Ab	1,03Ab	1,03a
S – PVC**	1,23Aa	0,94Ab	0,98Ab	0,89Ab	0,98Ab	0,86Bb	0,98b
Média	1,23A	0,95B	1,01B	0,93B	0,97B	0,94B	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas e maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*Frutos com filme de PVC.

\*\*Frutos sem filme de PVC.

Na Tabela 11 observa-se, que os frutos do tratamento sem filme de PVC, no dia zero podem-se observar o maior valor de acidez e a partir de então este dia os valores foram semelhantes até o último dia de armazenamento. Nos frutos com filme de PVC, no dia zero o valor foi o maior, mas desde o dia 4 até o término do experimento os valores se mantiveram constante até o final do trabalho; neste tratamento observam-se os maiores valor de acidez quando comparado ao sem filme de PVC. Isso pode ser explicado pela perda da umidade por evapotranspiração, assim a quantidade de ácido cítrico foi concentrada no fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos do dia zero ao dia 16, pois no dia 20 o tratamento sem embalagem de PVC diminuiu. Na maioria dos frutos, é comum observar redução de acidez durante o amadurecimento, devido ao uso dos ácidos



orgânicos como fonte de energia (CHITARRA e CHITARRA, 2005; GAMA, *et al.*, 1991; BRODY, 1996)

Segundo Andrade, Rocha e Silva Filho (1997) citado por Silva Filho (1998), o maná cubiu apresenta 0,8% de ácido cítrico, valor um pouco inferior que o encontrado na maioria dos frutos dos tratamentos realizados. Já Bohórquez, Garcia e Ardila (1998) e Silva Filho (1999) encontraram 1,67 e 1,74% respectivamente. Os frutos do tratamento a 10°C apresentaram valores maiores próximo do término do experimento (Tabela 10). Os frutos do tratamento com filme conservaram os valores elevados até o final do experimento (Tabela 11).

#### 4.1.4 Sólidos Solúveis

Para os sólidos solúveis nos frutos não houve interação tripla entre os fatores, somente entre temperatura e dias de armazenamento.

**Tabela 12** – Variação média de sólidos solúveis (°Brix), maná cubiu armazenados sob refrigeração e  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

Temperatura	Sólido Solúveis (°Brix)						Média
	Dias de Armazenamento						
	0	4	8	12	16	20	
Ambiente*	6,13Aa	6,43Aa	5,67Aa	6,48Aa	5,77Aa	6,35Aa	6,13a
6°C	6,13Aa	6,00Aa	4,48Bb	6,53Aa	6,58Aa	6,67Aa	6,07a
8°C	6,13Aab	6,15Aab	5,95Ab	7,13Aa	6,25Aab	6,17Aab	6,30a
10°C	6,13Aa	6,03Aa	5,85Aa	6,83Aa	5,88Aa	6,58Aa	6,22a
Média	6,13B	6,15B	5,49C	6,75A	6,12B	6,44AB	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas e maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*Temperatura ambiente de  $24^\circ \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 5\%$  UR.

Na Tabela 12, não houve diferença significativa no período de armazenamento nos frutos dos tratamentos em temperatura ambiente, 6° e 10°C. Já os frutos do tratamento a 8°C apresentaram valores baixos do dia zero até o dia 4 e no dia 8 até o dia 12 estes valores aumentaram seguidos por uma diminuição até o término do experimento. Os frutos avaliados no dia zero, 4, 12, 16 e 20 não apresentaram diferenças significativas entre si, mas no dia 8 os frutos dos tratamentos a 6°C apresentaram um valor menor que os demais.

Nas médias gerais, não ocorreu diferença significativa entre os frutos dos tratamentos com diferentes temperaturas e durante o armazenamento observa-se uma variação nos valores até o término do experimento. Comportamento inverso do descrito por e Chitarra & Chitarra (2005), afirmaram que os sólidos solúveis apresentam tendência de aumento com o amadurecimento devido ao aumento do teor de açúcares simples.

Na Tabela 13 verifica-se que o tratamento sem filme PVC obteve o maior valor de SS (6,32). A desidratação dos frutos que concentrou a quantidade de sólidos solúveis elevando o seu valor quando comparado ao tratamento com filme PVC. Os tratamentos com filme PVC e a 10°C foram os que melhor conservaram os valores dos sólidos solúveis até o final do armazenamento. Bohórquez, Garcia e Ardila (1998) e Silva Filho (1999), encontraram valores de 6,76 e 6,80 °Brix, respectivamente, valores próximos de algumas leituras realizadas neste experimento.

**Tabela 13** – Variação da média geral de sólidos solúveis – SS (°Brix), maná cubiu armazenados sob refrigeração e  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

<b>Embalagem</b>	<b>SS</b>
C – PVC*	6,04B
S – PVC**	6,32A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*Frutos com filme de PVC.

\*\*Frutos sem filme de PVC.

#### 4.1.5 Índice de Maturação “Ratio” - IM

Não houve diferença significativa na interação tripla entre os fatores temperatura, embalagem e dias de análises, somente entre temperatura e dias de armazenamento.

Na Tabela 14, os frutos do tratamento com temperatura ambiente obteve a maior perda d'água, concentrando os sólidos solúveis, por esta razão os valores do índice de maturação são elevados (CHITARRA e CHITARRA , 2005; SILVA FILHO, et al., 1999).

**Tabela 14** – Variação média de índice de maturação – Ratio (IM), maná cubiu armazenados sob refrigeração e  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

Índice de Maturação – Ratio (IM)							
Dias de Armazenamento							
Temperatura	0	4	8	12	16	20	Média
Ambiente*	5,03Ad	6,83Abc	5,43ABcd	7,04Ab	7,73Aab	9,04Aa	6,85 <sup>a</sup>
6°C	5,03Abc	6,01Aabc	4,64Bc	7,09Aa	6,08Bab	7,07Ba	5,98b
8°C	5,03Ac	6,82Aab	5,65ABbc	7,36Aa	6,18Babc	6,59Bab	6,27b
10°C	5,03Ab	6,47Aa	6,05Aab	7,13Aa	5,85Bab	5,82Bab	6,06b
Média	5,03B	6,53A	5,44B	7,15A	6,46A	7,13A	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas e maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*Temperatura ambiente de  $24^\circ \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 5\%$  UR.

