

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA**

**ALESSANDRA APARECIDA ZILIO COZZO DE SIQUEIRA**

**UTILIZAÇÃO DE RADIAÇÃO GAMA EM MELÕES CANTALOUPE**  
**(*Cucumis melo* L. var. *Cantaloupensis*) COMO TÉCNICA DE**  
**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA**

**PIRACICABA**

**2007**

**ALESSANDRA APARECIDA ZILIO COZZO DE SIQUEIRA**

**APLICAÇÃO DE RADIAÇÃO GAMA EM MELÕES CANTALOUPE  
(*Cucumis melo* L. var. *Cantaloupensis*) COMO TÉCNICA DE  
CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA**

Tese apresentada ao Centro de Energia Nuclear na  
Agricultura da Universidade de São Paulo para  
obtenção de título de Doutora em Ciências.

Área de Concentração: Energia Nuclear na  
Agricultura e no Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Júlio Marcos Melges Walder

**PIRACICABA**

**2007**

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Seção Técnica de Biblioteca - CENA/USP**

Siqueira, Alessandra Aparecida Zilio Cozzo de  
Utilização de radiação gama em melões cantaloupe (*Cucumis melo*  
L. var. *Cantaloupensis*) como técnica de conservação pós-colheita /  
Alessandra Aparecida Zilio Cozzo de Siqueira; orientador Júlio Marcos  
Melges Walder. - - Piracicaba, 2007.  
108 f. : fig.

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área  
de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente) –  
Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.

1. Análise sensorial de alimentos 2. Frutas cucurbitáceas 3. Irradiação  
de alimentos 4. Radiação ionizante I. Título

CDU 623.454.8:635.61

## *Dedicatória*

*Aos meus pais, Antonio e Marlene, que em meio a tantas dificuldades me ampararam emocionalmente para que eu realizasse meus sonhos.*

*Ao meu marido Rogério que sempre esteve ao meu lado dando carinho, apoio e tendo paciência.*

## **AGRADECIMENTOS**

*A Profa. Dra. Marta Helena Fillet Spoto pela co-orientação durante o desenvolvimento da tese e pela utilização do laboratório de Processamento e Análise de Alimentos (ESALQ/USP);*

*Ao Prof. Dr. Ângelo Pedro Jacomino pela utilização do laboratório de Pós-colheita (ESALQ/USP) para a realização das análises de taxa respiratória e etileno e pelo auxílio científico na interpretação dos dados;*

*A Profa. Dra. Solange G. C. Brazaca pela utilização do laboratório para a execução das análises de  $\alpha$  e  $\beta$ -caroteno;*

*Ao Prof. Dr. André Ricardo Alcarde pela orientação quanto à execução da análise de açúcar total e redutor;*

*À técnica de laboratório Clarice Matraia pela colaboração na execução das análises, amizade e apoio durante todo o desenvolvimento da tese e das análises;*

*A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de doutorado e financiamento da pesquisa;*

*A Companhia Brasileira de Esterilização (CBE) pela irradiação das amostras e acompanhamento dosimétrico;*

*A todos os amigos, alunos de pós-graduação, graduação e funcionários do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”;*

*A todos os amigos, alunos e funcionários do Centro de Energia Nuclear na Agricultura que participaram dos testes de análise sensorial;*

*E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a execução deste trabalho.*

## RESUMO

SIQUEIRA, A.A.Z.C. **Aplicação de radiação gama em melões Cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *Cantaloupensis*) como técnica de conservação pós-colheita.** 2007. 108 f. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2007.

A fruticultura brasileira é uma das culturas de maior expansão no mercado internacional, porém os atributos de qualidade e de tecnologias pós-colheita não vêm acompanhando esta situação. Associado ao mercado internacional de frutas, o consumo no Brasil visa excepcionalmente, o valor nutricional, em vista da necessidade de nutrientes para a grande maioria da população. Tecnologias como a radiação ionizante aplicadas na pós-colheita, podem conservar as características físico-químicas, nutricionais e sensoriais originais permitindo aos mercados consumidores receberem frutos com ótimas qualidades. Este trabalho avaliou durante três etapas, a aplicação da radiação ionizante, originária do Cobalto 60, em melão Cantaloupe visando a conservação pós-colheita durante 7 dias de armazenamento a temperatura variando de 20-22°C. Foram estabelecidos os limites de doses de radiação através de 7 intervalos de doses (0, 150, 300, 450, 600, 750 e 900Gy) baseados nas doses quarentenárias múltiplas de 150 Gy, para o estabelecimento de doses mínima, máxima e ideal. Posteriormente, foram acompanhadas as características físico-químicas e nutricionais da tecnologia aplicada nos melões Cantaloupe e, por fim, as características sensoriais, através do teste de aceitabilidade. Os resultados indicaram que doses acima de 450 Gy afetaram os parâmetros físicos de firmeza, rendimento de polpa e cor ( $L$  e  $a^*$ ). Todavia, analisando-se os parâmetros físico-químicos e nutricionais, as doses 450 e 900 Gy mantiveram os resultados estáveis de pH, acidez titulável, sólidos solúveis, cor ( $a^*$  e  $b^*$ ), clorofila e carotenóides, compostos fenólicos, além da taxa respiratória e do nível de etileno. O período de armazenamento foi o fator mais importante que afetou a qualidade dos frutos, independente das doses utilizadas. Pelo teste de aceitabilidade, os frutos mais apreciados pelos degustadores foram os melões irradiados com doses de 450 e 900 Gy. Portanto, concluiu-se que, a radiação ionizante é uma tecnologia viável para a conservação pós-colheita de melão Cantaloupe, porém, deve ser utilizada em combinação com outras tecnologias, especialmente para o controle de fungos.

Palavras-chave: Fruticultura, Radiação ionizante, Melão Cantaloupe, Conservação pós-colheita, Análise sensorial.

## ABSTRACT

SIQUEIRA, A.A.Z.C. **The use of gamma radiation aiming to postharvest conservation of Cantaloupe melon (*Cucumis melo* L. var. *Cantaloupensis*).** 2007. 108 f. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2007.

Although Brazilian fructiculture has been growing in the international market, the fruit quality and the postharvest technology have not been improved properly. In Brazil, fruit nutritional factors are very important because of their potential to provide suitable nutrients for a significant part of the Country population. Some postharvest technologies, such as ionizing radiation, can keep the physical, chemical, nutritional and sensorial characteristics of the natural fruit, improving the quality of the fruits in the market. This work evaluated the effects of Cobalt 60 irradiation in Cantaloupe melon, aiming the postharvest conservation during 7 days of storage, at a temperature ranging from 20 to 22°C. The doses of irradiation were set to 0, 150, 300, 450, 600, 750 and 900Gy, based on the multiple of 150Gy quarantine dose, aiming to establish the lowest, the highest and the ideal doses. Afterwards, physical, chemical and nutritional characteristics of irradiated fruit were checked and, finally, the sensorial characteristics through acceptability test. Results indicated that the doses higher than 450Gy affected firmness, pulp yield and color ( $L$  e  $a^*$ ) parameters. Nevertheless, analyzing physical, chemical and nutritional parameters, doses of 450 and 900Gy kept pH, titrable acidity, soluble solids, color ( $a^*$  and  $b^*$ ), chlorophyll and carotenoids, phenolic compounds, respiratory rate and ethylene level. The storage period was the most important factor that affected the quality of the fruit, despite of the radiation doses. Based on the acceptability test, the best evaluated fruits were from the treatments of 450 and 900Gy. This work allowed to conclude that fruit radiation is an appropriate technology for Cantaloupe melon post harvest conservation, but it is necessary to be used in combination with other technologies, especially to fungi control.

Key words: Fructiculture, Ionizing radiation, Cantaloupe melon, Postharvest conservation, Sensorial analysis.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Valores de F para as variáveis Firmeza, Perda de massa, Rendimento de polpa e de suco e cor a interação dose de radiação x período de armazenamento.....	26
Tabela 2 -	Variação de firmeza de frutos de melão Cantaloupe em função da interação dose de radiação x período de armazenamento.....	29
Tabela 3 -	Valores de F para a interação dose de radiação x período de armazenamento em relação à Aparência Externa e Interna.....	36
Tabela 4 -	Notas para Aparência externa de frutos de melão Cantaloupe em função da dose de radiação x período de armazenamento.....	37
Tabela 5 -	Notas para Aparência interna de frutos de melão Cantaloupe em função da interação dose de radiação x período de armazenamento.....	38
Tabela 6 -	Médias do peso de melão Cantaloupe em função da dose de radiação, do período de armazenamento e da interação dose de radiação x período de armazenamento.....	53
Tabela 7 -	Análise de variância para as variáveis, Pectina total e solúvel de melão Cantaloupe.....	58
Tabela 8 -	Médias <sup>1</sup> de pectina solúvel de melão Cantaloupe em função da dose de radiação, do período de armazenamento e da interação dose de radiação x período de armazenamento.....	59
Tabela 9 -	Médias do teor de açúcar total de melão cantaloupe em função da dose de radiação, do período de armazenamento e da interação dose de radiação x período de armazenamento.....	64

Tabela 10-	Resumo da análise de variância para as variáveis $L$ , $a^*$ , $b^*$ e Hue de melão cantaloupe irradiado e não irradiado.....	66
Tabela 11-	Médias de valor $a^*$ de melão Cantaloupe em função da dose de radiação, do período de armazenamento e da interação dose de radiação x período de armazenamento.....	68
Tabela 12-	Médias do valor $b^*$ de melão Cantaloupe em função da dose de radiação, do período de armazenamento e da interação dose de radiação x período de armazenamento.....	69
Tabela 13-	Médias de Hue ( $^{\circ}h$ ) em melão Cantaloupe em função da dose de radiação, do período de armazenamento e da interação dose de radiação x período de armazenamento.....	70
Tabela 14-	Médias <sup>1</sup> de Carotenóides totais em melão cantaloupe em função da dose de radiação, do período de armazenamento e da interação dose de radiação x período de armazenamento.....	71
Tabela 15-	Notas atribuídas, pelo teste de aceitabilidade, aos melões Cantaloupe em função da interação dose de radiação x período de armazenamento..	91

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Primeira etapa do experimento realizada para o estabelecimento de dose ideal no melão Cantaloupe.....	18
Figura 2-	Melões Cantaloupe dentro das embalagens utilizadas pelo produtor.....	19
Figura 3-	Armazenamento dos melões irradiados e não irradiados.....	20
Figura 4-	Determinação de Cor Externa nas amostras de melão Cantaloupe não irradiadas e irradiadas.....	21
Figura 5-	Determinação de Firmeza nas amostras de melão Cantaloupe não irradiadas e irradiadas.....	22
Figura 6-	Determinação do Rendimento de polpa nas amostras de melão Cantaloupe não irradiado e irradiado.....	23
Figura 7-	Determinação de Rendimento de suco nas amostras de melão Cantaloupe não irradiado e irradiado.....	23
Figura 8-	Análise Sensorial com o Teste de Diferença do Controle para a Aparência externa e Aparência Interna.....	24
Figura 9-	Variação da Massa de frutos de melão Cantaloupe em função do período de armazenamento e dose de radiação.....	27
Figura 10-	Variação de Firmeza de frutos de melão Cantaloupe em função do período para cada dose de radiação.....	28
Figura 11-	Variação do Rendimento em polpa em função do período para as diferentes doses de radiação.....	30
Figura 12-	Variação do Rendimento de suco em função do período de armazenamento para cada dose de radiação.....	31

Figura 13-	Variação do valor $L$ para período de armazenamento.....	33
Figura 14-	Variação do valor $a^*$ em função do período para cada dose de radiação.....	34
Figura 15-	Variação do valor $b^*$ em função do período de armazenamento e doses de radiação.....	35
Figura 16-	Segunda etapa do experimento com a aplicação de doses estabelecidas para o melão Cantaloupe.....	44
Figura 17-	Recepção dos frutos selecionados pelo CQH na Companhia Brasileira de Esterilização.....	45
Figura 18-	Armazenamento refrigerado dos frutos durante o período de armazenamento.....	46
Figura 19-	Potes contendo polpa de melão cantaloupe para armazenamento congelado.....	47
Figura 20-	Determinação da Cor interna nas amostras de melão Cantaloupe não irradiadas e irradiadas.....	48
Figura 21-	Determinação de Pectina total e solúvel no melão Cantaloupe.....	49
Figura 22-	Determinação de Compostos fenólicos no melão Cantaloupe.....	50
Figura 23-	Determinação de $\alpha$ e $\beta$ -caroteno, extração e separação dos pigmentos em coluna sob vácuo.....	50
Figura 24-	Pote hermético contendo melão cantaloupe para análise da Taxa respiratória e etileno.....	51
Figura 25-	Cromatógrafo a gás modelo Trace GC Finnigan utilizado para o acompanhamento da taxa respiratória e da produção de etileno nos melões irradiados e não irradiados.....	52
Figura 26-	Variação do Peso em função do período de armazenamento.....	54

Figura 27-	Varição do pH em melão cantaloupe irradiado e não irradiado em função da dose de radiação durante o período de armazenamento.....	55
Figura 28-	Varição de Firmeza em melão cantaloupe irradiado e não irradiado em função do período de armazenamento.....	56
Figura 29-	Varição do teor de Pectina total de frutos de melão Cantaloupe em função da dose independente do dia de armazenamento.....	58
Figura 30-	Varição do teor de Sólidos solúveis (°Brix) em função da dose de radiação durante o período de armazenamento.....	60
Figura 31-	Varição da Acidez titulável em função da dose no primeiro dia de armazenamento.....	61
Figura 32-	Varição do Ratio (SS/AT) em função da dose de radiação no primeiro dia de armazenamento.....	63
Figura 33-	Varição do teor de Açúcar redutor em função da dose de radiação independente do período de armazenamento.....	64
Figura 34-	Varição do valor <i>L</i> em função da dose de radiação independente do período de armazenamento.....	67
Figura 35-	Varição do teor de Clorofila total de melão Cantaloupe em função da dose de radiação e do período de armazenamento.....	72
Figura 36-	Varição dos teores de $\alpha$ e $\beta$ caroteno de melão cantaloupe em função da dose no sétimo dia de armazenamento.....	74
Figura 37-	Varição do teor de Compostos fenólicos em função da dose de radiação.....	76
Figura 38-	Varição do teor de CO <sub>2</sub> de melão cantaloupe em função da dose de radiação nos diferentes períodos de armazenamento.....	78

Figura 39-	Varição do teor de Etileno de melão Cantaloupe em função da dose de radiação e do período de armazenamento.....	80
Figura 40-	Varição do teor de Etileno de melão cantaloupe em função do período de armazenamento.....	81
Figura 41-	Terceira etapa do experimento com a aplicação de doses estabelecidas para o melão cantaloupe.....	86
Figura 42-	Recepção dos frutos selecionados pelo CQH na Companhia Brasileira de Esterilização.....	87
Figura 43-	Armazenamento refrigerado dos frutos irradiados.....	88
Figura 44-	Bandejas preparadas para a realização da Análise sensorial.....	89
Figura 45-	Cabine de Avaliação sensorial preparada para o teste de aceitabilidade.	90
Figura 46-	Varição de nota em função da dose de radiação nos melões cantaloupe no primeiro dia de armazenamento.....	92

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
<b>2. OBJETIVO</b>	2
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	
3.1 Aspectos gerais do melão Cantaloupe	3
3.2 Exportação de melão	3
3.3 Maturação e Colheita	4
3.4 Características Pós-colheita do melão:	6
3.5 Classificação do melão para exportação	8
3.6 Radiação Ionizante	9
3.7 Tratamento Quarentenário	11
<b>4 ESTABELECIMENTO DE LIMITES DE DOSES (MÍNIMA, IDEAL E MÁXIMA) NO MELÃO CANTALOUPE A PARTIR DAS DOSES QUARENTENÁRIAS</b>	14
<b>4.1 INTRODUÇÃO</b>	16
<b>4.2 MATERIAL E MÉTODOS</b>	18
<b>4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	26
4.3.1 Perda de massa	27
4.3.2 Firmeza	28
4.3.3 Rendimento de polpa	30
4.3.4 Rendimento de suco	31
4.3.5 Cor ( $L$ ; $a^*$ ; $b^*$ )	32
4.3.6 Análise sensorial	35
4.4 Considerações parciais	38

<b>5. AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E NUTRICIONAIS DE MELÃO CANTALOUPE IRRADIADO</b>	<b>39</b>
<b>5.1 INTRODUÇÃO</b>	<b>41</b>
<b>5.2 MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>44</b>
<b>5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>53</b>
5.3.1 Peso	53
5.3.2 pH	55
5.3.3 Firmeza	56
5.3.4 Pectina Total e Pectina Solúvel	57
5.3.5 Sólidos Solúveis (°Brix)	60
5.3.6 Acidez	61
5.3.7 Açúcar Total e Açúcar Redutor	63
5.3.8 Cor ( $L$ ; $a^*$ ; $b^*$ )	65
5.3.9 Clorofila e Carotenóides Totais	71
5.3.10 $\alpha$ e $\beta$ caroteno	73
5.3.11 Compostos Fenólicos	75
5.3.12 Taxa respiratória e Produção de Etileno	77
5.4 Considerações Parciais	81
<b>6 AVALIAÇÃO SENSORIAL PELO TESTE DE ACEITABILIDADE DO MELÃO CANTALOUPE IRRADIADO E NÃO IRRADIADO</b>	<b>82</b>
<b>6.1 INTRODUÇÃO</b>	<b>83</b>
6.2 Testes Afetivos	84
<b>6.3 MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>86</b>
<b>6.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>91</b>
6.5 Considerações Parciais	94

<b>7. CONCLUSÃO GERAL</b>	95
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	96
<b>ANEXOS</b>	106

## 1. INTRODUÇÃO

A fruticultura brasileira apresenta 2,2 milhões de hectares cultivados e é uma das atividades capazes de assegurar ao Brasil, um percentual significativo do volume de produção global, colocando-o em quarto lugar no ranking mundial de frutas, atrás apenas da China, Índia e Estados Unidos (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION, 2007). Porém, o país é muito influenciado por políticas públicas dos principais países importadores, além de ser intensa a concorrência.