Os frutos no dia zero, 4 e 12 (Tabela 14) não apresentaram diferença significativas entre os tratamentos, no dia 8 somente os frutos do tratamento a  $10^\circ\text{C}$  mostrou valor de IM maior. Nos frutos do dia 16 e 20 apenas o tratamento temperatura ambiente apresenta valor mais alto. Os frutos dos tratamentos  $8^\circ$  e  $10^\circ\text{C}$  apresentam algumas variações nos valores de IM durante o armazenamento, onde são notados nos dias 4, 12 e 20. Os frutos do tratamento temperatura ambiente e  $6^\circ\text{C}$  apresentaram aumento dos valores até o término do experimento. Pela média geral, os frutos observados em todos os tratamentos apresentaram aumento dos valores de IM próximo ao final do experimento. Esse aumento foi ocasionado pela redução da acidez titulável, pois o teor de sólidos solúveis fica praticamente constante ao longo do armazenamento (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

#### 4.1.6 Açúcares Redutores

Neste parâmetro, não foi observado diferença significativa, na interação tripla, somente a interação entre os fatores temperatura de armazenamento e embalagem. Na Tabela 15, observando os frutos embalados com filme de PVC nota-se que os mesmos armazenados em temperatura ambiente,  $6^\circ\text{C}$  e  $10^\circ\text{C}$  não apresentaram diferença significativa, já aqueles armazenados a  $8^\circ\text{C}$  apresentaram os menores valores de açúcares redutores. Os frutos sem o filme de PVC, não apresentaram diferença significativas entre si quando armazenados nas diferentes temperaturas. Os frutos com filme de PVC obtiveram os

maiores valores de açúcares redutores comparados com os frutos armazenados sem filme de PVC.

**Tabela 15** – Variação média de açúcares redutores (%), maná cubiu armazenados sob refrigeração e  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

<b>Açúcares Redutores %</b>			
<b>Embalagem</b>			
<b>Temperatura</b>	<b>C - PVC**</b>	<b>S - PVC***</b>	<b>Média</b>
Ambiente*	2,40Aa	2,06Ab	2,23a
6°C	2,29Aba	2,04Ab	2,21a
8°C	2,10Ba	2,20Aa	2,16a
10°C	2,22Aba	2,20Aa	2,15a
Média	2,25A	2,12B	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas e maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*Temperatura ambiente de  $24 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 5\%$  UR.

\*\*Frutos com filme de PVC.

\*\*\*Frutos sem filme de PVC.

O açúcar redutor esta livre ou combinada nas células, sua função principal é suprir as necessidades energéticas quando seu metabolismo é acelerado por algum tipo de estresse como alta temperatura ou desidratação do produto (Chitarra e Chitarra, 2005), isso explica o motivo do tratamento ambiente embalado com filme mostrar um valor elevado de açúcar. Mas, os frutos dos tratamentos refrigerados e com filme PVC, apresenta valores maiores, segundo Chitarra e Chitarra (2005) este acúmulo de açúcar ocorre com a redução da acidez e o retardo do metabolismo dos frutos.

**Tabela 16** – Variação média geral de açúcares redutores – AR (%), maná cubiu armazenados sob refrigeração e  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

<b>Armazenamento</b>	<b>AR</b>
0	1,65C
4	2,50A
8	2,28A
12	1,99B
16	2,42A
20	2,29A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

No decorrer do armazenamento, pode-se observar na Tabela 16 a evolução dos teores de açúcares redutores, os frutos do dia zero têm o menor valor atingido no

experimento. Os frutos avaliados no dia 4, 8, 16 e 20, apresentaram os maiores valores e não proporcionaram diferenças significativas entre si, porém os frutos do dia 12 mostraram valor intermediário.

Segundo Andrade, Rocha e Silva Filho (1997) citado por Silva Filho (1998), as porcentagens de açúcares redutores encontrado nos frutos de maná-cubiu gira em torno de 3,9%. Mas, Silva Filho *et al.* (1999) encontrou cerca de 2,75% de açúcares redutores em maná-cubiu, este valor é próximo do encontrado neste experimento. O filme PVC com auxílio da refrigeração, levou a conservação dos açúcares promovendo mais doçura ao fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

#### 4.1.7 pH

No pH, não houve interação entre as variáveis, restando apenas tabela com as médias gerais no período de armazenamento dos frutos.

**Tabela 17** – Variação média de potencial hidrogeniônico – pH, maná cubiu armazenados sob refrigeração e  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

Armazenamento	pH
0	3,18C
4	3,20C
8	3,28B
12	3,22BC
16	3,35A
20	3,34A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Observando a Tabela 17, os frutos dos dias 0 e 4 não apresentaram diferenças significativas entre si e mostraram os menores valores do experimento, seguidos pelos frutos nos dias 12 e 8 em ordem crescente. Já os frutos dos dias 16 e 20 também não apresentaram diferenças significativas entre si, porém com os maiores valores de pH. Esse aumento provavelmente é decorrente a relação inversa entre a acidez titulável e o pH, isto é, o pH aumenta com a redução da acidez, sendo utilizado como indicativo dessa variação (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Isso explica o comportamento dos valores observados

nesta tabela (17). Bohórquez, Garcia e Ardila (1998) e Silva Filho (1999), encontraram valor de pH 3,82 e 3,39, respectivamente em frutos de maná cubiu.

#### 4.1.8 Firmeza

Na Tabela 18, nos frutos armazenados em temperatura ambiente percebe-se valores menores de firmeza quando comparados com os frutos armazenados sob refrigeração. Os frutos em todos os tratamentos, no dia 4, houve aumento da firmeza esse comportamento pode ser explicado pois os frutos foram selecionados aleatoriamente para avaliação no dia 0, na qual, apresentaram esses resultados.

**Tabela 18** – Variação média de firmeza, maná cubiu armazenados sob refrigeração e  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

Firmeza (N)							
Dias de Armazenamento							
Temperatura	0	4	8	12	16	20	Média
Ambiente*	4,89Ab	6,21Aa	5,12Bab	5,33Bab	4,69Bb	4,33Bb	5,10b
6°C	4,89Ab	6,44Aa	6,12ABa	6,07Aba	5,61ABab	4,83Bb	5,66a
8°C	4,89Ab	6,54Aa	6,21Aa	6,51Aa	5,44ABab	6,09Aa	5,95a
10°C	4,89Ab	6,57Aa	6,60Aa	5,81ABab	6,01Aab	5,92Aab	5,97a
Média	4,89C	6,44A	6,01A	5,93AB	5,44BC	5,30C	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas e maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*Temperatura ambiente de  $24 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 5\%$  UR.

Os frutos armazenados a  $6^\circ\text{C}$  do dia 4 até o dia 12 não apresentou diferença significativa entre si com os maiores valores de firmeza, seguido pelo dia 16 e 20 onde os valores da firmeza foram decrescentes. Os frutos armazenados a  $8^\circ\text{C}$  observados do dia 4 até o dia 12 e o dia 20 não demonstrou diferença significativa entre si, porém os frutos do dia 16 apresentou os menores valores de firmeza. Os frutos armazenados a  $10^\circ\text{C}$  manteve os maiores valores da firmeza do dia 4 ao dia 8, onde não foi observado diferença significativa entre si, já os frutos dos demais dias (12, 16 e 20) verificou-se os menores valores sem diferença significativa entre si. Os frutos do tratamento em temperatura ambiente observa-se diminuição dos valores da firmeza no dia 8 e 12 sem diferença significativa entre si e nos

demais dias (12 e 20) nota-se os mais baixos valores.

O baixo valor da firmeza dos frutos no dia zero, pode ser explicado pelo estresse ocasionado com a retirada do fruto da planta e o transporte até o laboratório, assim com o controle da temperatura e da umidade relativa do ar possibilitou o aumento do turgor nas células (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Entre os tratamentos os frutos armazenados em temperatura ambiente apresentaram os menores valores médios de firmeza ocasionados pela maior perda de água. Os frutos dos tratamentos temperatura ambiente e 6°C, foram os que apresentaram menores valores nos últimos dias de armazenamentos (dia 16 e 20). Os frutos armazenados a 8°C, foram os que mantiveram os maiores valores de firmeza no experimento.

**Tabela 19** – Variação média de firmeza, maná cubiu armazenados sob refrigeração e  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

Firmeza (N)							
Dias de Armazenamento							
Embalagem	0	4	8	12	16	20	Média
C – PVC*	4,89Ab	6,46Aa	6,18Aa	6,28Aa	6,08Aa	5,82Aa	5,95a
S – PVC**	4,89Acd	6,42Aa	5,85Aab	5,58Bbc	4,80Bcd	4,78Bd	5,39b
Média	4,89C	6,44A	6,01A	5,93AB	5,44BC	5,30C	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas e maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*Frutos com filme de PVC.

\*\*Frutos sem filme de PVC.

Observando a Tabela 19, os frutos do tratamento com filme de PVC no dia 0 apresenta o menor valor de firmeza do experimento, do dia 4 até o dia 20 houve aumento dos valores e não apresentaram diferença significativa entre si. Os frutos do tratamento sem filme de PVC no dia 20 apresentaram os menores valores de firmeza, seguidos pelos dias 0 e 16, 12, 8 e 4 em ordem decrescente. Pela média geral, os frutos do tratamento sem filme de PVC mostrou-se com o menor valor de firmeza quando comparado pelos frutos embalados com filme de PVC, segundo Chitarra e Chitarra (2005) é a perda do turgor das células provocado pela perda de massa levou a diminuição da firmeza neste tratamento.

Observa-se pela Tabela 20, que os frutos embalados com filme de PVC armazenados a 10°C apresentou o maior valor de firmeza, seguidos pelos frutos armazenados a 6° e 8°C não apresentaram diferença significativa entre si e temperatura ambiente em ordem decrescente. Os frutos sem filme de PVC, armazenados a 6°, 8° e 10°C, além de mostrarem os

maiores valores não apresentaram diferença significativa entre si, já os frutos armazenados em temperatura ambiente ofereceu o menor valor de firmeza. Somente os frutos armazenados a 8°C não apresentou diferença significativa entre si, mas os frutos armazenados em temperatura ambiente, 6° e 10°C embalados com filme de PVC apresentou valores maiores de firmeza quando comparados aos frutos sem filme de PVC.

**Tabela 20** – Variação média de firmeza, maná cubiu armazenados sob refrigeração e  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

<b>Firmeza (N)</b>			
<b>Embalagem</b>			
<b>Temperatura</b>	<b>Com**</b>	<b>Sem***</b>	<b>Média</b>
Ambiente*	5,46Ba	4,74Bb	5,10b
6°C	5,97Aba	3,35Ab	5,66a
8°C	5,97Aba	5,93Aa	5,95a
10°C	6,42Aa	5,52Ab	5,97a
Média	5,95A	5,39B	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas e maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*Temperatura ambiente de  $24 \pm 5^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 5\%$  UR.

\*\*Frutos com filme de PVC.

\*\*\*Frutos sem filme de PVC.

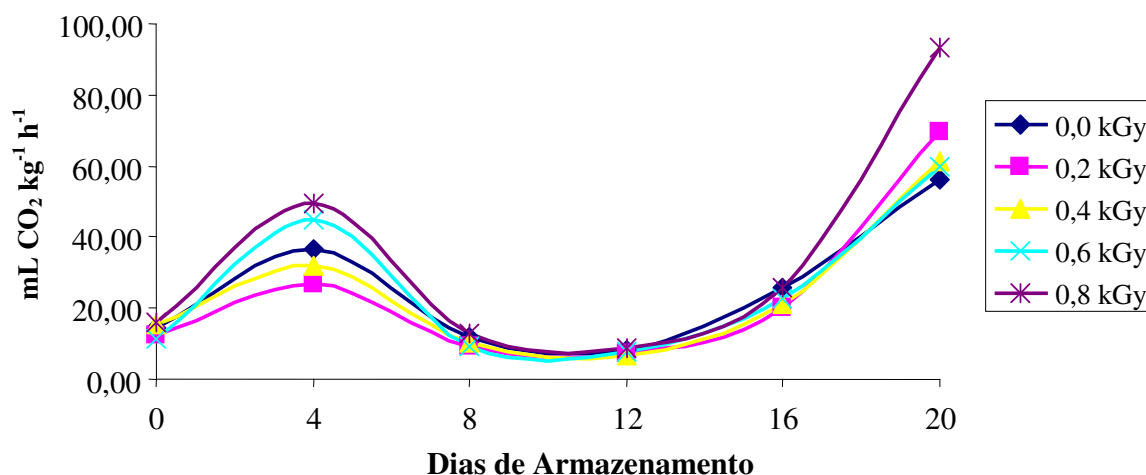
São desejáveis frutos mais firmes, pois são mais resistentes aos danos físicos e mecânicos, manuseio na colheita e transporte. A firmeza do tecido e o turgor têm uma relação direta com a umidade do fruto, pois interfere na textura dos mesmos mantendo os frutos mais firmes por mais tempo (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Fato este constatado neste experimento.



## 4.2 Segundo Experimento: Armazenamento refrigerado a $10 \pm 2^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ de UR, submetido a diferentes doses de irradiação gama.

### 4.2.1 Respiração

Observando a Figura 4, as diferentes doses aplicadas nos frutos levou ao aumento nos valores da taxa respiratória no dia 4 e no dia 20, sendo que o pico climatérico é observado no dia 20 no término do experimento.



**Figura 5** - Valores médios da respiração ( $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ), do maná cubiu armazenados a  $10 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa tratados com diferentes doses de irradiação, por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), após a colheita dos frutos, a respiração torna-se o seu principal processo fisiológico com variações nas taxas respiratórias resultando o pico. Neste período os frutos passam a utilizar suas próprias reservas para continuar o seu desenvolvimento, porém a energia liberada pela respiração, pode ser utilizada, em alguns casos, para continuar a síntese de pigmentos, enzimas e outros materiais de estrutura molecular elaborada.

O fator radiação contribuiu para estender a fase pré-climatérica, tanto nas frutas irradiadas ou não onde se constata o pico climatérico no último dia de armazenamento, dados diferentes do encontrado por Vilas Boas, *et al.* (1996), na qual

trabalhou com banana ‘Prata’ irradiada e com Manoel (2008) onde trabalhou com banana ‘Nanica’ irradiada.

#### 4.2.2 Sólidos Solúveis, Acidez Titulável, pH, Açúcares Redutores, Perda de Massa Fresca, Poligalacturonase e Índice de Maturação (Ratio).