A competitividade internacional parece depender cada vez mais de sistemas eficientes de comercialização e de controle fitossanitário, que possam assegurar o índice de risco zero da presença das pragas, associado a um sistema de quantificação e qualificação dos atributos, levando à excelência do fruto para ser colhido e comercializado, juntamente aos tratamentos que o produto recebe durante o período de cultivo, pós-colheita, transporte e distribuição.

Esta responsabilidade é o resultado da organização da cadeia produtiva, que tem como fator determinante, o crescimento da integração da agricultura com outros setores industriais da economia, aumentando a importância da eficiência das estratégias de coordenação vertical, ou seja, a competitividade entre as partes envolvidas no sistema.

Pensando não apenas na exportação, como também no consumo interno de frutas, atualmente o consumidor está aprendendo a selecionar melhor suas necessidades, apesar do desconhecimento de seu real poder de compra e incipiente cultura de direitos e deveres. A incorporação de novas tecnologias e o dinamismo empresarial nas culturas resultam na expansão das exportações e no consumo, onde a qualidade é um ponto de honra (Neves Filho, 2002).

O melão é de grande importância para o comércio de exportação de frutas do Brasil, porém, sua produção ainda é limitada ao Rio Grande do Norte, Ceará e Bahia, que além das

condições geográficas e climáticas ideais para a cultura, são regiões que apresentam certificação de área livre de moscas-das-frutas, dos gêneros *Anastrepha* e *Ceratitis*.

Os prejuízos causados pelas moscas-das-frutas são de grande relevância, principalmente quando os frutos são destinados à exportação, pois as exigências dos importadores, somadas às barreiras quarentenárias, limitam a exportação de frutos frescos. Por isso, além do controle ao nível de campo, torna-se importante desenvolver um método quarentenário eficaz para que as exportações de frutos brasileiros não sejam proibidas pelos Blocos Econômicos, produtores de frutas (Dória et al., 2004).

A radiação ionizante é uma tecnologia que pode ser utilizada na pós-colheita de frutas e hortaliças em doses baixas, oferecendo segurança fitossanitária e aumentando sua vida útil, pois preserva as características físico-químicas, nutricionais e sensoriais. Também pode ser combinada com outras tecnologias pós-colheita como, por exemplo, o frio, onde a eficiência global é reforçada.

## **2. OBJETIVO**

A partir do modelo atual de cadeia produtiva e de comercialização, o presente trabalho avaliou, através de três etapas, a conservação pós-colheita do melão Cantaloupe (*Cucumis melo L.* variedade *Cantalupensis* Naud.), estabelecendo as doses, ideal, mínima e máxima de radiação ionizante, originária do  $\text{Co}^{60}$ , de acordo com a legislação brasileira, para irradiação de alimentos, além do acompanhamento físico-químico, nutricional e sensorial.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Aspectos gerais do melão Cantaloupe

O meloeiro pertence à família *Curcubitaceae*, gênero *Cucumis* e espécie *Cucumis melo* L. Segundo Crisóstomo et al. (2002) existem nove variedades botânicas de melão, entretanto, no Nordeste brasileiro cultivam-se híbridos e variedades comerciais pertencentes a duas classes botânicas: *Cucumis melo* var. *Inodorus* Naud. e *Cucumis melo* var. *Cantalupensis* Naud. Para facilitar a comercialização, os melões ainda são agrupados numa classificação comercial de acordo com o “tipo”, ou seja, com características semelhantes como aspecto da casca, cor de polpa, cicatrizes, reticulação ou rendilhamento, cor, formato do fruto, entre outros. A partir desta classificação são apresentados seis tipos de melões: Amarelo, Verde Espanhol, Gália, Cantaloupe, Charental e Orange Fresh.

O melão Cantaloupe é um fruto aromático, originário da África, pode ter casca recoberta com rendilhamento corticoso, de coloração ligeiramente amarelada ou esverdeada, com polpa espessa (cerca de 25mm) e cor variando do amarelo ao salmão (Crisóstomo et al., 2002). Apresenta um valor nutritivo adequado, com: 91,2% de água, baixo valor calórico (35cal/100g), 0,88g de proteína bruta, 0,28g de lipídeos, 8,37g de carboidratos, além de alguns minerais em quantidade considerável, como 11mg de cálcio, 17mg de fósforo, 309mg de potássio e 322.000RE de vitamina A, tornando-o adequado para o controle de doenças nutricionais carenciais, como a hipovitaminose A (Philippi, 2001).

#### 3.2 Exportação de melão

Atualmente, no Brasil, devido às moscas-das-frutas, as exportações de frutas frescas para o Japão já não ocorrem mais e para os Estados Unidos estão restritas a casos específicos,

como o melão do Rio Grande do Norte e mangas e mamões submetidos a tratamentos hidrotérmicos (Dória et al. 2004).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Frutas - IBRAF, as projeções de exportação de melão brasileiro para 2005/2006 apresentarão um crescimento de 70,03%, passando de 17.329.930kg exportados em 2005 para 27.104.347kg em 2006 (SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR/DATAFRUTA, 2006). Todavia, em 2006, o controle e o combate às pragas que atacaram os meloeiros da região de Mossoró, geraram prejuízos da ordem de 4 milhões de reais, sendo a mosca minadora a principal responsável pelo ataque. Atualmente, esta praga constitui-se num dos grandes problemas enfrentados pelos produtores de melão brasileiro (TODA FRUTA, 2006).

O mercado externo do melão brasileiro concentra-se na Holanda, Reino Unido e Finlândia, enquanto que os Estados Unidos, principal mercado consumidor mundial das variedades Cantaloupe e Honey Dew com polpas laranja e verde, respectivamente, não vem dando ao Brasil a devida atenção. Isto ocorreu devido à elevada produção de melão pelo México, e em expansão da Califórnia, Arizona e Texas, com frutos de ótima qualidade como resultado da implantação de sistemas eficientes de controle de qualidade e de tratamento pós-colheita (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2000).

### **3.3 Maturação e Colheita**

As fases de desenvolvimento dos frutos, como a pré-maturação, a maturação e o amadurecimento, envolvem a formação dos tecidos e mudanças químicas, excluindo-se a fase de senescência. A pré-maturação corresponde ao estágio de desenvolvimento que antecede a maturação, onde é característico um aumento de volume do fruto, mas ainda não está apto para o consumo humano. A maturação transforma os frutos em produtos atrativos e aptos para

o consumo humano. É uma etapa intermediária entre o final do desenvolvimento e o início da senescência e onde ocorrem uma seqüência de mudanças na cor, “flavor” e textura, conduzindo a um estado que os torna comestíveis e, com isso, apropriados para o consumo “in natura” ou industrialização. O amadurecimento corresponde ao período final da maturação, onde o fruto apresenta-se completamente desenvolvido (Chitarra; Chitarra, 1990).

A colheita dos frutos antes do período de maturação ideal provoca uma queda na qualidade, principalmente no que diz respeito ao teor de açúcares (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2000). Já quando a colheita é retardada em demasia, há deficiência na preservação da firmeza, acidez e açúcares das frutas e o período de conservação é reduzido, além de serem mais sensíveis às podridões e à incidência de certos distúrbios fisiológicos (Kluge et al., 2002).

O melão atinge sua maturação entre 60 e 90 dias após a sementeira, dependendo da região (FRUPEX, 1994) e sua colheita deve ser considerada como um fator crítico que afeta a pós-colheita, pois determina a qualidade e o comportamento da fruta durante seu armazenamento e sua comercialização.

As frutas que apresentam o padrão climatérico, como o melão Cantaloupe, devem ser colhidas no mínimo climatérico, ou seja, o ponto de maturação fisiológica e anterior ao aumento da concentração de etileno (Kluge et al., 2002). Além disso, alguns critérios devem ser observados no momento de sua colheita, como a determinação de sólidos solúveis, que deve estar pelo menos com 10°Brix, bem como, a firmeza da polpa de 30N. Além do teor de açúcares e da firmeza da polpa, também se torna importante colher o fruto sem danificar seu pedúnculo, pois, sua vida pós-colheita será bastante prejudicada (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2000).

Segundo Kader (1992) os melões Honey Dew e Cantaloupe são classificados como frutos com baixa e moderada taxa respiratória ( $5-10\text{mg.CO}_2.\text{kg}^{-1}$  e  $10-20\text{mg.CO}_2.\text{kg}^{-1}$ ),

respectivamente, além de terem o caráter climatérico, ou seja, depois de colhidos estes frutos têm um aumento na atividade metabólica paralelamente com o aumento da taxa respiratória.

### **3.4 Características Pós-colheita do melão**

As frutas possuem diferentes graus de perecibilidade e sua capacidade de armazenamento é influenciada pela taxa respiratória, produção de etileno, duração da fase de desenvolvimento, fatores genéticos e diferenças morfológicas e fisiológicas. O período máximo de armazenamento das frutas é ainda dependente da suscetibilidade à perda de umidade, da resistência aos microrganismos causadores de podridões e dos distúrbios fisiológicos (Kluge et al., 2002).

Dentre os principais fatores responsáveis pela perda da qualidade na pós-colheita de frutas estão: o escurecimento enzimático, a degradação microbiológica, descoloração da superfície e a senescência, causada pela contínua respiração e produção de gases (Damasceno et al., 2001).

A respiração é o principal processo fisiológico após a colheita do fruto, pois o fruto torna-se independente da planta. É influenciada, em parte, pela composição do fruto formado e pelas alterações químicas que ocorrem durante a fase de maturação. As substâncias que possivelmente tomam parte ativa nestas alterações são as proteínas, glicídeos, lipídeos, ácidos orgânicos, vitaminas, minerais e algumas fibras (pectinas e hemi-celulose). Portanto, a respiração resulta em modificações profundas desses constituintes, alterando a qualidade do fruto. Em condições não controladas ou estressantes, essas modificações podem levar rapidamente o fruto à senescência, deixando-o susceptível ao ataque de microrganismos e à perda de umidade, resultando na sua deterioração (Kluge et al., 2002; Chitarra; Chitarra, 2005).

Portanto, em função do padrão respiratório, as frutas podem ser classificadas em climatéricas e não climatéricas, sendo que as climatéricas apresentam, no final do período de maturação (no amadurecimento), um período de aumento marcante na taxa respiratória e na produção autocatalítica de etileno, levando ao amadurecimento, enquanto as não climatéricas apresentam um declínio constante na taxa de respiração em função do tempo (Kluge et al., 2002; Winkler et al., 2002).

Segundo Kluge et al. (2002) o padrão climatérico é uma resposta autoreguladora da mitocôndria, que tenta compensar e reparar as decomposições celulares, atribuindo a isso, um aumento do metabolismo respiratório, uma forma da fruta continuar o processo de maturação e manter a integridade celular.

O armazenamento das frutas não deve ser encarado como um método de melhoria na qualidade, mas sim, como um prolongamento no período de comercialização (Kluge et al., 2002) e a utilização de tecnologias que favoreçam tal característica podem auxiliar no oferecimento de produtos com qualidade para um mercado consumidor exigente e necessitado.

Segundo a EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA (2000), a redução da atividade metabólica pode ser obtida através do armazenamento refrigerado, porém no melão, seu amadurecimento pode ocorrer de forma anormal dependendo do cultivar, manifestando falta de aroma acompanhado pelo aparecimento de manchas escuras na casca. Entretanto, o melão Cantaloupe é pouco susceptível aos danos pelo frio, devendo inclusive, ser mantido à temperatura de 3 a 5°C até sua comercialização.

A grande dificuldade do cultivo do melão está no custo pois até à colheita, os principais gastos estão na compra das sementes e no uso dos defensivos, e na pós-colheita, nos cuidados com a boa aparência do fruto, maior durabilidade na prateleira, embalagens

diferenciadas, necessidade de resfriamento até o consumo, utilização de etiquetas atrativas, entre outras características que levam os produtores a terem altos gastos por hectare<sup>1</sup> (Canejo, 2004).

### **3.5 Classificação do melão para exportação**

A qualidade não é um atributo único bem definido e sim, um conjunto de muitas propriedades ou características peculiares de cada produto agrícola, que engloba as propriedades sensoriais (aparência, textura, sabor, aroma), valor nutritivo e multifuncional decorrentes dos componentes químicos, propriedades mecânicas, bem como ausência ou presença de defeitos do produto (Chitarra; Chitarra, 2005).

A maneira de conduzir a produção do melão tem enorme influência na qualidade do produto final e uma série de fatores como, escolha da região, clima, escolha das sementes, firmeza de polpa, conteúdo de sólidos solúveis (SS), avaliação subjetiva relacionada a aparência externa e interna, entre outros fatores, que incluem os métodos de colheita e pós-colheita e as tecnologias utilizadas para o armazenamento, estão intimamente associados aos frutos que serão comercializados (FRUPEX, 1994; Menezes et al., 1998).

Classificação é a separação do produto por uma série de atributos: tamanho, peso, turgidez, coloração, grau de maturação e outros. Utilizar a classificação é unificar a linguagem do mercado. Produtores, atacadistas, indústrias, varejistas e consumidores devem ter os mesmos padrões para determinar a qualidade do produto. Desta maneira, será obtida transparência na comercialização, melhores preços para produtores e consumidores, menores perdas e melhor qualidade (COMPANHIA DE ENTREPÓSITO E ARMAZENS GERAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2001).

---

<sup>1</sup> Lázaro Roberto, gerente técnico da Comissão Executiva da Área Livre de moscas-das-frutas (COEX), Informação pessoal.

A classificação do melão, segundo a FRUPEX (1994), é interessante pelo fato de evidenciar que sua principal qualidade é a de ser “doce” (teor de açúcar) e suculento (quantidade de suco).

Todavia, não existe oficialmente uma norma brasileira para a seleção e a classificação dos melões para exportação, tampouco para o consumo nacional. Na inexistência destas normas, os mercados europeus e norte-americanos se baseiam nos critérios de limpeza, deformação, danos mecânicos, podridões e coloração das frutas, além das técnicas utilizadas como tratamento quarentenário (FRUPEX, 1994).