Não ocorreu interação entre as variáveis, com isso temos apenas a média geral das doses e do período de armazenamento, representado pela Tabela 22.

**Tabela 22** – Variação das médias gerais dos sólidos solúveis – SS (°Brix), acidez titulável – AT (g de ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup> de peso fresco), potencial hidrogeniônico – pH, açúcar redutor – AR (%), perda de massa fresca – PMF (%), índice de maturação – Ratio (IM), do maná cubiu in natura com diferentes doses de irradiação, armazenados a 10 ± 2°C e 85 ± 5% de umidade relativa tratados com diferentes doses de irradiação, por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

	SS	AT	pH	AR	PMF	Ratio
Doses (kGy)						
0,0	6,02A	0,92A	3,27B	2,18B	2,02A	-
0,2	5,96AB	0,86AB	3,32AB	2,45A	1,64A	-
0,4	5,92AB	0,87AB	3,30B	2,28AB	0,76B	-
0,6	5,58BC	0,80B	3,40A	2,27AB	0,92B	-
0,8	5,23C	0,79B	3,36AB	2,07B	0,93B	-
Armazenamento						
0	6,13A	0,81BC	3,25C	2,77A	0E	7,62A
4	5,93AB	0,83ABC	3,29BC	2,53AB	0,73D	7,21AB
8	5,62B	0,72C	3,36ABC	2,28BC	1,13CD	7,70A
12	5,61B	0,92AB	3,30ABC	2,02CD	1,45BC	6,27BC
16	5,62AB	0,86AB	3,38AB	1,94D	1,89AB	6,66ABC
20	5,47B	0,94A	3,41A	1,97D	2,33A	5,92C

Médias seguidas pela mesma maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Na perda de massa fresca, os frutos tratados a 0,0 e 0,2 kGy não diferiram entre si, já os frutos dos demais tratamentos (0,4; 0,6 e 0,8), que também não diferiram entre si e apresentaram com os menores valores. Pode-se considerar que com o aumento das doses a perda de massa fresca é menor, este desempenho é semelhante do observado por Campos (2008) que trabalhou com tomates “Débora Plus” irradiados e

diferindo do encontrado Vieites (1998) utilizou a mesma cultivar de tomate, porém a dose 0,3 kGy foi a mais eficiente na redução da perda de massa. E divergindo também por Maxie, Sommer e Mitchell (1971), onde notou que a irradiação leva ao aumento da permeabilidade das membranas plasmáticas, eleva a atividade metabólica e desfaz as ligações intercelulares, além de aumentar a transpiração através da cutícula, levando a perda de massa fresca. No período do armazenamento, nota-se que com transcorrer dos dias o aumento da perda de massa fresca foi inevitável, como consequência da perda de água por transpiração, concordando com o descrito por Chitarra e Chitarra (2005) e Brackmann (2003), que relatam perda de massa fresca dos frutos logo após a colheita e o comprometimento da qualidade do fruto.

No parâmetro sólidos solúveis, os frutos da dose 0,0 até a dose 0,8 observa-se uma diminuição, sendo que os frutos das doses 0,2 e 0,4 não apresentaram diferença significativa entre si com 5,96 e 5,92 respectivamente. Os frutos da testemunha mostrou-se com maior valor de sólidos solúveis com 6,02 e os frutos do tratamento com 0,8 kGy o menor valor com 5,23, isso mostra que a irradiação interfere na quantidade de sólidos solúveis dos frutos e com o aumento das doses este valor foi diminuindo. Campos (2004), menciona que as doses de irradiação não apresentaram diferenças significativas em sólidos solúveis, quando utilizada em uva “Itália”. No período de armazenamento nota-se uma diminuição dos valores de SS nos frutos até o dia 8, deste dia até o dia 20 os valores não apresentaram diferença significativas entre si com exceção dos frutos no dia 16 com 5,62. Este comportamento difere do relatado por Kluge *et al.* (2002) e Chitarra e Chitarra (2005), que mencionam o aumento do teor de sólidos solúveis no decorrer do armazenamento devido a biossíntese ou pelo aumento de açúcares redutores simples.

No parâmetro acidez titulável, observa-se diminuição dos valores desde os frutos do tratamento 0,0 até 0,8 kGy, onde não há diferença significativa entre os frutos das doses 0,2 e 0,4 e também entre os frutos das doses 0,6 e 0,8. Neste experimento, o aumento da dose de irradiação acarretou a diminuição do valor da acidez titulável nos frutos, concordando com Domarco, *et al.* (1999) e Campos (2004), que observou comportamento semelhante em uva “Itália” irradiada. Nos dias de armazenamento, os valores dos frutos no dia 0 e dia 4 não apresentaram diferença significativa entre si seguido pelos frutos do dia 8 por apresentar menor valor (0,72). Já os frutos dos dias 12 e 16, sem diferirem entre si com valor

maior e os frutos do dia 20 com valor maior já observado neste experimento (0,94). Concordando com o relatado por Frateschi (1999), onde citou aumento nos níveis de acidez titulável no fim das avaliações. Porém, comportamento oposto do descrito por Chitarra e Chitarra (2005), na qual menciona que a maioria dos frutos, é comum observar redução de acidez durante o amadurecimento, devido ao uso dos ácidos orgânicos como fonte de energia.

Na variável índice de maturação (Ratio). Os fruto no dia 0 e 8 não houve diferença significativa entre si com os maiores valores observados no experimento, seguido pelo dia 4, 12, 16 e 20 em ordem decrescente, mas nos frutos do dia 12 e 16 não apresentaram diferença significativa entre si. Esse declínio no final do experimento também foi observado por Frateschi (1999), onde trabalhando com goiaba 'Kumagai', percebeu declínio nos teores de "Ratio" ao final do período estudado. Comportamento contrário do descrito por Chitarra e Chitarra (2005), onde afirmaram que o aumento é ocasionado pela redução da acidez titulável, pois o teor de sólidos solúveis fica praticamente constante ao longo do armazenamento.

No parâmetro pH, constatou-se nos frutos tratados com 0,6 kGy apresentou o maior valor, seguido pelos frutos a 0,2 e 0,8 kGy onde não se observou diferença significativa entre si com 3,32 e 3,36 respectivamente, e por fim os frutos a 0,0 e 0,4 kGy também não diferiram entre si com 3,27 e 3,30 respectivamente. Esses resultados concordam com o obtido por Cia et al. (2000), onde observaram que não houve diferença significativa entre os frutos dos tratamentos, trabalhando com irradiação em uva 'Itália'. No período de armazenamento dos frutos no dia 8 e 12 não apresentaram diferença significativa entre si. Os frutos avaliados no dia 0, 4, 8, 12, 16 e 20 mostraram valores decrescentes até o término com 3,25, 3,29, 3,36, 3,30, 3,38 e 3,41 respectivamente. Esse mesmo comportamento foi encontrado por Campos (2008), em tomates "Débora Plus" irradiados. Mas, este comportamento é diferente do explicado por Chitarra e Chitarra (2005), que menciona o aumento provável é devido a relação inversa entre a acidez titulável e o pH.

O teor de açúcares redutores, os frutos tratado com 0,2 kGy foram os que obteve o maior valor no experimento, seguido pelos frutos tratados a 0,0 e 0,8 kGy que não apresentaram diferença significativa entre si com 2,18 e 2,07 respectivamente e os frutos a 0,4 e 0,6 kGy que também não apresentou diferença entre si com valores de 2,28 e 2,27 respectivamente. Comportamento contrário do descrito por Chitarra e Chitarra (2005), que

mencionam as modificações nos teores de açúcares redutores no decorrer do amadurecimento, após a colheita e no período de armazenamento originando o seu aumento pela biossíntese ou degradação de polissacarídeos.

### 4.2.3 Firmeza

Analisando a Tabela 23, verifica-se pelas médias gerais houve um decréscimo dos valores da firmeza iniciando nos frutos das doses 0,0 até 0,8 kGy, e no período de armazenamento o dia zero demonstraram o maior valor da firmeza e em seguida foi acompanhada por uma redução no quarto dia mantendo-se constante até o término do experimento.

**Tabela 23** – Variação média da firmeza (Newton), do maná cubiu com diferentes doses de irradiação, armazenados sob refrigeração a  $10 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa tratados com diferentes doses de irradiação, por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

Firmeza							
Dias de Armazenamento							
Doses	0	4	8	12	16	20	Média
0,0 kGy	6,72Aa	7,42Aa	7,91Aa	7,41Aa	7,35Aa	7,98Aa	7,46a
0,2 kGy	6,72Aa	6,57Aba	6,44ABa	6,24Aa	6,76ABa	6,60ABa	6,55b
0,4 kGy	6,72Aa	5,76ABab	4,77BCb	5,83ABab	5,30BCab	5,36Bab	5,62c
0,6 kGy	6,72Aa	5,04BCab	4,53Cb	4,25BCb	3,71CDb	4,80BCab	4,84d
0,8 kGy	6,72Aa	3,58Cb	3,32Cb	3,40Cb	3,07Db	3,06Cb	3,86e
Média	6,72A	5,67B	5,39B	5,43B	5,24B	5,56B	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas e maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Neste experimento, conforme aumentou-se as doses de irradiação menores são os valores da firmeza encontradas, concordando, no entanto com Miller e McDonald (1996) onde verificaram que as doses de 0,3 e 0,6 kGy em uvas irradiadas causaram reduções na firmeza à medida que se aumentava os níveis de irradiação. E concordando também com o proposto por Cia et al. (2000), onde observou que a irradiação promoveu a perda de firmeza das uvas ‘Itália’ armazenadas sob refrigeração e com Chitarra e Chitarra (2005), pois segundo os autores a irradiação pode causar modificações na firmeza, amolecimento, às vezes acentuado em polpa de frutas.

#### 4.2.4 Poligalacturonase – PG e Pectinametil esterase – PME

Não houve interação entre doses e armazenamento para a PG, resultando variações nas doses e armazenamento (Tabela 24). Os frutos da testemunha, 0,2 e 0,4 kGy não diferiram entre si, já os frutos do tratamento 0,6 kGy mostra o maior valor quando comparado com os demais e os frutos do tratamento 0,8 kGy foram o menor valor. Durante o período de armazenamento, notou aumento significativo até o dia 16, seguido por uma pequena queda no dia 20.

Assim, os frutos do tratamento da dose 0,8 kGy, por apresentar o menor valor da PG, poderia ter retardado a sua atividade tornando o fruto mais firme, mas isso só seria evidenciado se a PME também resultasse no menor valor para esta dose, pois a degradação de polissacarídeo pécnicos é uma das principais causas do processo de amaciamento dos frutos. Estão envolvidos na modificação da textura de frutas dois principais processos enzimáticos, cuja ação é devida a poligalacturonase (PG) e a pectinametil esterase (PME) (Anthon, Sekine e Watanabe, 2002).

**Tabela 24** – Variação média geral de poligalacturonase – PG (UE.min<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup> de tecido fresco), do maná cubiu com diferentes doses de irradiação, armazenados a 10 ± 2°C e 85 ± 5% de umidade relativa tratados com diferentes doses de irradiação, por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

Doses de irradiação		Poligalacturonase – PG	
		Armazenamento	
		0	296,84C
0,0	438,01AB	4	349,25C
0,2	453,89AB	8	315,91C
0,4	416,77AB	12	455,36B
0,6	458,04A	16	640,10A
0,8	376,37B	20	514,24B

Médias seguidas pela mesma maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A PME pode ser analisado na Tabela 25. Não houve diferença significativa entre as doses de irradiação e no período de armazenamento do dia zero até o dia 4 não apresentou diferença entre si, porém no dia 12 reduziu com diferença significativa e no dia 16 aumentou com diferença significativa também, pode-se notar uma aumento da PME seguida por uma leve diminuição no dia 20, quando interpretamos as médias gerais.

**Tabela 25** – Variação média da pectinametil esterase – PME (UE.min<sup>-1</sup>.g de tecido fresco<sup>-1</sup>), do maná cubiu com diferentes doses de irradiação, armazenados a 10 ± 2°C e 85 ± 5% de umidade relativa tratados com diferentes doses de irradiação, por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

Pectinametil esterase – PME							
Dias de Armazenamento							
Doses	0	4	8	12	16	20	Média
0,0 kGy	171,97Aa	137,11Aa	141,17Aa	109,88Aa	177,21Ba	190,67ABa	154,67a
0,2 kGy	171,97Aa	146,71Aa	196,00Aa	133,35Aa	176,25Ba	186,77ABa	168,51a
0,4 kGy	171,97Aab	166,27Aab	149,11Ab	171,90Aab	229,85ABab	240,39Aa	188,25a
0,6 kGy	171,97Aab	166,48Aab	147,90Ab	122,30Ab	247,66ABa	163,16ABab	169,91a
0,8 kGy	171,97Ab	153,64Ab	148,28Ab	193,70Ab	290,74Aa	153,17Bb	185,25a
Média	171,97BC	154,04BC	156,49BC	146,22C	224,34A	186,83AB	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas e maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os frutos do tratamento testemunha e 0,2 kGy não mostraram diferença entre os dias de análise, mantendo-se constante do início ao fim do armazenamento. Os frutos do tratamento da dose 0,4 kGy, permaneceu constante até o dia 8, onde teve uma leve diminuição, seguido por um pequeno aumento conservando-o com uma leve variação até o termino do experimento. Os frutos do tratamento das doses 0,6 e 0,8, mostrou-se sem variação até o dia 16, onde nota-se um aumento seguido pela sua diminuição no último dia de armazenamento. Observou diferença entre a doses, somente no dia 16, na qual os frutos da dose 0,8 kGy obteve o maior valor acompanhado por 0,4; 0,6; 0,2 kGy e testemunha, na ordem decrescente. As diferentes doses de irradiação não interferiram na atividade de PME.