Os mercados europeus e norte-americanos são importadores bastante interessados em melões nobres, aromáticos, de polpa cor salmão, com bom sabor e maior teor de açúcar, atributos encontrados nas cultivares do tipo Cantaloupe, "Pele-de-sapo", "Gália" e "Charental". Porém, a comercialização, principalmente do melão Cantaloupe, é a mais complicada, por ser uma variedade de baixa resistência física e durabilidade, necessitando de maiores cuidados na pós-colheita. Seu transporte requer um armazenamento com temperatura entre 3 e 5°C, o que resulta em maiores despesas com mão-de-obra qualificada e grandes investimentos para manter uma cadeia de frio durante o transporte e até o mercado consumidor (FRUTISÉRIES, 2004).

### **3.6 Radiação Ionizante**

A irradiação de alimentos é o tratamento através de um determinado tipo de energia, sendo que o processo consiste em submetê-los, já embalados ou a granel, a uma quantidade minuciosamente controlada de radiação ionizante, por um tempo prefixado, com objetivos determinados (GRUPO CONSULTIVO INTERNACIONAL SOBRE IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS, 1990). É um tratamento coadjuvante que tem mostrado ser eficiente na

diminuição de contagens microbianas, mantendo a qualidade físico-química, nutricional e sensorial dos alimentos, bem como, uma alternativa ao controle de insetos, servindo como tratamento quarentenário.

É um tratamento que envolve a exposição direta a elétrons ou raios eletromagnéticos, preservando e mantendo a segurança e a qualidade dos alimentos expostos a energia. Dentre as fontes de radiação está o Cobalto-60, que produz raios gama com alto poder de penetração capazes de promover a desinfestação de insetos, diminuir o ritmo de amadurecimento de frutas e hortaliças, com doses baixas (100Gy a 1kGy) e eliminar microrganismos patogênicos e parasitas (doses 1 a 3kGy), pois, promove uma alteração na molécula de DNA (ácido desoxirribonucléico) microbiana impedindo sua reprodução (Lacroix; Ouattara, 2000).

É uma tecnologia aprovada pelo Food and Drugs Administration (FDA) para o uso em frutas e hortaliças até a dose máxima de 1kGy para controle de maturação (Prakash et al., 2000), extensão da vida útil e redução da carga microbiana, até a dose de 10kGy (Marin-Huachaca et al., 2004), e esterilização de materiais médico-hospitalares com doses maiores de 10kGy (Venugopal et al., 1999), além de ser utilizada como tratamento quarentenário para frutas e hortaliças para exportação (ANIMAL AND PLANT HEALTH INSPECTION SERVICE/US DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2002).

No Brasil, é uma tecnologia aprovada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), segundo a Resolução – RDC nº. 21 de 26 de janeiro de 2001, que determina que *“qualquer alimento poderá ser tratado por radiação desde que sejam observadas as condições de dose mínima,,a qual deve ser suficiente para alcançar a finalidade pretendida, e a dose máxima absorvida, deve ser inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais e/ou os atributos sensoriais do alimento”* (BRASIL, 2001).

Nas frutas climatéricas, a utilização da radiação ionizante, como outros procedimentos pós-colheita, tem como função estender a fase pré-climatérica de frutas colhidas em pré-

maturação, permitindo seu o transporte e manuseio até chegarem aos centros de consumo com qualidade, porém quando as doses utilizadas não estão de acordo com os objetivos pretendido os frutos podem apresentar algumas injúrias (Molins, 2001).

Em frutas climatéricas e não climatéricas, a combinação dos tratamentos pós-colheita envolvendo banho com água quente e radiação ionizante, tem se mostrado promissor no controle de fungos patogênicos responsáveis pela podridão dos frutos durante a estocagem (Molins, 2001). Porém, para frutas climatéricas como o melão Cantaloupe, tal condição pode gerar alterações fisiológicas que acelerariam seu estágio de maturação. A aplicação da irradiação em melões tem sido apenas utilizada em caráter experimental, para se analisar a eficiência no controle de alguns fungos como *Rhizopus stolonifer* e *Fusarium* sp. (FRUPEX, 1994).

### **3.7 Tratamento Quarentenário**

A quantidade de frutas tropicais e subtropicais que são produzidas no Brasil encontra-se cada vez mais alta, representando um papel importante no comércio internacional. Porém, sua comercialização encontra barreiras quarentenárias devido ao risco de introdução de pragas e doenças nos países importadores (Duarte; Malavasi, 2000).

A eliminação de doenças e pragas de plantas por procedimentos quarentenários é uma prática antiga e valiosa. A palavra quarentena vem do latim *quadraginta* (40) e da prática de manter um navio fora do porto por 40 dias se houver suspeita de alguma doença. Métodos quarentenários aplicados com rigor e cuidado têm evitado a dispersão de doenças vegetais e pragas em inúmeras ocasiões. Todavia, com o aumento do número de viagens internacionais e intensificação do comércio entre países, as barreiras quarentenárias estão difíceis de serem mantidas e tem havido constantemente a introdução de pragas em diversas partes do mundo (Duarte; Malavasi, 2000).

Os países desenvolvidos impõem elevadas taxas que restringem o acesso de produtos agropecuários e protegem seus produtores da concorrência internacional, além de barreiras não-tarifárias que dificultam o acesso aos mercados dos países ricos, incluindo as restrições quantitativas, sanitárias e fitossanitárias, fazendo com que a abertura do mercado mundial ainda esteja longe de ser um comércio completamente livre (INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS, 2004).

As exigências sanitárias de alguns países importadores, como os Estados Unidos e o Japão, vedam a importação da maioria das frutas brasileira e impõem a obrigatoriedade da inspeção da área de produção por um técnico do Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS) para constatar se está isenta da mosca-das-frutas (FRUPEX, 1994; IBRAF, 2004). Caso não fique comprovada a inexistência da *A. grandis* e *A. fraterculus*, há a exigência de um tratamento quarentenário pós-colheita (Canejo, 2004), com exceção das zonas livres de Mossoró no Rio Grande do Norte.

O aumento da exportação de melão brasileiro obriga os produtores a submetê-lo a tratamentos que mantenham a segurança fitossanitária e que impeçam a introdução de pragas ainda presentes no Brasil (Malavasi, 2000).

Dentre as principais pragas do melão estão: a broca-das-curcubitáceas (*Diaphania nitidalis*), o pulgão (*Aphis gossypii* Lover), a mosca-minadora (*Liriomyza* sp.), a lagarta-mede-palmo (*Trichoplusia ni*), a lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*), o percevejo (*Leptoglossus gonagra*), a mosca-branca (*Bemisia tabaci*) e a mosca-das-frutas (*Anastrepha grandis*) (Fernandes, 2004).

Os tratamentos quarentenários utilizados para garantir um produto livre de pragas são químicos e físicos, sendo os químicos a utilização de fumigação com 1,2-dibromoetano (EDB). Todavia, os fumigantes químicos, como brometo de metila, além de serem tóxicos aos seres humanos causam sérios prejuízos à camada de ozônio, e por isso, segundo medidas

fixadas pelo Protocolo de Montreal, a partir de 2015 o brometo de metila não poderá mais ser utilizado (Patil et al.; 2004).

Como tratamentos físicos, podem ser utilizadas as atmosferas controladas, o tratamento térmico (calor), frio e a utilização de radiação ionizante (Duarte; Malavasi, 2000). Dentre os tratamentos físicos utilizados, a radiação ionizante tem se mostrado eficiente, tanto no controle fitossanitário, como na conservação de frutas e hortaliças, apresentando a vantagem de penetrar uniformemente no tecido vegetal, atuando em qualquer etapa de desenvolvimento das larvas de mosca-das-frutas, sem alterar as características físico-químicas, nutricionais e sensoriais das hortaliças (Gomez et al., 1999).

Segundo Follett e Armstrong (2002) a radiação ionizante pode ser utilizada como tratamento quarentenário para *Bactrocera cucurbitae*, *Ceratitis capitata* e *Bactrocera dorsalis* nas doses de 210, 225 e 250Gy, respectivamente.

#### **4 ESTABELECIMENTO DE LIMITES DE DOSES (MÍNIMA, IDEAL E MÁXIMA) NO MELÃO CANTALOUPE A PARTIR DAS DOSES QUARENTENÁRIAS.**

##### **RESUMO**

A fruticultura brasileira é uma alternativa para amenizar os problemas de carência alimentar utilizando técnicas de manejo e pós-colheita adequadas. A tecnologia da radiação gama apresenta-se viável para o uso em alimentos, aumentando sua vida útil, eliminando os microrganismos patogênicos e impedindo a introdução de pragas consideradas quarentenárias em regiões com certificação de zonas livres, desta forma, a utilização desta tecnologia atende a legislação internacional para exportação de frutas. O objetivo inicial deste trabalho foi determinar no melão Cantaloupe (*Cucumis melo L. var. Cantalupensis Naud.*), os limites de doses de radiação ionizante, originadas do cobalto-60, preconizadas pela legislação brasileira para frutas. Sendo uma fruta com grande potencial para exportação, estabeleceram-se intervalos de dose variando de 0 a 900Gy, com intervalos de 150Gy assegurando aos frutos os padrões quarentenários para as moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha*, ao qual pertence a *A. grandis*, praga dos melões brasileiros. Foram analisando os padrões físicos de peso, cor ( $L$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), firmeza, rendimento de polpa e de suco, e os padrões sensoriais, pelo teste de Diferença do controle. Dentre os resultados encontrados observou-se que o período de armazenamento influenciou significativamente os parâmetros analisados de peso, cor e rendimento de polpa. Entretanto, as doses maiores que 450Gy, influenciaram as características de firmeza e rendimento de suco. Quanto aos aspectos sensoriais, as amostras irradiadas com doses maiores que 450 Gy não apresentaram notas diferentes do controle para a aparência externa e interna conforme aumentou o período de armazenamento. Portanto, foram estabelecidas as doses de radiação ionizante de 150 Gy como mínima, 450 Gy como ideal e 900 Gy como máxima, mantendo-se o controle baseadas na conservação na pós-colheita do melão

cantaloupe, assegurando o controle fitossanitário e desta maneira, garantindo a exportação de frutas brasileiras.

Palavras-chave: Pós-colheita, Tratamento Quarentenário, Melão Cantaloupe, Rendimento de suco, Rendimento de polpa.

## 4.1 INTRODUÇÃO

Frutos são essenciais à alimentação humana devido ao aporte de vitaminas, minerais e carboidratos, porém, após sua colheita, tornam-se suscetíveis à degradação e inicia-se um contínuo processo de modificações metabólicas que levam ao desenvolvimento de importantes características físico-químicas, nutricionais e sensoriais. Para conter o amadurecimento ou a eliminação de insetos, aumentando a vida útil dos frutos, diversos procedimentos são utilizados após a colheita como a aplicação de inseticidas ou tratamento térmico, além do armazenamento refrigerado e da irradiação (Gomez et al., 1999).

Segundo Thomas et al. (1986) a irradiação é um tratamento pós-colheita que pode ser utilizado tanto para a desinfestação quanto para o aumento da vida útil dos alimentos, assegurando qualidade aos alimentos. É um tipo de energia que possui um espectro uniforme de penetração por todo o tecido vegetal, atuando em qualquer etapa de desenvolvimento das larvas de moscas, sendo que a mosca-das-frutas da família *Tephritidae* é a praga de maior preocupação mundial.

Como o tratamento quarentenário visa à eliminação do risco de pestes quarentenárias ou a introdução destas em áreas consideradas livres, o ataque aos insetos depende da eficácia do tratamento com radiação ionizante, da dose utilizada e do estágio de desenvolvimento do inseto irradiado, podendo resultar na mortalidade, pela prevenção da eclosão dos ovos, do desenvolvimento das larvas e da emergência de adultos ou pupas (Burditt Júnior, 1990; Hallman; Matinez, 2001).

As vantagens da radiação comparadas aos outros tratamentos desinfestantes estão na rapidez da aplicação, apenas alguns minutos, na praticidade da aplicação do produto embalado, não deixa resíduo, várias frutas apresentam boa tolerabilidade a doses aplicada para segurança quarentenária, além de ser utilizada para outros fins, como prevenir o

desenvolvimento de microrganismos, inibir o brotamento de tubérculos, entre outros objetivos (Hallman; Martinez, 2001).

Dentre as doses de radiação ionizante utilizadas para tratamento quarentenário, doses  $\leq 1\text{kGy}$  são necessárias para prevenir a eclosão de ovos irradiados, a dose de 150Gy pode ser utilizada em larvas para reduzir a formação de pupas com um ou três dias, e a dose de 300Gy tem mostrado-se adequada para prevenir a emergência de adultos ou sua reprodução quando ovos ou larvas são tratados (Burditt, 1990). Segundo Hallman e Martinez (2001) a dose mínima absorvida de 250Gy é utilizada como tratamento quarentenário para algumas espécies de mosca-das-frutas e a dose de 150Gy mostrou-se eficaz para desinfestação de *Anastrepha suspensa* em goiabas.

Hara et al. (2002) determinaram o efeito da irradiação em mosca-das-frutas do gênero *Tephritidae* utilizando doses de 250, 500, 750 e 1000Gy, mantendo o controle. Foi observado que, conforme aumentou a dose, diminuiu a probabilidade de eclosão dos ovos e, que todos os insetos adultos foram mortos em 7 semanas após a irradiação com 500Gy.

Todavia, para que a irradiação tenha sucesso, é necessário adequar a dose aplicada a cada fruto, além de se considerar as características de cada cultivar, tamanho e estágio de amadurecimento, uma vez que a eficácia do tratamento varia de acordo com estas características (Murray, 1990).

Portanto, o objetivo desta etapa do experimento, foi determinar os limites de dose de radiação ionizante, originárias do Cobalto 60, a partir dos intervalos variando de 0 a 900 Gy, visando a conservação pós-colheita do melão Cantaloupe (*Cucumis melo* var. *Cantalupensis* Naud.).

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Analisou-se o melão Cantaloupe (*Cucumis melo* var. *Cantalupensis* Naud.), com um peso médio de 900g, durante a época de maior produção (junho a dezembro), de acordo com a tabela de safra da CEAGESP (2006). O desenvolvimento do experimento encontra-se no fluxograma da Figura 1.

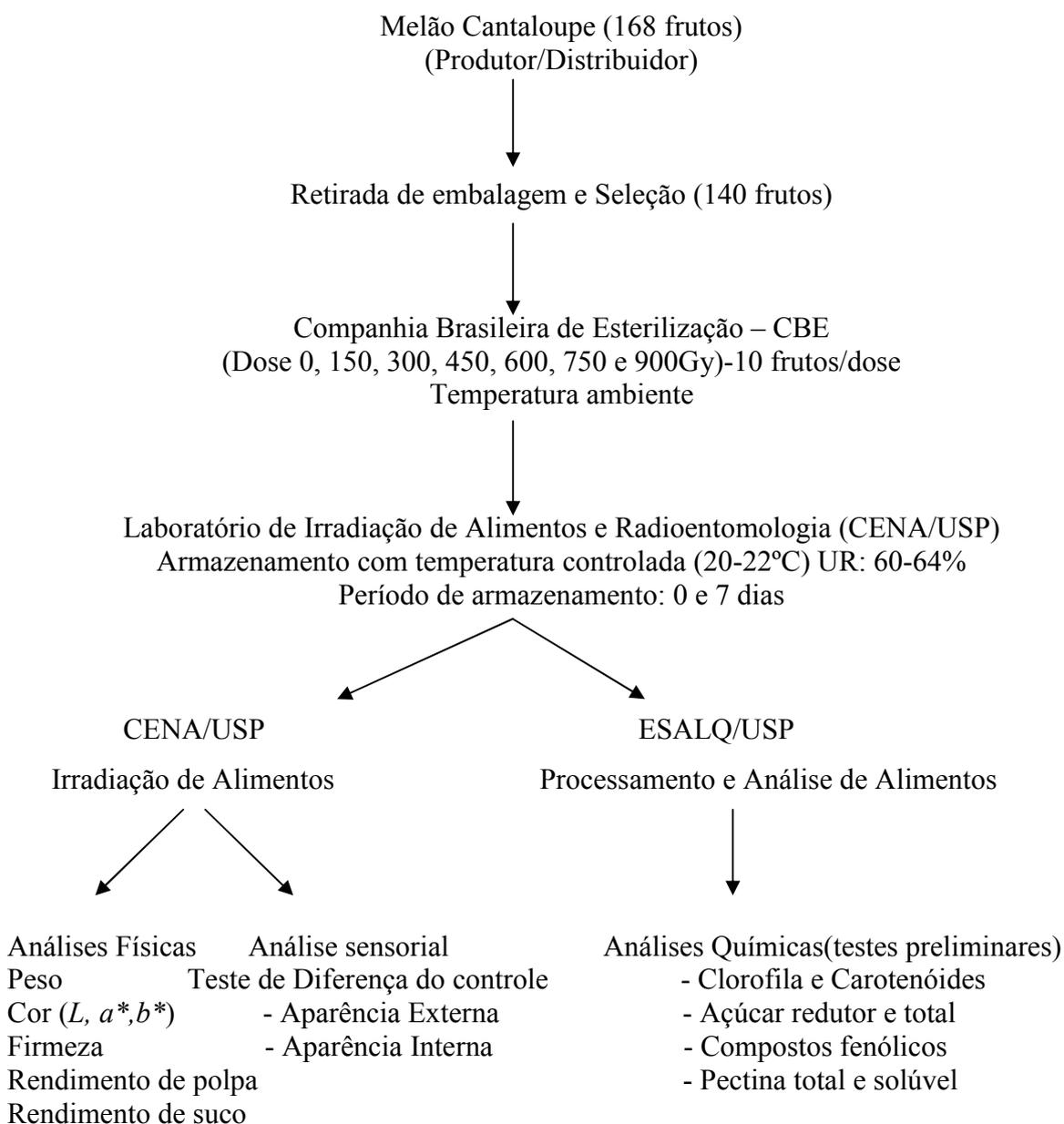


Figura 1- Primeira etapa do experimento realizada para o estabelecimento de dose ideal no melão Cantaloupe.



melão, conforme a legislação vigente. O estabelecimento de doses múltiplas de 150Gy se deve ao fato do APHIS/USDA (2002) ter estabelecido esta dose de 150Gy como quarentenária para as moscas-das-frutas das espécies de *Anastrepha*, da qual pertence a *A grandis*, praga dos melões brasileiros. Os frutos não irradiados passaram pelas mesmas condições de retirada da embalagem plástica, seleção e transporte, além de permanecerem na CBE sob a mesma condição de temperatura ambiente que os frutos irradiados.

Após a irradiação, todo o lote de frutos foi levado para o laboratório de Irradiação de Alimentos do Centro de Energia Nuclear na Agricultura/USP, onde foram separados em dois lotes, aleatoriamente. Cada tratamento/dose continha 10 frutos. Portanto, foram estabelecidos dois períodos de armazenamento, sete doses de irradiação e 10 frutos por dose.

O primeiro lote de frutos foi analisado logo após ser irradiado e o segundo, após 7 dias de armazenamento com temperatura (20-22°C) e umidade relativa, controladas (60-64%) com um Termohigrógrafo. O local de armazenamento foi previamente higienizado com solução clorada e mantido em temperatura controlada por todo o período de armazenamento (Figura 3).



Figura 3- Armazenamento dos melões irradiados e não irradiados.

Após serem realizadas as análises físicas, todas as amostras foram trituradas em liquidificador e as polpas congeladas individualmente em sacos de polietileno para a realização de testes preliminares, a fim de testar as metodologias de análises químicas que foram executadas na próxima etapa do experimento.

Dentre as análises realizadas nas amostra não irradiadas e irradiadas, estão:

**a) Perda de massa fresca:** Determinada através de pesagem utilizando balança digital no primeiro dia e após sete dias de armazenamento. Os resultados foram expressos em gramas.

**b) Cor da casca:** Determinada em colorímetro Color Meter-Minolta modelo CR-300, operando no sistema iluminante D65 e observador padrão 2. As leituras foram realizadas em quatro pontos opostos, longitudinais e externos para cada fruta (Figura 4), segundo recomendação de Sacks E Shaw (1994), e expressas em Luminosidade ( $L$ ), nuances de verde a vermelho ( $a^*$ ) e nuances de amarelo a azul ( $b^*$ ), de acordo com McGuirre (1992).



Figura 4- Determinação de cor externa nas amostras de melão Cantaloupe não irradiadas e irradiadas.

c) **Firmeza:** Determinada com auxílio do penetrômetro Fruit Pressure Tester, mod. FDN2, da Wagner Instruments, ponteira de 8mm. Foram realizadas três leituras distribuídas uniformemente na região mediana equatorial dos frutos (Figura 5) após a retirada de  $\pm 0,2\text{cm}$  da casca com a ajuda de um estilete. Os resultados foram expressos em Newton (N) por grama de polpa fresca.



Figura 5- Determinação de firmeza nas amostras de melão Cantaloupe não irradiadas e irradiadas.

d) **Rendimento em polpa:** Determinado através da relação entre a parte comestível e a parte não comestível do fruto (pericarpo, sementes, etc), conforme Figura 6. Os resultados foram expressos em gramas.



Figura 6- Determinação do rendimento de polpa nas amostras de melão Cantaloupe não irradiado e irradiado.

e) **Rendimento em suco:** Foi avaliado através de centrífuga Walita e os resultados, expressos em volume de suco por 100g de amostra (Figura 7).



Figura 7- Determinação de rendimento de suco nas amostras de melão Cantaloupe não irradiado e irradiado.

**f) Análise Sensorial:** Realizou-se no primeiro dia e após sete dias de armazenamento o teste sensorial de Diferença do Controle, de acordo com metodologia apresentada por Dutcosky (1996). O teste avaliou a preferência dos provadores quanto à aparência interna e externa dos tratamentos comparado ao controle, não irradiado (Figura 8). Cada provador analisou 6 amostras codificadas utilizando uma escala de 9 pontos, ancorada nos extremos pelo *Extremamente melhor que o controle* a *Extremamente pior que o controle* e atribuindo um valor correspondente à preferência do provador relacionado às notas de 0 a 4. O número de provadores totalizou 40 pessoas (Anexo 1).



Figura 8- Análise Sensorial com o Teste de Diferença do Controle para a Aparência externa e Aparência Interna.

**g) Análise Estatística:** Para as variáveis, firmeza, peso, rendimento de polpa, rendimento de suco,  $L$ ,  $a^*$  e  $b^*$  o delineamento experimental empregado foi o inteiramente ao acaso com os tratamentos dispostos no esquema fatorial  $7 \times 2$ , referentes a sete doses de radiação (0, 150, 300, 450, 600, 750 e 900Gy) e dois períodos de armazenamento (1 e 7 dias). Foram utilizadas 10 repetições por tratamento. Para as variáveis, aparência externa e aparência interna o delineamento empregado foi de blocos inteiramente ao acaso, com os mesmos tratamentos e

períodos de armazenamento das variáveis físico-químicas. Foram utilizadas 40 repetições por tratamento.

Através da análise exploratória observou-se a necessidade de transformação dos dados somente para as variáveis, aparência externa e aparência interna. A transformação estabilizadora da variância encontrada foi  $\log(x + 5)$  e utilizou-se o teste de Dunnett. A seguir os dados foram submetidos à análise de variância, obtendo-se F significativo ao nível de 5%; a análise teve continuidade com a aplicação do teste de Tukey para verificar o melhor tratamento. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa Sisvar (Ferreira, 2000).

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Molins (2001), frutas tropicais como banana, manga e mamão Papaia, que apresentam um caráter climatérico, possuem uma maturidade retardada quando irradiadas.

Através da análise de variância para as variáveis, perda de massa, firmeza, rendimento em polpa e suco e de cor ( $L, a^* b^*$ ), verificou-se que as doses de radiação foram significativas para os resultados encontrados para firmeza e rendimento em polpa. Já o período de armazenamento foi significativo para os resultados encontrados nas análises de firmeza, perda de massa, rendimento em polpa e cor ( $L, a^* e b^*$ ). A interação entre o período de armazenamento e as doses de radiação foi significativa para firmeza, rendimento em polpa e para os valores de  $a^*$ . Desta forma prosseguiu-se o desdobramento dos resultados.

A partir do desdobramento dos resultados obtidos para os períodos de armazenamento estudados, observou-se, pela Tabela 1, que no primeiro dia de armazenamento as variáveis de firmeza e os valores de  $a^*$  foram significativos, enquanto no sétimo dia de armazenamento apenas o rendimento em polpa foi significativo.

Tabela 1- Valores de F para as variáveis Firmeza, Perda de massa, Rendimento de polpa e de suco e cor a interação dose de radiação x período de armazenamento.

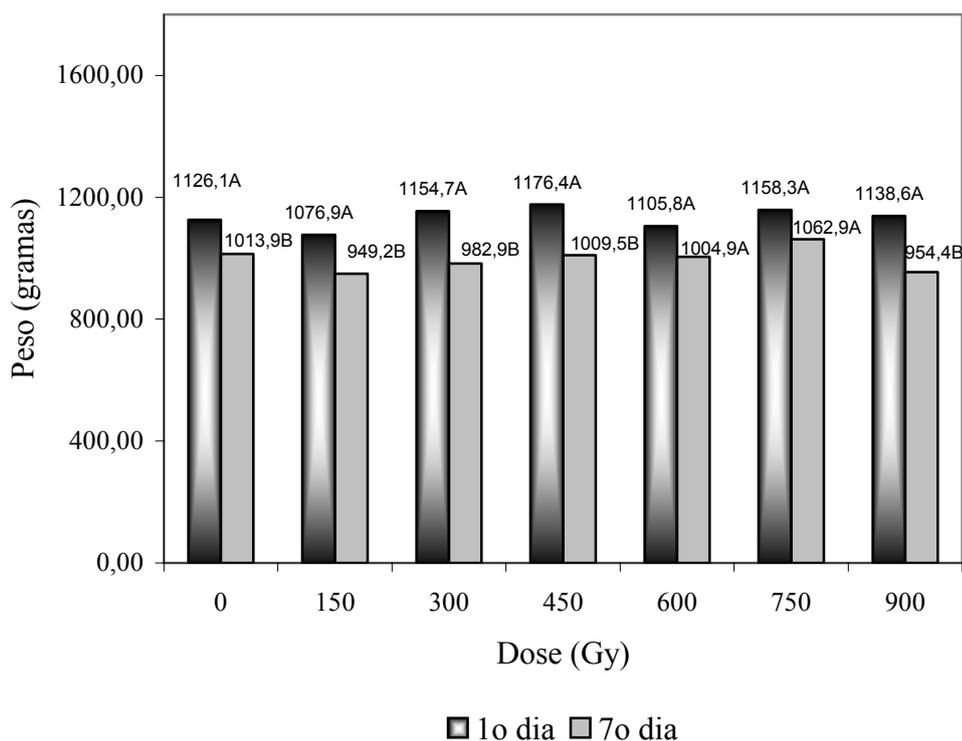
Análises realizadas								
Dose x Período armazenamento	GL	Firmeza	Perda de massa	Rendimento	Rendimento	$L$	$a^*$	$b^*$
				em polpa	em suco			
1° dia	6	75,97*	0,85ns	0,76ns	2,37ns	0,97ns	2,53*	1,50ns
7° dia	6	0,52ns	1,12ns	4,36*	2,06ns	0,53ns	2,26ns	1,62ns

ns = não significativa

\* = significativa ao nível de 5%.

### 4.3.1 Perda de massa

Houve efeito somente do período sobre a perda de massa dos melões Cantaloupe. Embora a interação não tenha sido significativa, foi realizada a análise de desdobramento, a qual indicou que não houve diferença entre as doses para cada período analisado (Tabela 1), mas houve diferença entre os períodos de armazenamento para as doses de 0, 150, 300, 450 e 900Gy, como pode ser observado na Figura 9. Em armazenamento refrigerado deve-se manter uma umidade relativa (UR) entre 90 e 95%, senão pode ocorrer uma elevada perda de água por transpiração e diminuição na consistência das frutas (Kluge et al., 2002). Neste estudo, a UR dos melões armazenados variou de 60 a 65%, o que pode ter influenciado a perda de massa das amostras.



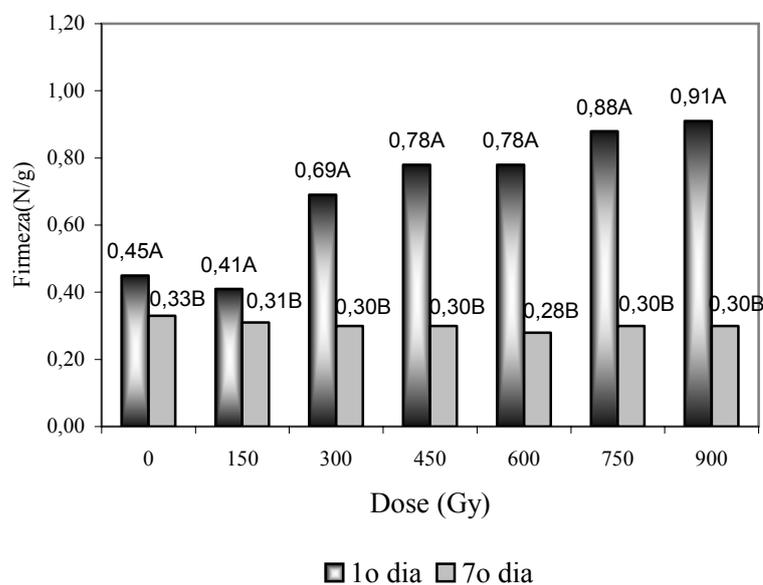
Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey, dentro de cada dose.

Figura 9- Variação da massa de frutos de melão Cantaloupe em função do período de armazenamento e dose de radiação.

Para os tratamentos com 600 e 750Gy não houve diferença entre os períodos de armazenamento, enquanto que para as demais doses a maior massa foi observada no primeiro dia de armazenamento.

#### 4.3.2 Firmeza

A ciência denomina firmeza como o máximo de força aplicada em relação à deformação, antes da ocorrência da ruptura. Uma das mais óbvias mudanças que se observa durante o amadurecimento das frutas tropicais é a redução da firmeza devido ao amolecimento causado pela progressiva solubilização das protopectinas em pectinas ou ácido pécico (Proctor; Caygill, 1985; Kluge et. al, 2002). A firmeza pode ser medida pela compressão ou perfuração com diferentes sondas de diferentes forças ou níveis de deformação, dependendo do propósito da medida e como os atributos de qualidade são avaliados.



Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey, dentro de cada dose.

Figura 10- Variação de firmeza de frutos de melão Cantaloupe em função do período para cada dose de radiação.

Houve efeitos de dose, do período e da interação dose x período para a firmeza dos melões Cantaloupe. A interação dose e período de armazenamento (Tabela 2) indicou efeito de dose somente no primeiro dia de armazenamento, variando de 0,45 a 0,91N, entre as doses de 0 a 900 Gy. No sétimo dia não houve diferença entre as doses sobre a firmeza dos frutos. No entanto, houve diferença entre os períodos de armazenamento para todos os níveis de dose (Figura 10).

Tabela 2- Variação de firmeza de frutos de melão Cantaloupe em função da interação dose de radiação x período de armazenamento.