Antunes, *et al.*(2006) observaram aumento da atividade da PME no decorrer do período de armazenamento e a PG aumentou somente quando a PME iniciou a sua diminuição em amora-preta. Lima *et al.* (1996), trabalhando com o armazenamento de mangas (*Mangifera indica*), observaram que a atividade de PG aumentou somente após o início da queda da atividade da PME, sugerindo que esta parece preparar a protopectina, pela remoção dos grupos metila, para posterior ação da PG. Segundo Bicalho (1998), a atividade de PME deve preceder a atividade da PG, no sentido de facilitar a atividade desta última, pela desmetilação da pectina. Comportamento também encontrado por Manoel (2008) em banana “Nanicas” irradiadas. Esses resultados estão de acordo com Lima *et al.*, (2006), que constataram que a atividade total da PME pode diminuir, permanecer constante ou aumentar

durante o amadurecimento, dependendo do fruto e do método de extração para análise. Esse desempenho foi observado neste experimento. As diferentes doses de irradiação não interferiram na atividade de PME.

#### 4.2.5 Polifenoloxidade – PFO e Peroxidase - POD

O parâmetro de PFO pode ser avaliado na Tabela 26, onde somente o dia 16 proporcionou a maior leitura, já que os demais dias não apresentaram diferença significativa. Teoricamente no período de armazenamento os valores foram constantes. O escurecimento dos tecidos que sofreram qualquer tipo de lesão ou simplesmente tiveram contato com o oxigênio, são provocados pela ação em conjunto da atividade enzimática da PFO e POD, sendo a PFO a principal responsável (Campos *et al.*, 1995). De acordo com Lima *et al.*, (1999), o aumento da quantidade de PFO nos tecidos infectados e tem grande importância por este relacionado com o envolvimento nos mecanismo de defesa ou na senescência.

**Tabela 26** – Variação média geral de polifenoloxidade – PFO ( $\mu\text{mol catecol transformado min}^{-1} \text{g}^{-1}$  massa fresca), do maná cubiu com diferentes doses de irradiação, armazenados a  $10 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa tratados com diferentes doses de irradiação, por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

Armazenamento	PFO
0	0,11B
4	0,10B
8	0,15B
12	0,12B
16	0,26A
20	0,11B

Médias seguidas pela mesma maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Na Tabela 27, avaliando as médias gerais podemos constatar semelhança estatística entre os frutos da dose 0,4 e 0,8 e entre a testemunha e 0,6, sendo apresentado na ordem decrescente. Já os frutos da dose 0,4, obteve o maior valor de POD entre os tratamentos. No transcorrer do armazenamento, o dia zero resultou no menor valor de



POD e nos demais dias não apresentou diferença significativa com um valor levemente maior que o dia zero, mantendo-se constante.

**Tabela 27** – Variação média da peroxidase - POD (UE.min<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup> de tecido fresco), do maná cubiu com diferentes doses de irradiação, armazenados a 10 ± 2°C e 85 ± 5% de umidade relativa tratados com diferentes doses de irradiação, por 20 dias. Botucatu/SP, 2010.

<b>Peroxidase – POD</b>							
<b>Dias de Armazenamento</b>							
Doses	0	4	8	12	16	20	Média
0,0 kGy	0,010Ab	0,064ABa	0,028Aab	0,049Aab	0,036Bab	0,280Bab	0,036ab
0,2 kGy	0,010Aa	0,030Ba	0,034Aa	0,024Aa	0,029Ba	0,177Ba	0,024b
0,4 kGy	0,010Ac	0,056ABb	0,036Abc	0,051Abc	0,020Bbc	0,111Aa	0,047a
0,6 kGy	0,010Ab	0,072Aa	0,043Aab	0,030Ab	0,030Bab	0,400Bab	0,037ab
0,8 kGy	0,010Ac	0,034ABbc	0,046Abc	0,038Abc	0,106Aa	0,570Bb	0,048a
Média	0,010B	0,051A	0,037A	0,038A	0,044A	0,051A	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas e maiúscula entre colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Analisando cada tratamento podemos constatar que as doses todos mostraram um aumento dos valores no dia 4 com pequena variação até o dia 16 conservando os valores praticamente constantes e aumentando no dia 20. Com exceção da dose 0,8 kGy que mostra um aumento gradual no dia 16 se tornando bem evidente no dia 20.

## 5 CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram realizados, os resultados permitem concluir que:

- A temperatura de 10°C associada ao uso de embalagem revestida com filme de PVC propicia menor perda de massa fresca para os frutos do maná cubiu;
- 0,8 kGy foi a dose de irradiação aplicado nos fruto que apresentam as melhores condições para a manutenção da qualidade pós-colheita.
- O fruto do maná cubiu apresentou comportamento respiratório de fruto climatérico.

## 6 REFERÊNCIAS

AGRO BIOLORETAL. Disponível em:  
<[http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=10611](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=10611)>. Acesso em:  
21 ago. 2007.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. St. Paul: AAC, 1975.

ANDRADE, J. S.; ROCHA, I. M. A.; SILVA FILHO, D. F. Características físicas y composición química de frutos de poblaciones naturales de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) evaluadas el Amazonas Central. In: ENCONTRO NORTE NORDESTE DA SBTA, 1., Fortaleza: SBTA, 1997. p. 26.

ANTHON, G. E.; SEKINE, Y.; WATANABE, N. et al. Thermal inactivation of pectin methylesterase, polygalacturonase, and peroxidase in tomato juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 50, p. 6153- 6159, 2002.

ANTUNES, L. E. C.; GONÇALVES, E. D.; TREVISAN, R. Alterações da atividade da poligalacturonase e pectinametilsterase em amora-preta (*Rubus* spp.) durante o armazenamento. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 1, p. 63-66, 2006.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry International**. 13. ed. Washington: AOAC, 1992. 1015 p.

ARTÉS, R. Review: innovaciones em los tratamientos físicos para preservar la calidad de los productos hortifrutícolas em la postrecolección. I. Pretratamientos térmicos. **Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimento**, Valencia, v. 35, n. 1, p. 45-64, 1995.

BICALHO, U. O. **Vida útil pós-colheita de mamão submetido a tratamento com cálcio e filme de PVC**. 1998. 145 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

BIRAL A. R. **Irradiação ionizante para médicos, físicos e leigos**. Florianópolis: Insular, 2002. 232 p.

BLEINROTH, E. W.; ZUCHINI, A. G., POMPEO, R. M. Determinação das características físicas e mecânicas de variedade de abacate e sua conservação pelo frio. **Coletânea ITAL**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 29-81, 1976.

BOHÓRQUEZ, D. P.; GARCIA, J. A. B.; ARDILA, E. O. Caracterização físico-químico e bromatológica de três ecotipos de cubú (*Solanum sessiflorum* Dunal) cultivado em Piedemonte Caqueteno. **Revista da Faculdade de Ciências da Educação**, Florência-Caquetá, p. 11-22, 1999.