DOSE	PERÍODO		MÉDIA
	1	7	
0	0,45 Aa	0,33 Ba	0,39 a
150	0,41 Aa	0,31 Ba	0,36 a
300	0,69 Ab	0,30 Ba	0,49 b
450	0,78 Ab	0,28 Ba	0,54 bc
600	0,78 Ab	0,30 Ba	0,53 bc
750	0,88 Ac	0,28 Ba	0,59 cd
900	0,91 Ac	0,30 Ba	0,60 d
MÉDIA	0,70 A	0,30 B	

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

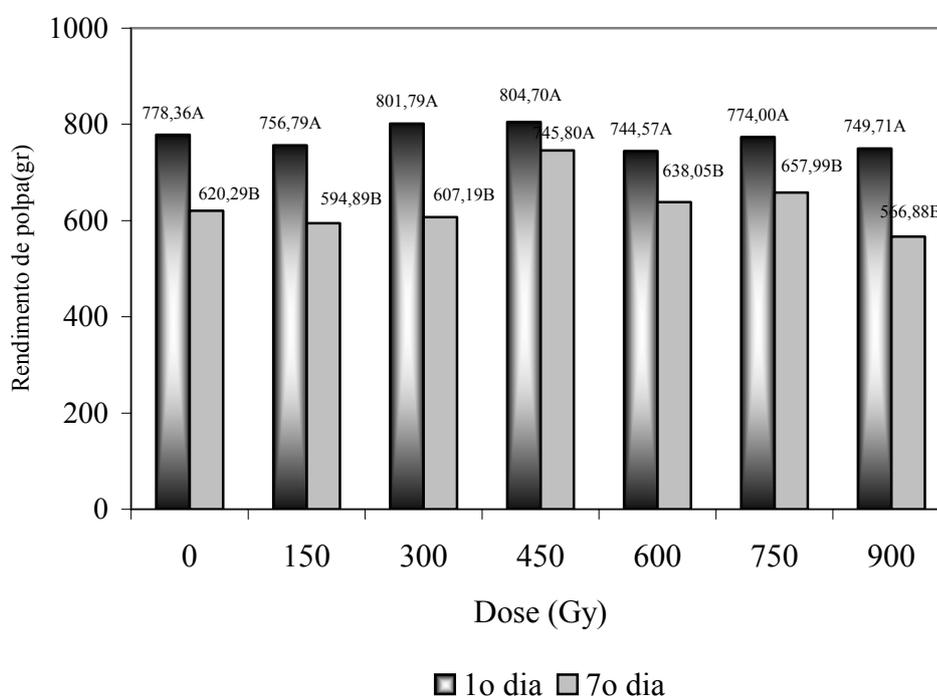
As medidas dos penetrômetros são bem correlacionadas com a percepção humana da firmeza durante o período de armazenamento e, conseqüentemente, essa técnica tem se difundido para as medições das firmezas em várias frutas, como maçã, kiwi, pêras e pêssegos. No entanto, somente esse parâmetro não deve ser utilizado como padrão de firmeza da fruta, pois é apenas um dos grupos de propriedades que definem a textura (Abbott, 1999). A perda de firmeza do

fruto pode resultar de dois fatores, sendo o primeiro devido à perda excessiva de água e diminuição da pressão de turgescência das células, ou pode resultar da decomposição enzimática da parede celular (Awad, 1993).

### 4.3.3 Rendimento de polpa

A proporção entre o epicarpo (casca) e o mesocarpo (polpa) é de interesse em algumas frutas, podendo ser utilizada em conjunto com outras características, como coeficiente de maturação ou como indicativo de rendimento da matéria-prima (Chitarra; Chitarra, 2005).

Observou-se pela Tabela 1 que como a interação dose x período de armazenamento foi significativa, buscou-se maiores detalhes através da análise de desdobramento. O desdobramento indicou que houve diferença entre as doses no sétimo dia de armazenamento e que houve diferença entre os períodos para os níveis de dose de radiação, com exceção da dose de 450Gy.



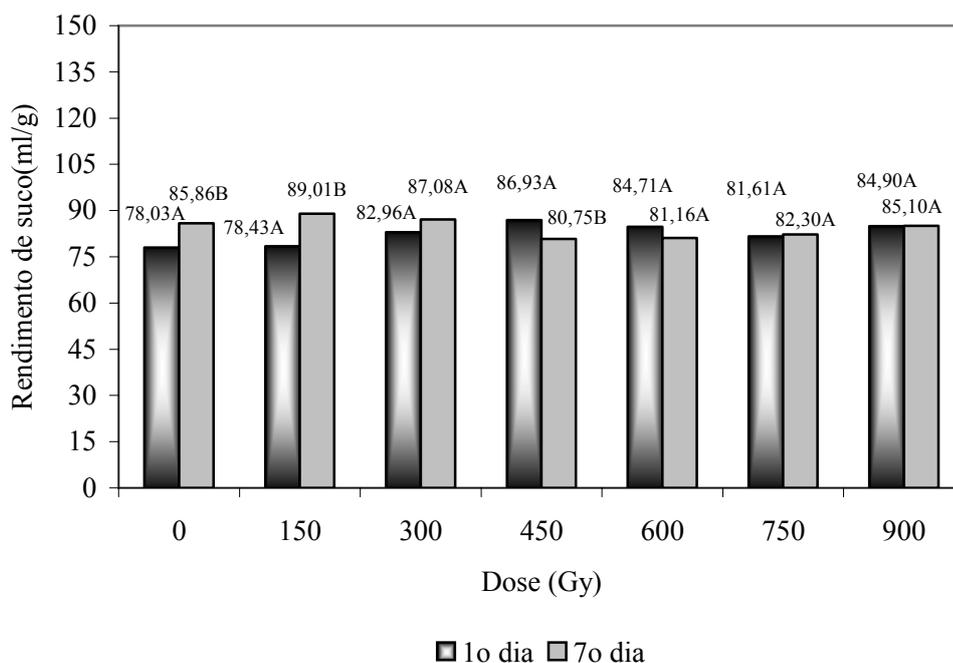
Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey, dentro de cada dose.

Figura 11- Variação do rendimento em polpa em função do período para as diferentes doses de radiação.

No primeiro dia de armazenamento não houve diferença estatística entre as doses, já no sétimo dia de armazenamento, o maior rendimento em polpa foi obtido com a dose de 450Gy, como um peso médio de 745,80 g (Figura 11).

#### 4.3.4 Rendimento de suco

Em relação à análise de rendimento em suco, não houve efeito da interação dose x período de armazenamento, porém prosseguiu-se com a análise de desdobramento, a qual não indicou diferença entre as doses em função do período de armazenamento, mas houve diferença entre os períodos com as doses de 0, 150 e 450Gy (Figura 12).



Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey, dentro de cada dose.

Figura 12- Variação do rendimento de suco em função do período de armazenamento para cada dose de radiação.

A dose controle e a dose de 150Gy agregaram um maior rendimento de suco no sétimo dia de armazenamento no primeiro dia de armazenamento, enquanto que para as doses de 450 e 600Gy, o maior rendimento de suco foi observado no primeiro dia de armazenamento. Entre

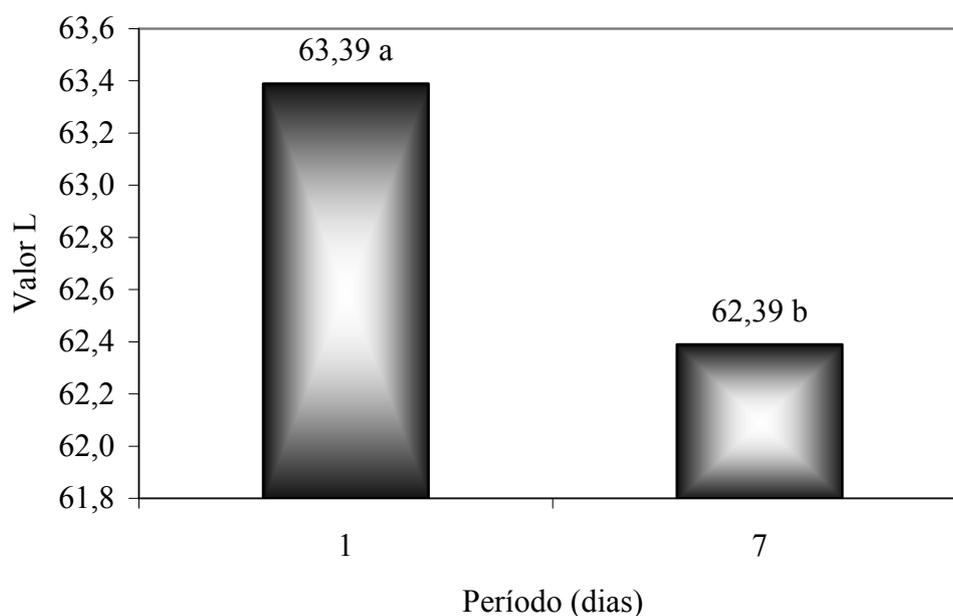
as demais doses não houve diferença entre os períodos de armazenamento, destacando-se as amostras irradiadas com 750 e 900 Gy que tiveram um rendimento de suco semelhante estatisticamente, durante o período de armazenamento (Figura 12).

#### **4.3.5 Cor ( $L$ , $a^*$ e $b^*$ )**

Dos três principais atributos de qualidade das frutas (cor, sabor e firmeza), a cor torna-se cada vez mais importante, à medida que elas são exportadas, expostas e vendidas em supermercados, feiras, varejões, etc. As modificações na coloração correspondem aos principais critérios de julgamento para identificação do amadurecimento dos frutos, devido à degradação de alguns pigmentos e formação de outros, como clorofila, carotenóides e antocianinas (Chitarra; Chitarra, 2005).

##### **4.3.5.1 Valor $L$**

Os resultados obtidos com a luminosidade ( $L$ ) indicaram que houve efeito do período sobre o valor  $L$ , mas na análise de desdobramento, não houve efeito da interação dose x período (Tabela 1). O maior valor  $L$  foi observado no primeiro dia de armazenamento, caracterizando frutos imaturos (Figura 13).

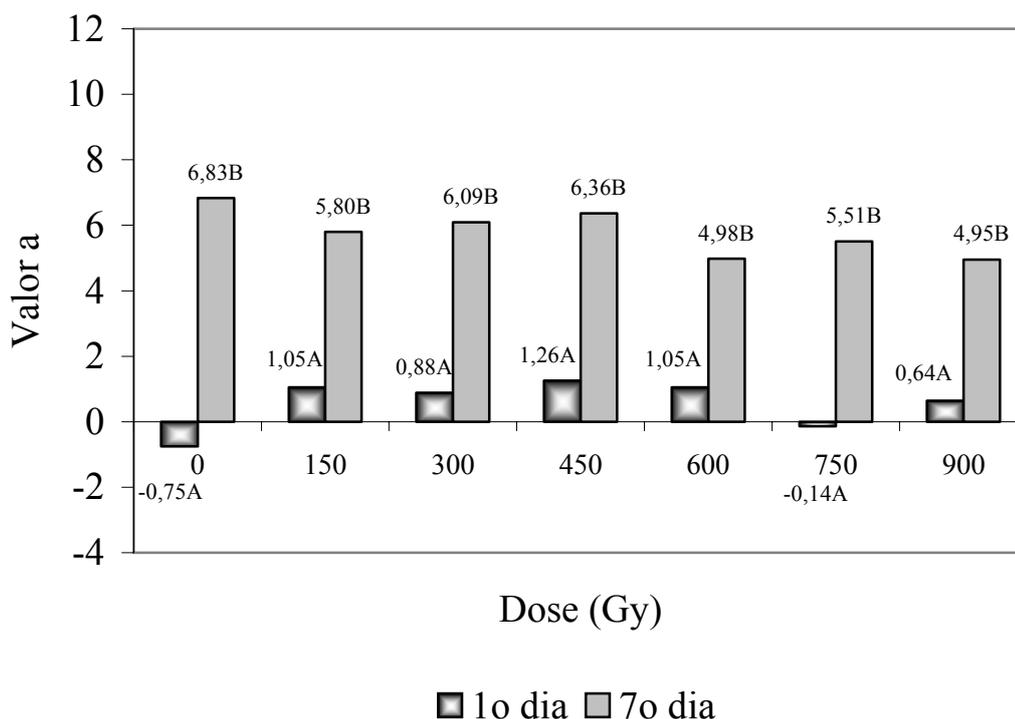


Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Figura 13- Variação do valor  $L$  para período de armazenamento.

#### 4.3.5.2 Valor $a^*$

Os valores de  $a$  mostraram que houve efeito de período de armazenamento e da interação dose x período. A análise de desdobramento indicou que houve diferença entre as doses no primeiro dia de armazenamento e entre os períodos de armazenamento para todas as doses utilizadas (Figura 14).



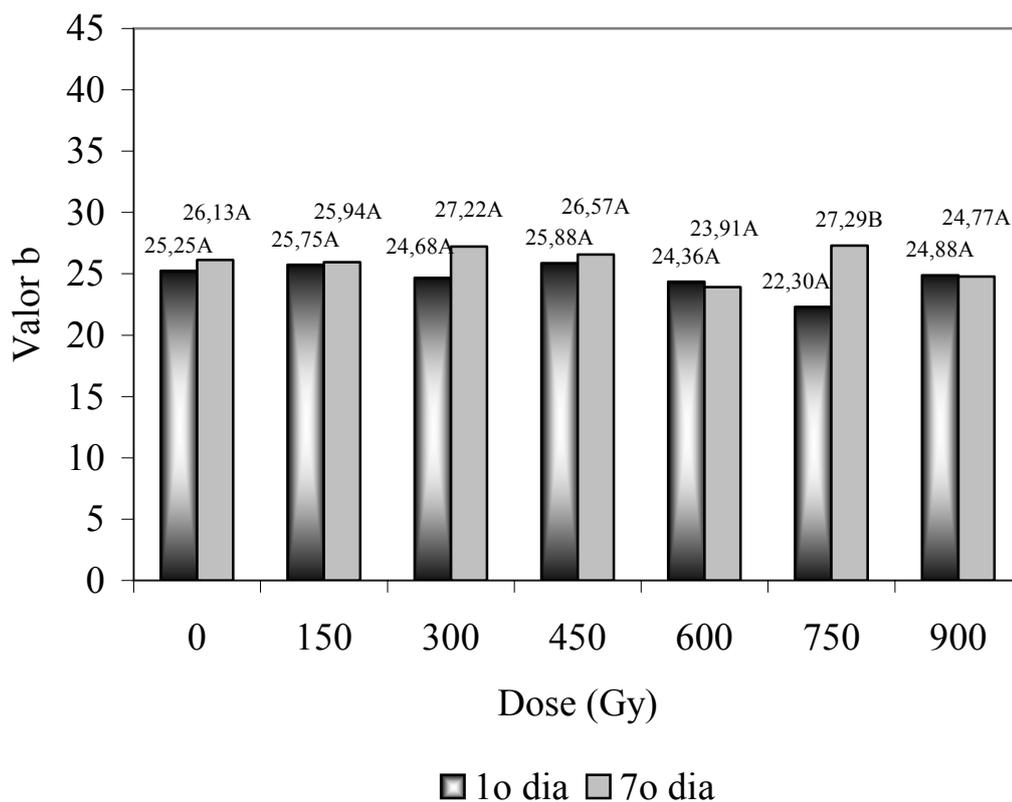
Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Figura 14- Variação do valor  $a^*$  em função do período para cada dose de radiação.

Não houve diferença significativa para o valor  $a^*$  dos melões em relação às doses de radiação, tanto no primeiro quanto no sétimo dia de irradiação. No entanto, o sétimo dia de armazenamento apresentou maiores valores de  $a^*$  em relação ao primeiro dia. Como o valor  $a^*$  é indicativo de amadurecimento, os resultados obtidos indicaram o amadurecimento dos frutos durante o período do armazenamento, uma vez que o melão cantaloupe é um fruto de casca verde quando imaturo e amarelada no amadurecimento.

#### 4.3.5.3 Valor $b^*$

Não foi observada diferença significativa para a maior parte das doses e períodos de armazenamento, apenas a dose de 750Gy apresentou diferença entre os períodos de armazenamento (Figura 15).



Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey, dentro de cada dose.

Figura 15- Variação do valor  $b$  em função do período de armazenamento e doses de radiação.

O parâmetro  $b^*$ , juntamente com o  $a^*$  nos fornece o croma. Quando esses dois valores se apresentam positivos, a coloração se insere nos tons amarelo, alaranjado e vermelho. No presente experimento, os valores ao redor de 25 a 30 para o  $a^*$  e o  $b^*$ , nos indicam coloração alaranjada, independente da dose de radiação ou período de armazenamento, em detrimento da significância da interação.