BOLIN, H. R.; HUXSSOL, C. C. Storage stability of minimally processed fruit. **Journal of Food Processing Preservation**, Westport, v. 13, n. 4, p. 281-289, 1989.

BRACKMANN, A. Capa: a produção, o consumo e a qualidade do caqui no Brasil. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 25, n.1 Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010029452003000100001&lng=pt&nrm=isso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010029452003000100001&lng=pt&nrm=isso)>. Acesso em: 24 fev. 2009.

BRASIL. **Resolução RDC n. 21, de 26 de Janeiro de 2001**. Seção 1, p. 35. Agência Nacional de Vigilância Sanitária aprova o Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos. 2001.

BRECHT, J. K. Physiology of lightly processed fruit and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 18-22, 1995.

BRODY, A. L. **Envasado de alimentos em atmosferas controladas, modificadas y a vacío**. Zaragoza: Acribia, 1996. 220 p.

CABRAL, A. C. D.; SOLER, R. M. Principais termoplásticos utilizados na embalagem de alimentos. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimento**, Campinas, n. 55, p. 77-91, 1978.

CAMPOS, A. D.; FREIRE, C. J. S.; DA COSTA, D. M. Alterações enzimáticas e protéicas nos tubérculos de duas cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.) em decorrência da aplicação de selênio no solo. **Revista Agropecaria Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 7, p. 903-907, 1995.

CAMPOS, A. J. **Conservação refrigerada de uva 'Itália' com utilização da irradiação e atmosfera modificada**. 2004. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrônômica, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

CAMPOS, A. J. **Radiação gama, ultravioleta (uv-c) e atmosfera controlada na conservação da qualidade de tomate 'débora plus' e 'pitenza'**. 2008 138 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrônômica, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

CANO, M. P. et. al. Differences among Spanish and Latin-American banana cultivars: morphological, chemical and sensory characteristics. **Food Chemistry**, London, v. 59, n. 3, p. 411-419, 1997.

CEREDA, E. Armazenamento e embalagens de frutas. In : CEREDA, M. P. (Coord.) **Manual de armazenamento e embalagens: produtos agropecuários**. Botucatu: FEPAF, 1983. cap. 4, p. 68-80.

CHITARRA, M. I. F. ; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CIA, P. et al. Efeito da irradiação na conservação de uva 'itália'. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 22, n. especial, p. 62-67. jul. 2000.

CLEMENTE, E. S. O mercado de vegetais pré-processados. In: **SEMINÁRIO SOBRE HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS**, 1., 1999. **Palestras...** Piracicaba: ESALQ, 1999.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Codex general standards for irradiated foods and recommended International Code of practice for the operation of radiation facilities used for the treatment of foods**. Rome: FAO, 1984. v. xv E-1.

COELHO, A. H. R. Qualidade pós-colheita de pêssego. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 180, p. 31-38, 1994.

COMISSÃO NACIONAL DE NORMAS E PADRÕES PARA ALIMENTOS. **Normas técnicas especiais do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA relativas a alimentos e bebidas. Resolução nº12/78 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos.** Diário Oficial. Brasília, 24 de julho de 1978. Seção 1, pt I.

CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. (Eds.). **Resfriamento de frutas e hortaliças.** Embrapa Hortaliças. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 428 p.

D'INNOCENZO, M., LAJOLO, F. M. Effect of gama irradiation on softening changes and enzyme activities during ripening of papaya fruit. **Journal of Food Biochemistry**, Trumbull, n. 25, p. 425-438, 2001

DONADIO, L. C.; MORO, F. V.; SERVIDONE, A. A. **Frutas brasileiras.** Jaboticabal: Novos Talentos, 2002. p. 146-148.

EHLERMANN, D. A. E. Food irradiation. In: SPIESS, W. E. L., SCHUBERT, H. **Engineering and food: preservation processes and related techniques.** Lodon: Elsevier Applied Science, 1990. v. 2, p. 760-773.

EHLERMANN, D. Control del processo y dosimetría em la irradiación de alimentos. In: MOLINS, R. **Irradiación de alimentos: principios y aplicaciones.** Zaragoza: Acribia, 2001. p. 401-430.

FABBRI, A. D. T. Estudos da radiação ionizante em tomates “in natura” (*Lycopersicum esculentum* Mill) e no teor de licopeno no molho. 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear)-Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

FLORIANO, C. M. Conservação pós-colheita de frutos do maracujazeiro-doce irradiados. 2005. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

FLURKEY, W. H.; JEN, J. J. Peroxidase and polyfenol oxidase activities in developing peaches. **Jornal of Food Science**, Chicago, v. 6, n. 43, p. 1826-1831, nov/dec. 1978.

FRATESCHI, P. W. B. **Radiação gama com cobalto-60 na conservação pós-colheita de goiaba branca (*Psidium guajava* L.)**. 1999. 141 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1999.

GAMA, F. S. N. et al. Aditivos e embalagens de polietileno na conservação do maracujá amarelo armazenado em condições de refrigeração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, p. 305-310, 1991.

GAVA, A. J.; BENTO DA SILVA, C. A.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008. 513 p.

GAYET, J. P. et al. **Abacate para exportação: procedimento de colheita e pós-colheita**. Brasília: FRUPEX, 1995. 37 p.

GILBERT, S. G. et al. Transfer of volatile substances. **Modern Packaging**, Pretoria, p. 167-70, may, 1965.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 12. ed. Piracicaba: Nobel, 1987. 467 p.

GRUPO CONSULTIVO INTERNACIONAL SOBRE IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS. **A irradiação de alimentos: ficção ou realidade**. Roma: GCI/AIEA, 1991. 38 p.

HEYWOOD, C. B. **Flowering plants of the world**. Oxford: University Press, 1979. 355 p.

HOLDSWORTH, S. D. **Conservacion de frutas y hortalizas**. Zaragoza: Acribia, 1988. p. 107-108.

HONORIO, S. L.; BENEDETTI, B.; LEAL, P. A. M. Pós-colheita de produtos perecíveis. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 18., 2001. Campinas. **Anais...** Campinas: SBEA, 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

KLUGE, R. A. et al. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2. ed. Campinas: Emopi, 2002. 214 p.

LIMA, L. C. O.; SCALON, S. P. Q.; SANTOS, J. E. S. Qualidade de mangas (*Mangifera indica*) cv. 'Haden' embaladas com filme de PVC durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 1, p. 55-63, 1996.

LIMA, M. A. C.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Mudanças relacionadas ao amaciamento da graviola durante a maturação pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 12, p. 1707-1713, 2006.

LIMA, G. P. P.; BRASIL, O. G.; OLIVEIRA, A. M. Poliaminas e atividade da peroxidase em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado sob estresse salino. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 21-26, 1999.

LIMA, G. P. P. **Efeito do cálcio sobre o teor de poliaminas e atividades da peroxidase e redutase de nitrato em calos de arroz (*Oryza sativa* L. cv IAC 4440)**. 1994. 85 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994.

LORENZI, H. et al. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo "in natura")**. Nova Odessa: Instituto Platarum de Estudos da Flora, 2006. 672 p.

MARX, F.; ANDRADE, E. H. A.; MAIA, J. G. Chemical composition of the fruit of *Solanum sessiflorum*. **Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A**, Berlin, v. 206, p. 364-366, 1998.

MAXIE, E. C.; SOMMER, N. F.; MITCHELL, F. G. Chemical, economic, physical and physiological limitations to irradiation of fruits. In: INTERNACIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Desinfestation of fruits by irradiation**. Vienna: IAEA, 1971. p. 93-100.

MILLER, W. R.; McDONALD, R.E. Short-term heat conditioning of grape fruit to alleviate irradiation injure. **HortScience**, Alexandria, v. 33, n. 7, p. 1224-1227, 1996.

NELSON, N. A . A photometric adaptation of Somogy method for the determination of Glucose. **Journal Biological Chemistry**, Bethesda, v. 153, p. 375-380, 1944.

NEVES, L. C. **Manual pós-colheita da fruticultura brasileira**. Londrina: EDUEL, 2009. 494 p.



OLIVEIRA, H. P. **Elaboração de nectar de cubú (*Solanum sessiflorum* Dunal) e avaliação das características físico-químicas e sensoriais durante o armazenamento.** 1999. 68 f. Tese (Doutorado)-Universidade do Amazonas, Manaus, 1999.

OLIVER, J. D. E.; MARCHINI, J. S. **Ciências nutricionais.** São Paulo: Sarvier, 2001. 42 p.

PAHLEN, A. V. Cubú (*Solanum topiro* (Humb & Bonpl.)) uma fruteira da Amazônia. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 7, n. 3, p. 301-307, 1977.

PIRES, A. M. B. et al. Caracterização e processamento de Cubú (*Solanum sessiflorum*). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, p. 309-316, 2006.

RIBEIRO, O. V.; BARAZATANA, J. F.; TORO, D. C. **Industrialização de frutos nativos.** Iquitos: UNAP, 1990. 122 p.

SALICK, J. Cocona (*Solanum sessiflorum* Dunal) an overview of production and breeding potentials. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NEW CROPS FOR FOOD AND INDUSTRY. Southampton: University Southampton. **Papers...** London: Chapman and Hall, 1989. p. 125-129.

SARGENT, S. A.; CROCKER, T. E.; ZOELLNER, J. Storage characteristics of “Fuyu” persimmons. **Proceedings of the Florida State Society for Horticultural Science**, Florida, v. 1006, p. 131-134, 1993.

SCHULTES, R. E. Amazonian cultigens and their northward migrations in pre-Colombian times. In: STONE, D. (Ed.). **Pre-historic plant migration.** Cambridge: Harvard University Press, 1984. p. 19-38.

SILVA, J. M. **Efeitos da radiação gama ( $^{60}\text{Co}$ ) na conservação pós-colheita do abacaxi cv. Smooth Cayene.** 2005. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências)-Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SILVA FILHO, D. F. **Variabilidade genética em 29 populações de cubú (*Solanum topiro* Humbl. & Bonpl. Solanaceae) avaliada na Zona da Mata do Estado de Pernambuco.** 1994. 80 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1994.

SILVA FILHO, D. F. **Cocona (*Solanum sessiflorum* Dunal):** cultivo y utilizacion. 2. ed. Caracas: Secretaria Pro-Tempore, 1998. v. 1, 114 p.

SILVA FILHO, D. F.; MACHADO, F. M. Coconas (*Solanum sessiflorum* Dunal) In: CARDOSO, M. O. **Hortalizas no convencionales del Amazonas.** Brasília, DF: Embrapa-SPI; Manaus: Emprapa-CPAA. 1997. p. 97-104.

SILVA FILHO, D. F. Discriminação de etnovariedades de cubú (*Solanum sessiflorum* Dunal. Solanaceae) da Amazônia com base em suas características morfológicas e químicas. 2002. 117 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)-Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2002.

SILVA FILHO, D. F. et al. Correlações fenotípicas, genéticas e ambientais entre descritores morfológicos e químicos em fruto de cubú (*Solanum sessiflorum* Dunal) da Amazônia. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 29, n. 4, p. 503-511, 1999.

SILVA FILHO, D. F. et al. Caracterização e avaliação do potencial agrônômico e nutricional de etnovariedades de cubú (*Solanum sessiflorum* Dunal) da Amazônia. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 35, n. 4, p. 399-406, 2005.

SOMOGY, M. Determination of blooded sugar. **Journal Biologic Chemical**, Baltimore, n. 160, p. 69-73, 1945.

SOUSA, A. G. C. et al. **Fruteiras da Amazônia.** Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1996. 204 p.

STEWART, E. M. Química de la irradiación de alimentos. In: MOLINS, R. **Irradiación de alimentos: principios y aplicaciones.** Zaragoza: Acribia, 2001. p. 35-74.

TAPE, N. W. Protegendo nossas colheitas. **Documento do ICGFI sobre política de segurança de alimentos.** 1996.

TRESSLER, D.K.; JOSLYN, M.A. **Fruits and vegetables juice processing technology.** Westport: AVI, 1961. 1028 p.

TORIBIO C. C.; RUIZ, L. B. **Cultivo de cocona.** Iquitos: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 2000.

VILAS BOAS, E. V., CHITARRA, A. B., CHITARRA, M. I. F. Modificações pós-colheita de banana 'Prata' y-irradiada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 9, p. 599-607, set. 1996.

VILLACHICA, H. Cocona (*Solanum sessiflorum* Dunal). In: VILLACHICA, H. **Frutales y hortalizas promisorios del Amazonas**. Lima: Secretaria Pro-Tempore, 1996. p. 98-102.

TRESSLER, D. J., JOSLYN, M. A. **Fruits and vegetable juice processing**. Westport: Connecticut AVI, 1961. 1028 p.

YUYAMA, L. K. O. et al. Composição centesimal de diversas populações de cubiu (*Solanum sessiflorum* Dunal) da Estação Experimental do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DE ALIMENTOS, 2., 1997. Campinas. **Anais...** Campinas: SBCTA, 1997.

YUYAMA, L. K. O. et al. Composição de minerais em algumas populações de cubú (*Solanum sessiflorum* Dunal): dados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCTA, 1998.

YUYAMA, L. K. O. et al. Desenvolvimento e aceitabilidade de geléia dietética de cubú (*Solanum sessiflorum* Dunal). **Revista Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 929-934, 2008.

WANG, C. Y. Chilling injury of tropical horticultural commodities. **HortScience**, Alexandria, v. 29, n. 9, p. 986-988, 1994.

WHALEN, M. D.; COSTICH, D. E.; HEISER, C. B. Taxonomy of section Lasiocarpa. **Gentes Herbarum**, Ithaca, v. 12, n. 2. p. 41-129, 1981.

WILEY, R. C. **Frutas y hortalizas minimamente processadas y refrigeradas**. Zaragoza: Acribia, 1997. 362 p.