#### 4.3.6 Análise sensorial

A análise sensorial vem sendo aplicada no desenvolvimento e melhoramento de produtos, controle de qualidade, estudos sobre armazenamento e desenvolvimento de processos (Lanzillotti; Lanzillotti, 1999).

A aparência é o fator primário na avaliação da qualidade dos frutos, sendo avaliada por diferentes atributos tais como tamanho, forma e cor. O teste de diferença do controle é essencialmente um teste de diferença simples em que se avalia o tamanho da diferença ou se determina se existe diferença entre uma ou mais amostra em relação a um controle/padrão (Ferreira, 2000).

Os métodos sensoriais são baseados nas respostas aos estímulos, que produzem sensações cujas dimensões são: intensidade, extensão, duração, qualidade e prazer ou desprazer e os estímulos podem ser medidos por métodos físicos e químicos, as sensações são medidas por processos psicológicos (Lanzillotti, Lanzillotti, 1999).

Para o experimento em questão, houve efeitos da interação dose x período sobre a aparência externa e aparência interna (Tabela 3).

Tabela 3- Valores de F para a interação dose de radiação x período de armazenamento em relação a aparência externa e interna.

Dose x Período armazenamento	GL	Valor F	
		Aparência externa	Aparência interna
1º dia	6	12,19*	4,91*
7º dia	6	15,73*	8,82*

\* significativa ao nível de 5%.

#### 4.3.6.1 Aparência externa

A maior nota obtida para aparência externa foi com a dose de 150Gy, diferindo significativamente do controle. Houve diferença entre as notas atribuídas especialmente no 7º dia de armazenamento, independente da dose de radiação (Tabela 4).

Tabela 4- Notas para aparência externa de frutos de melão Cantaloupe em função da dose de radiação x período de armazenamento.

DOSE (Gy)	PERÍODO (dias)	
	1	7
0	0,01 a	0,01 a
150	1,17 b	2,59 b
300	- 0,10 a	2,08 b
450	- 0,53 a	1,76 b
600	- 0,93 b	0,25 a
750	- 0,43 a	0,75 a
900	0,75 a	0,50 a

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Dunnett, ou seja, as doses estão sendo comparadas somente com a testemunha e não entre elas.

No primeiro dia de armazenamento a maior nota foi observada para as amostras irradiadas com 150Gy, as quais, juntamente com as que receberam 600Gy, diferiram do controle, enquanto que, no sétimo dia, as maiores notas foram observadas para as amostras irradiadas com as doses de 150, 300 e 450Gy, diferindo do controle.

#### 4.3.6.2 Aparência interna

No primeiro dia de armazenamento, as notas para a aparência interna não diferiram do controle, com exceção da nota atribuída a amostra irradiada com 900 Gy. No sétimo dia de armazenamento, a maior nota obtida para esta variável foi obtida com a dose de 900Gy (Tabela 5).

Tabela 5- Notas para aparência interna de frutos de melão Cantaloupe em função da interação dose de radiação x período de armazenamento.

DOSE (Gy)	PERÍODO (dias)	
	1	7
0	0,01 a	0,01 a
150	0,37 a	0,62 a
300	0,37 a	-0,63 a
450	0,01 a	-0,63 a
600	0,37 a	-0,43 a
750	-0,63 a	0,37 a
900	-0,73 b	0,89 b

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Dunnett, ou seja, as doses estão sendo comparadas somente com a testemunha e não entre elas.

Em relação à aparência interna, não houve diferença entre os períodos de armazenamento, apenas os melões irradiados com 900Gy diferiram para muito melhor que o controle (Tabela 5). Tal fato tem uma explicação, pois a irradiação promove a quebra dos carboidratos, aumentando a quantidade de açúcares, e com isso, o grau de doçura do fruto, podendo ou não alterar suas estruturas moleculares de sustentação e firmeza e, desta forma, os frutos apresentam-se com polpas mais íntegras.

#### 4.4 Considerações parciais

Portanto, estabeleceram-se os limites de dose mínima, ideal e máxima, as doses de 150, 450 e 900Gy, uma vez que, contemplam a dose quarentenária estabelecida pela APHIS/USDA (2002) para a eliminação da mosca-das-frutas dos gêneros *Anastrepha* e *Ceratitis*, além de serem as mais adequadas através dos testes realizados para a conservação pós-colheita do melão Cantaloupe.

## 5. AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E NUTRICIONAIS DE MELÃO CANTALOUPE IRRADIADO

### RESUMO

O cultivo do melão tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, caracterizando-se como uma espécie olerícola de maior expansão no Brasil e crescente exportação. Entretanto, o desenvolvimento de tecnologias que visem à qualidade e conservação pós-colheita dos frutos não têm acompanhado o ritmo da produção e as perdas tornam-se inevitáveis. A partir do estabelecimento dos limites de doses de radiação ionizante, objetivou-se nesta etapa, o acompanhamento das características de maturação do melão Cantaloupe (*Cucumis melo* var. *Cantaloupensis* Naud.) através do peso, cor de polpa ( $L$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), firmeza, pH, sólidos solúveis e acidez titulável como análises físico-químicas; clorofila total e carotenóides, pectina total e solúvel,  $\alpha$  e  $\beta$ -caroteno e compostos fenólicos como análises químicas e nutricionais, além do acompanhamento diário da taxa respiratória e da concentração de etileno. Dentre os resultados obtidos percebeu-se que o pH aumentou nas amostras controle e irradiadas com dose de 150Gy e a firmeza diminuiu aos sete dias de armazenamento para doses entre 150 e 450Gy. Em relação ao teor de sólidos solúveis observou-se que conforme aumentaram as doses de radiação, aumentaram os teores, porém em termos de relação sólidos solúveis e acidez titulável (ratio) percebeu-se que nas doses maiores de 450Gy os valores obtidos foram menores atingindo 6 e 7. Os valores de clorofila total aumentaram durante o período de armazenamento para as amostras irradiadas com dose de 900 Gy e diminuiu os teores de  $\alpha$  e  $\beta$ -caroteno, atingindo aos sete dias, 2,3 mg/ 100g, indicando uma minimização das características de amadurecimento. Tal situação foi reforçada pelo acompanhamento do perfil respiratório e do nível de etileno que apresentou em amostras irradiadas com 450 e 900 Gy valores entre 3,2 e 2,8 mL CO<sub>2</sub>/kg<sup>-1</sup>/h<sup>-1</sup>, respectivamente. Para

os níveis de etileno, os menores foram encontrados nas amostras irradiadas com 900 Gy que atingiram, durante o período de armazenamento valores em torno de 1,0050 mL C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/kg<sup>-1</sup>/h<sup>-1</sup>. Portanto, o melão Cantaloupe mostrou-se adequado para a aplicação da tecnologia da radiação ionizante visando a conservação pós-colheita.

Palavras-chave: Melão Cantaloupe, Conservação, Taxa respiratória, Etileno, Tectina total e solúvel, Compostos fenólicos.

## 5.1 INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil, existe um desequilíbrio entre a expansão populacional e a oferta de alimentos, sendo que a disponibilidade de alimentos tornou-se, nos últimos 20 anos, um fato agravante. A utilização de tecnologias como a refrigeração, defumação, aplicação de calor e a radiação ionizante têm sido utilizadas isoladas ou em conjunto para conservar os alimentos. Porém, durante a manufatura e a estocagem, os alimentos sofrem perdas grandes, entre os cereais chegam a 10%, para frutas e hortaliças 40%, sementes e feijões 75% e muito maiores para carnes e derivados, repercutindo nos aumentos de preços dos alimentos para o consumidor (Lacroix; Ouattara, 2000).

O emprego da irradiação de alimentos no Brasil mostra-se promissora e de suma importância, desde que esteja em conformidade com as Good Irradiation Practices (GPIs), pois contribui na conservação e na redução das perdas pós-colheita durante a manipulação, armazenamento e transporte e, conseqüentemente, leva a um aumento na oferta de alimentos (Matin et al., 1996).

O impacto da radiação gama sobre os nutrientes dos alimentos não é diferente do que ocorre nos outros processos empregados na conservação dos alimentos. Entretanto, as alterações geradas, como a oxidação lipídica, a produção de radicais livres, entre outros, podem ser minimizadas na aplicação da radiação sob condições adequadas (GPIs). Para frutas, deve se considerar, também, o estágio de maturação em que foi colhida (Lima et al., 2001).

A irradiação de frutos climatéricos promove um atraso no início da atividade e intensidade respiratória, dependendo do estágio de maturidade da fruta colhida, ou seja, em frutas colhidas com apenas  $\frac{3}{4}$  de maturação. Todavia, a dose ideal para atrasar o amadurecimento e a dose máxima que o fruto tolera sem desenvolver injúrias bioquímicas,

difere em relação aos cultivares. Desta forma, alguns cultivares não suportam doses acima de 500Gy sem o desenvolvimento de escurecimento na pele, outros suportam doses de até 2kGy sem o desenvolvimento de quaisquer injúrias (Molins, 2001).

O amadurecimento de um fruto envolve reações complexas que originam mudanças nos níveis hormonais, na atividade respiratória, na atividade enzimática e na organização celular. A mudança mais perceptível durante o amadurecimento de uma fruta é na sua coloração, além do amolecimento da polpa e da modificação dos compostos aromáticos, ácidos orgânicos e sólidos solúveis (Villanueva et al., 2004).

O etileno é um gás hidrocarboneto ( $C_2H_4$ ), que desempenha um papel importante na regulação do desenvolvimento da planta, pois estimula a atividade respiratória e, como consequência, antecipa o amadurecimento e a senescência dos tecidos, além de desencadear características sensoriais apreciadas pelos consumidores. É conhecido como “hormônio do amadurecimento” em frutos climatéricos (Winkler et al., 2002; Madrid et al., 2004).

As frutas climatéricas como o melão Cantaloupe apresentam um pico acentuado de etileno e elevados níveis respiratórios, dificultando o estabelecimento do estágio ideal para colheita e apresentam um pequeno período de estocagem na pós-colheita (Madrid et al., 2004).

A síntese autocatalítica de etileno é fortemente estimulada por fatores exógenos, como infecções fúngicas ou bacterianas, injúrias mecânicas, estresse hídrico, térmico e salino, e também por outros fitormônios (Winkler et al., 2002).

A via de biossíntese do etileno inicia-se a partir do aminoácido metionina, precursor biológico do etileno em todas as plantas superiores, que é convertido em etileno através da ação enzimática por dois passos: o primeiro compreende a conversão da S-adenosil-metionina (SAM) em ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano (ACC), sob a ação da ACC sintetase (ACCS); e o segundo pela conversão do ACC em etileno,  $O_2$  e ácido cianídrico (HCN) pela

ACC oxidase (ACCO), sendo esta reação ativada pelo CO<sub>2</sub> (Winkler et al., 2002; Zimmer et al., 1999).

Desta forma, o metabolismo do etileno está relacionado à qualidade das frutas, pois está interligado à velocidade e intensidade da perda de firmeza e de acidez das frutas, além da bioconversão de açúcares e de ácidos orgânicos, sendo, em alguns casos, etileno-dependente e, em outros, como etileno-independente (Corrent et al., 2005).

Portanto, o objetivo desta etapa do experimento, foi acompanhar a conservação pós-colheita do melão Cantaloupe (*Cucumis melo* var. *Cantaloupensis* Naud.) irradiado com doses estabelecidas como mínima (150Gy), máxima (900 Gy), ideal (450 Gy) e o controle a partir das análises físico-químicas e nutricionais.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

A partir do estabelecimento das doses, uma nova remessa de frutos foi adquirida e foram analisados os quatro tratamentos fixados no primeiro experimento (0; dose mínima-150Gy, dose ideal-450Gy e dose máxima-900Gy) de acordo com os objetivos estabelecidos. O fluxograma operacional encontra-se na Figura 16.

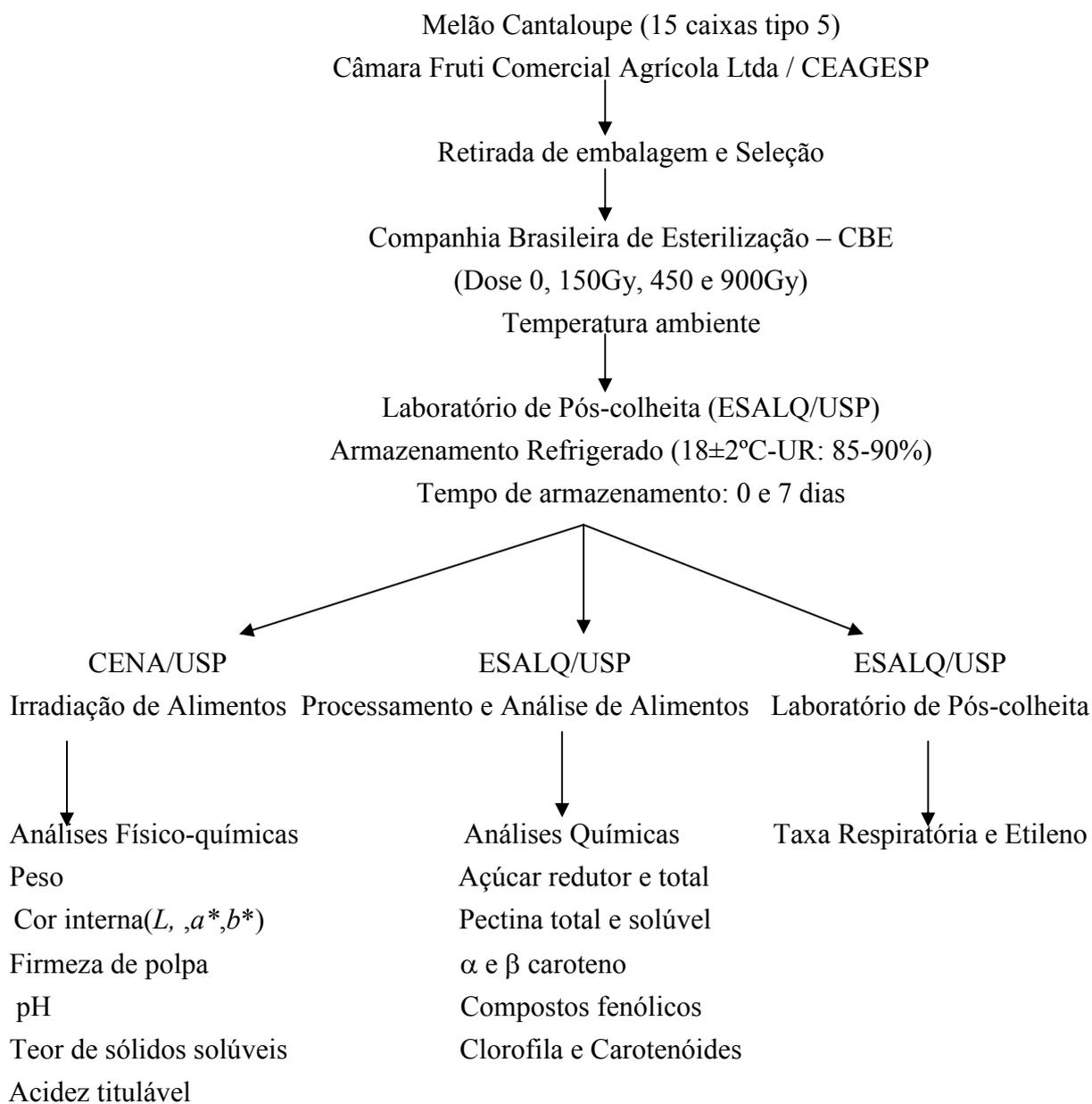


Figura 16- Segunda etapa do experimento com a aplicação de doses estabelecidas para o melão Cantaloupe.

Após a seleção dos frutos ideais para a aplicação da tecnologia da radiação ionizante, foram adquiridos do atacadista Câmara Fruti Comercial Agrícola Ltda., na CEAGESP em São Paulo, cerca de 75 frutos tipo 5, com um peso médio de 950g, onde se realizaram os testes preliminares de peso, teor de sólidos solúveis, firmeza e cor externa como indicativos da qualidade dos frutos para serem irradiados, através do Centro de Qualidade de Horticultura (CQH) (Figura 17).



Figura 17- Recepção dos frutos selecionados pelo CQH na Companhia Brasileira de Esterilização.

Após a aquisição, os frutos foram transportados até a Companhia Brasileira de Esterilização, em Jarinú/SP, e submetidos às doses de radiação gama estabelecidas (150, 450 e 900Gy) mantendo-se o controle. A taxa de dose foi de 3,9kGy/hora (65Gy/minuto), conforme certificado fornecido pela CBE. A dosimetria foi realizada com dosímetro tipo Gammachrome YR da Harwell Dosimeters (UK) onde a dose absorvida pelo material variou de 0,15 a 0,9kGy .

Depois de irradiado, o lote de frutos foi levado para o Laboratório de Pós-colheita de Plantas Hortícolas (ESALQ/USP) onde foram separados em dois lotes, aleatoriamente. Cada tratamento continha 5 frutos. Portanto, foram estabelecidos dois períodos de armazenamento, quatro doses de irradiação e cinco frutos por dose. Todos os frutos ficaram armazenados na câmara fria por 7 dias com temperatura ( $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) e umidade relativa (85-90%) controladas (Figura 18).



Figura 18- Armazenamento refrigerado dos frutos durante o período de armazenamento.

Os frutos que se destinaram à análise da taxa respiratória e nível de etileno, foram mantidos nas mesmas condições que os demais, porém armazenados dentro dos potes sem as tampas.

Após os períodos de armazenamento, os frutos foram processados em polpa e armazenados em congelador à temperatura de  $-30^{\circ}\text{C}$  para posterior análise das características

físico-químicas e nutricionais (Figura 19). As polpas contidas nos potes escuros, destinaram-se a análises de clorofila e carotenóides totais e para a determinação de  $\alpha$  e  $\beta$ -caroteno.



Figura 19- Potes contendo polpa de melão cantaloupe para armazenamento congelado.

As análises desta etapa foram realizadas nos Laboratórios de Irradiação de Alimentos (CENA/USP), Laboratório de Processamento e Análise de Alimentos (ESALQ/USP) e no Laboratório de Pós-colheita (ESALQ/USP) e seguem:

**a) Peso, cor e firmeza:** de acordo com metodologia já apresentada. Foi realizada a determinação da cor interna e da firmeza em três pontos longitudinais, como pode ser observado na Figura 20.



Figura 20- Determinação da cor interna nas amostras de melão Cantaloupe não irradiadas e irradiadas.

**b) pH:** Foi medido em potenciômetro DIGIMED modelo DMPH a partir de amostras liquefeitas, segundo metodologia ditada pela AOAC (1992).

**c) Teor de sólidos solúveis:** determinado a 20°C com refratômetro Leica, modelo 10500 e o resultado expresso em °Brix (AOAC, 1992).

**d) Acidez titulável:** Determinada e calculada como o volume em mililitros de NaOH 0,1N, requeridos para titular 100ml de suco, expressa em mL/ 100 mL (AOAC, 1992).

**e) Relação sólidos solúveis/acidez titulável (ratio):** Calculada através da relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável.

**f) Açúcares redutores (glicose e frutose) e Totais (sacarose e redutores):** Determinados através de colorimetria pela técnica de Somogy, adaptada por Nelson (1944). Os resultados foram expressos em g/L.

**g) Pectina total (PT) e pectina solúvel (PS):** As pectinas, total e solúvel foram extraídas utilizando-se m-Hidroxidifenil de acordo com BlumenKrantz e Asboe-Hansen (1973) e os resultados expressos em mg de ácido galacturônico/100g de peso fresco (Figura 21).



Figura 21- Determinação de pectina total e solúvel no melão Cantaloupe.

**h) Análise de clorofila e carotenóides:** A clorofila foi avaliada de acordo com metodologia de Lichtenthaler (1987), pesando-se aproximadamente 2g da amostra triturada e acrescentando-se 18 ml de acetona a 80%. A seguir, a mistura foi centrifugada em 5000rpm por 3 a 4 minutos. A leitura do sobrenadante realizou-se em espectrofotômetro a 663nm (clorofila a), 646nm (clorofila b) e 470nm (carotenóides). Os dados foram calculados em ug/ml.

**i) Determinação de compostos fenólicos:** Método espectrofotométrico de Folin-Ciocateau descrito por Woisky e Salatino (1998) utilizando ácido gálico como padrão (Figura 22) e os resultados expressos em  $\mu\text{g}/\text{mL}$ .

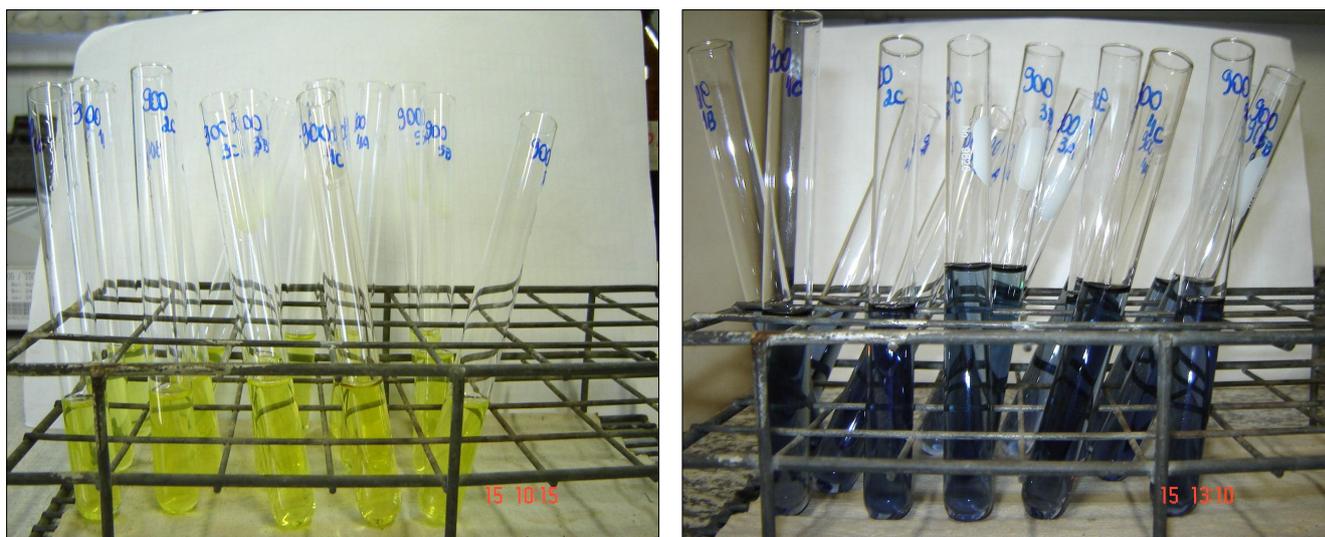


Figura 22- Determinação de compostos fenólicos no melão Cantaloupe.

**j) Análise de  $\alpha$  e  $\beta$ -caroteno:** A determinação utilizada foi a cromatografia em coluna aberta de acordo com Rodrigues e Penteado (1989) que constou de extração dos pigmentos em acetona, seguida pela fase de separação (hexano da água e acetona) e filtração em coluna sob vácuo (Figura 23). O diluído foi lido em espectrofotometro a 436nm e os resultados calculados e expressos em mg de  $\beta$ -caroteno e mg de  $\alpha$ -caroteno /100g de amostra.



Figura 23- Determinação de  $\alpha$  e  $\beta$ -caroteno, extração e separação dos pigmentos em coluna sob vácuo.

**l) Taxa de Respiração e Concentração de etileno:** Os frutos destinados a estas análises foram mantidos nas mesmas condições que os destinados às demais análises, porém, o acompanhamento da taxa respiratória e da concentração de etileno foi feito diariamente.

A concentração de etileno e a taxa respiratória dos melões foram determinadas através do  $\text{CO}_2$  produzido pelos frutos, retirando-se, através de um septo, 1ml para cada determinação, de gás do interior de potes fechados hermeticamente, contendo um fruto em cada pote (Figura 24). Os potes mantiveram-se fechados por 30 minutos e, decorrido este tempo, eram realizadas as leituras. As amostras foram analisadas em um cromatógrafo a gás modelo Trace GC Finnigan (Figura 25) e todos os resultados determinados por FID-Detector de Ionização de Chama. Os resultados de  $\text{CO}_2$  foram expressos em  $\text{ml CO}_2.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$  e foram utilizados para o cálculo da taxa respiratória, o volume do pote, a massa do fruto e o tempo que o pote permaneceu fechado. Os valores de etileno foram expressos em  $\text{ml C}_2\text{H}_4.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ .



Figura 24- Pote hermético contendo melão cantaloupe para análise da Taxa respiratória e etileno.



Figura 25- Cromatógrafo a gás modelo Trace GC Finnigan utilizado para o acompanhamento da taxa respiratória e da produção de etileno nos melões irradiados e não irradiados.

**m) Análise Estatística:** O delineamento experimental empregado foi o inteiramente ao acaso com os tratamentos dispostos no esquema fatorial 4 x 2, referentes a quatro doses de radiação (0, 150, 450 e 900Gy) e dois períodos de armazenamento (1 e 7 dias). Foram utilizadas 5 repetições por tratamento.

Para as análises de clorofila e carotenos totais, pectinal total e solúvel e para o acompanhamento da taxa respiratória e de etileno, verificou-se, através da análise exploratória e do teste de Hartley, a necessidade de transformar os dados e a transformação estabilizadora da variância foi:  $\sqrt{X+1}$ , e para as demais análises, verificou-se não haver necessidade de transformar os dados. Desta forma prosseguiu-se com a análise de variância (ANOVA), optando-se também pela realização da decomposição dos graus de liberdade da interação. Obtendo-se F significativo ao nível de 5%, a análise teve continuidade com a aplicação do teste de Tukey para verificar as diferenças entre os tratamentos e com a análise de regressão polinomial até segundo grau, para verificar o comportamento das variáveis em função da dose

de radiação. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2000).

## 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.3.1 Peso

A perda de peso nas frutas pode ocorrer durante toda a cadeia produtiva, ou seja, durante a colheita, acondicionamento nas embalagens, transporte, armazenamento e distribuição. Está relacionada com a perda de qualidade para a comercialização, representando prejuízo econômico, pois normalmente os frutos são comercializados por unidade de peso.

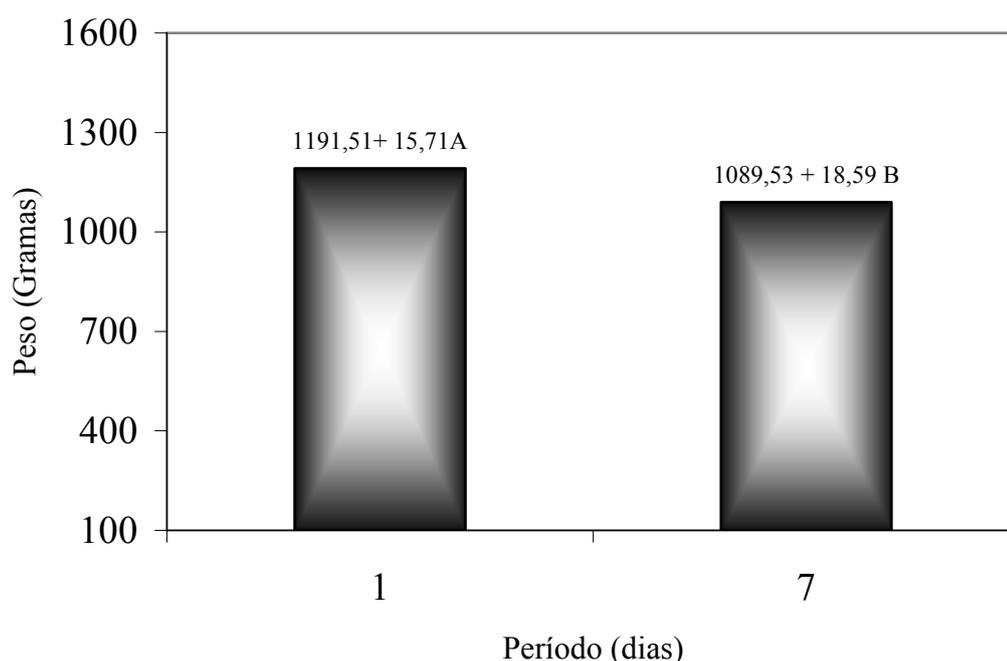
O melão cantaloupe é armazenado e distribuído à temperatura de 2-4°C, porém a temperatura habitual de comercialização é a ambiente, o que desencadeiam os fatores bioquímicos envolvidos no seu amadurecimento e, conseqüentemente, a perda de suas qualidades. Na Tabela 6 pode-se observar a média de peso dos frutos analisados.

Tabela 6- Médias do peso de melão Cantaloupe em função da dose de radiação, do período de armazenamento e da interação dose de radiação x período de armazenamento.

Dose (Gy)	Período		Médias
	Primeiro	Sétimo	
0	1202,64 ± 20,27 A	1128,82 ± 62,66 A	1165,73 ± 33,39
150	1250,64 ± 34,72 A	1071,54 ± 26,83 B	1161,09 ± 36,32
450	1135,46 ± 34,89 A	1060,88 ± 18,11 A	1098,17 ± 22,31
900	1177,28 ± 10,81 A	1096,88 ± 30,09 A	1137,08 ± 20,17
Médias	1191,51 ± 15,71 A	1089,53 ± 18,59 B	

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

A partir do acompanhamento do peso das amostras, observou-se que, independente do período de armazenamento, não houve diferença entre as doses de radiação, mas os frutos apresentaram uma média de peso maior no primeiro dia de armazenamento (Figura 26). Somente com as amostras irradiadas com dose de 150Gy apresentaram diferença de peso dos frutos armazenados por sete dia (Tabela 6).



Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Figura 26- Variação do peso em função do período de armazenamento.

Silva et al. (1998) analisaram a perda de peso de dois híbridos do melão amarelo (Gold Mine e Duna) armazenados em temperatura de  $26\pm 2^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $65\pm 2\%$  por 49 dias e observaram que aos 28 e 35 dias, híbridos Duna e Gold Mine, apresentaram sintomas visíveis de murchamento e colapso interno, além de manchas escuras na superfície e sementes soltas no interior dos frutos, indicando serem estes períodos limites para a comercialização destes frutos.

### 5.3.2 pH

Thomas et al. (1996), estudando a aplicação de irradiação em manga, com doses de 0,3 a 1kGy, perceberam que o pH não apresentou diferença significativa comparada ao controle, sendo que a irradiação não acelerou o amadurecimento dos frutos.

A Figura 27 indica a variação do pH nos melões Cantaloupe estudados.

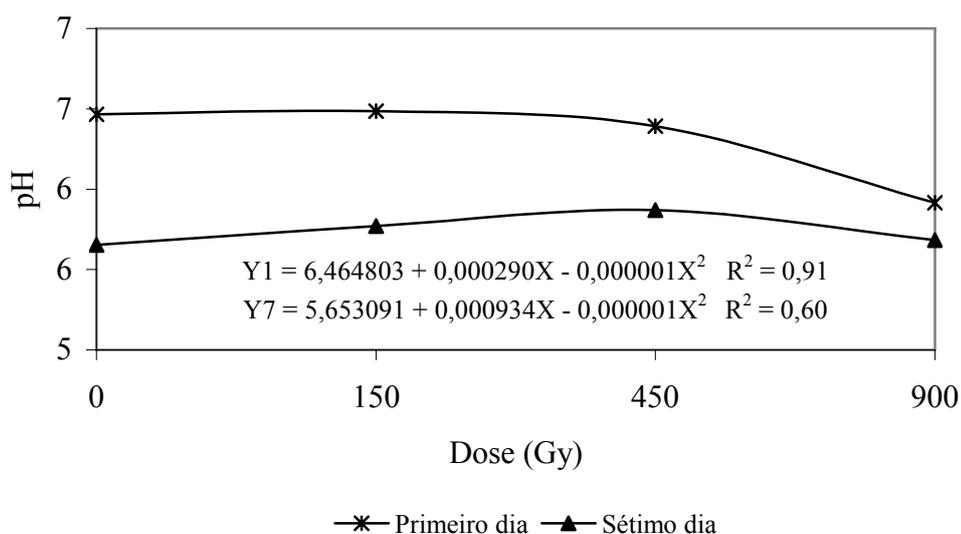


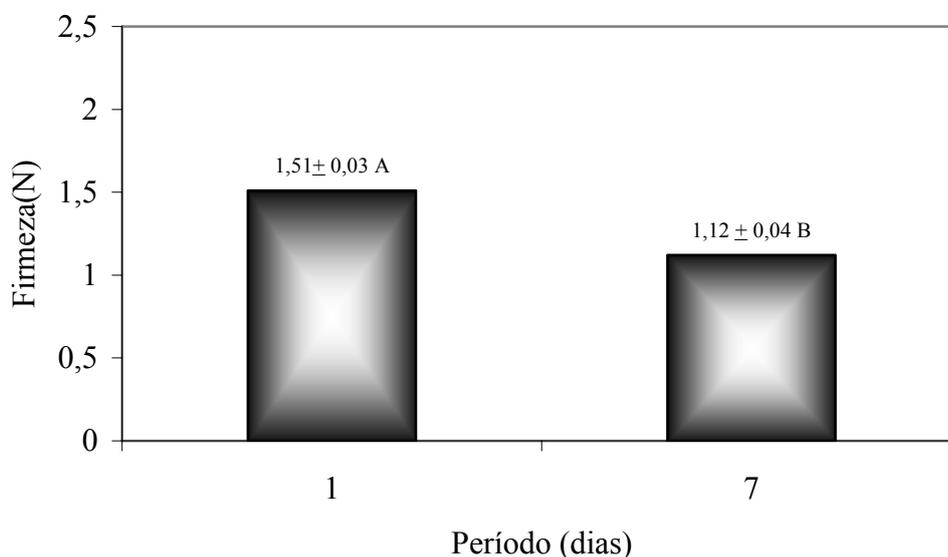
Figura 27- Variação do pH em melão cantaloupe irradiado e não irradiado em função da dose de radiação durante o período de armazenamento.

Observou-se, pela Figura 27 que, independente da dose de radiação, o maior pH foi detectado no primeiro dia de armazenamento para todas as amostras. Em relação ao período de armazenamento, o maior pH foi medido nos frutos irradiados com 150Gy e 450Gy, variando de 7,8 a 7,9, no primeiro dia de armazenamento. No primeiro dia de armazenamento, o menor pH foi medido nos frutos irradiados com a dose de 900Gy, diferindo das demais doses, as quais não diferiram entre si. No sétimo dia de armazenamento o menor pH foi verificado com a dose de 150Gy não diferindo da dose de 900Gy, e diferindo das demais. Portanto, observou-se a queda do pH durante o período de armazenamento caracterizando a presença de ácidos orgânicos.

### 5.3.3 Firmeza

O amadurecimento das frutas é caracterizado pelo amolecimento da polpa e pode ser avaliado pela medida da firmeza. A perda da firmeza está relacionada com o desarranjo na parede celular que contem substâncias pécticas (Villanueva et al., 2004). Em estudos realizados com mamão (*Carica papaya* L. cv. Solo), a aplicação de 500Gy foi capaz de reter a firmeza por 2 a 3 dias, devido à diminuição das atividades enzimáticas de hidrólise da parede celular, como pectinesterases,  $\beta$ -galacto-sidases, celulases entre outras (Gomez et al., 1999).

Através da análise de variância, percebeu-se que, independente do período de armazenamento não houve diferença entre as doses de radiação nos frutos analisados, porém, com todas as doses utilizadas, verificou-se uma maior resistência dos frutos no primeiro dia de armazenamento (Figura 28).



Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Figura 28- Variação de firmeza em melão cantaloupe irradiado e não irradiado em função do período de armazenamento.

Valores de firmeza tendem a diminuir conforme a dose de radiação aumenta isto devido ao fato da fruta quando irradiada com doses acima de 0,5kGy apresentarem uma degradação parcial da pectina hidrossolúvel e da celulose e um aumento no oxalato de pectina (Molins, 2001; Chitarra; Chitarra, 2005).

Aharoni et al. (1993) detectaram acentuada redução na firmeza da polpa de melão Gália quando armazenados sob refrigeração a 6°C e com UR de 94% estando relacionada ao grau de maturação em que o fruto foi colhido. Neste estudo, a temperatura de armazenamento dos melões Cantaloupe foi de 18±2°C e umidade relativa (UR) de 85-90%, além dos frutos estarem na fase pré-climatérica com 90-95% de coloração de casca verde, o que pode ter favorecido a aplicação da tecnologia da radiação ionizante.

#### **5.3.4 Pectina Total e Pectina Solúvel**

Sob o ponto de vista de manuseio pós-colheita, associado às características de firmeza de polpa, os constituintes da parede celular como a pectina solúvel e a hemicelulose são essenciais na resistência a injúrias mecânicas durante o transporte e comercialização do melão Cantaloupe (Gomes Jr. et al., 2001).

As pectinas em frutos encontram-se sob diferentes formas de acordo com sua solubilização. A protopectina é uma forma insolúvel em água e que, por hidrólise parcial, produz ácidos pectínicos esterilificados com grupos metílicos, ou ácidos pectínicos sem esterilificação, também chamados de pectinas solúveis (Chitarra; Chitarra, 1990).

Observou-se pela Tabela 7 que houve efeito da dose de radiação sobre o teor de pectina total e de período de armazenamento sobre o teor de pectina solúvel. Apesar da interação não ter sido significativa para nenhuma das variáveis, procedeu-se com a decomposição dos graus de liberdade.

Tabela 7- Análise de variância para as variáveis, pectina total e solúvel de melão Cantaloupe.

FV	GL	Análises realizadas	
		Pectina Total	Pectina Solúvel
Dose (D)	3	0,183813*	0,096575ns
Período (P)	1	0,057172ns	2,515821*
Dose x Período de Armazenamento	3	0,038204ns	0,088873ns
Média <sup>1</sup>		1,59	1,43
CV (%)		10,88	16,35

ns = não significativa

\*significativa ao nível de 5%.

1= Médias transformadas segundo  $\sqrt{X+1}$ 

No primeiro e no sétimo dias de armazenamento, o maior teor de pectina total, foi observado com a dose de 450 Gy e o menor para as amostras irradiadas com 900 Gy. Independente da dose de radiação não houve diferença entre os períodos de armazenamento. Houve diferença entre os períodos de armazenamento somente com a dose de 150Gy, sendo o maior teor encontrado no sétimo dia (Figura 29).

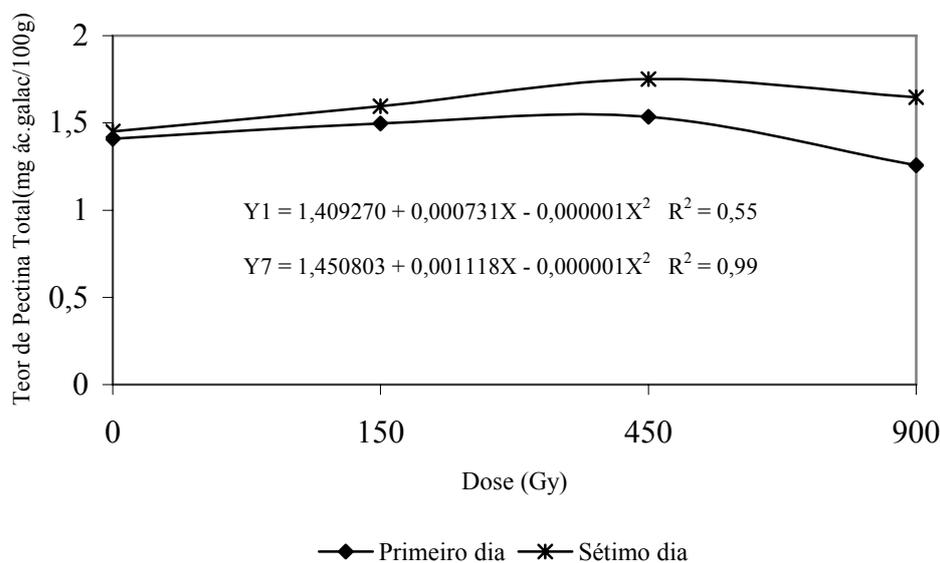
Médias transformadas segundo  $\sqrt{X+1}$ 

Figura 29- Variação do teor de pectina total de frutos de melão Cantaloupe em função da dose independente do dia de armazenamento.

Percebeu-se com a análise de pectina total e solúvel que os valores de ácido galacturônico aumentaram no decorrer do armazenamento, ou seja, diminuiu a quantidade de pectina, estando relacionado aos valores encontrados para a firmeza da polpa dos melões estudados, porém não foram tão acentuados.

A decomposição das moléculas poliméricas como protopectinas, celulosas, hemicelulosas e amido, amaciam as paredes celulares, pois diminui a força coesiva que mantém as células unidas (Chitarra; Chitarra, 1990). Os valores médios de pectina solúvel, encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8- Médias<sup>1</sup> de pectina solúvel de melão Cantaloupe em função da dose de radiação, do período de armazenamento e da interação dose de radiação x período de armazenamento.

Dose (Gy)	Período		Médias
	Primeiro	Sétimo	
0	1,25 ± 0,05 Aa	1,58 ± 0,14 Ba	1,42 ± 0,09 a
150	1,00 ± 0,07 Aa	1,77 ± 0,12 Ba	1,39 ± 0,14 a
450	1,33 ± 0,09 Aa	1,82 ± 0,13 Ba	1,58 ± 0,11 a
900	1,15 ± 0,07 Aa	1,57 ± 0,12 Ba	1,36 ± 0,10 a
Médias	1,18 ± 0,04 A	1,69 ± 0,06 B	

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Médias transformadas segundo  $\sqrt{X+1}$

Independente do período de armazenamento, não houve diferença significativa entre as doses. Independente da dose, os maiores teores de proteína solúvel foram encontrados no sétimo dia de armazenamento. Para todas as doses de radiação, houve diferença entre os períodos de armazenamento, sendo que o maior teor foi observado no sétimo dia (Tabela 8).

### 5.3.5 Sólidos Solúveis (°Brix)

Os teores de sólidos solúveis representam ácidos, sais, vitaminas, aminoácidos, algumas pectinas e os açúcares presentes nos vegetais. São utilizados como índice de doçura indicando o grau de maturidade a que o fruto se encontra para ser colhido e comercializado (Bleinroth, 1991).

Para o consumo nacional do melão é desejável e de grande aceitação valores de sólidos solúveis entre 9 e 10°Brix, uma vez que o fruto tem que ser colhido no mínimo climatérico ou ainda verde para suportar o transporte aos centros de comercialização.

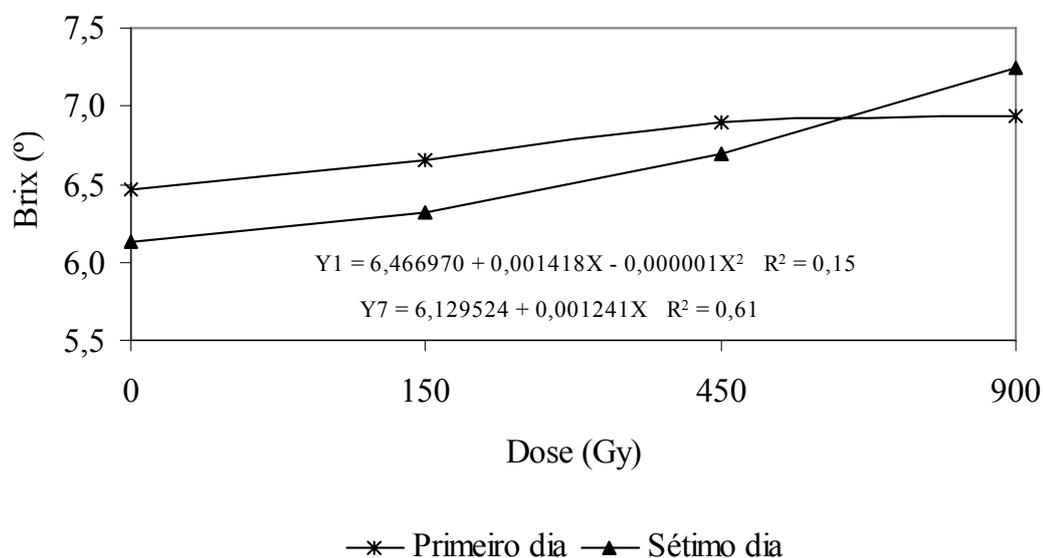


Figura 30- Variação do teor de sólidos solúveis (°Brix) em função da dose de radiação durante o período de armazenamento.

Verificou-se que, independente do período de armazenamento, o menor teor de sólidos solúveis (SS) foi obtido em frutos irradiados com a dose de 150Gy, não diferindo dos frutos não irradiados. No primeiro dia de armazenamento o maior SS foi medido nos frutos irradiados com a dose de 450Gy e no sétimo dia, o maior teor foi observado com a dose de 900 Gy (Figura 30).

Segundo Shellie e Saltveit (1993) o tecido mesocárpico do melão cantaloupe não contém reservas de amido por ocasião da colheita, justificando os resultados encontrados neste estudo, onde se percebeu valores abaixo de 8°Brix no primeiro dia de armazenamento. Todavia, após 7 dias de armazenamento, os aumentos nos teores de sólidos solúveis (SS) destacaram-se, especialmente nos frutos irradiados com 900Gy (Figura 30).

### 5.3.6 Acidez

De acordo com Chitarra e Chitarra (1990) os ácidos orgânicos encontram-se dissolvidos nos vacúolos das células tanto na forma livre como combinada com sais, ésteres, glicosídeos entre outros e em frutos, não somente contribuem para a acidez como também, para o aroma característico, pois alguns componentes são voláteis. A Figura 31 demonstra os resultados encontrados para os melões irradiados e não irradiados.

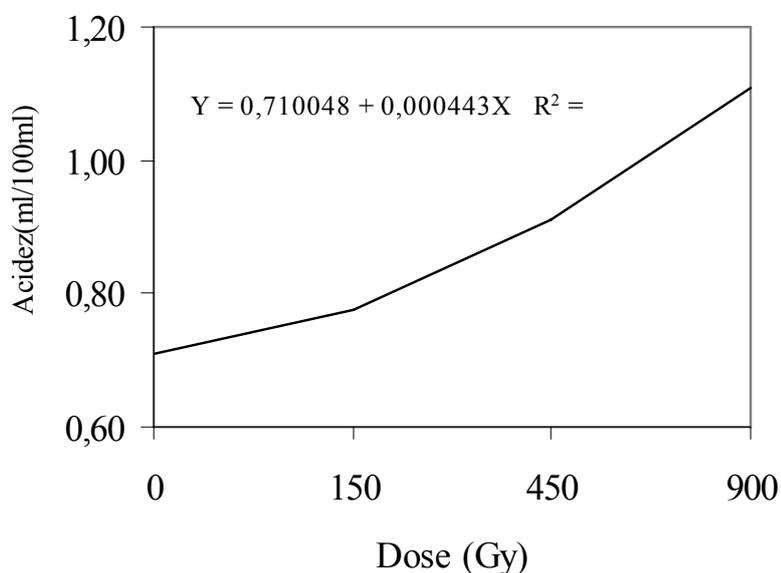


Figura 31- Variação da acidez titulável em função da dose no primeiro dia de armazenamento.

Pela análise da acidez, observou-se pela Figura 31 que, independente do período de armazenamento, a maior acidez titulável foi encontrada nos frutos irradiados com a dose de

900Gy, diferindo das demais doses, as quais não diferiram entre si. Independente da dose de radiação, a maior acidez foi observada em frutos armazenados por sete dias.

A perda de acidez é desejável em grande parte dos frutos e marcante no processo de amadurecimento. Após a colheita e durante o armazenamento, a concentração de ácidos orgânicos tende a declinar na maioria dos frutos, devido à larga utilização desses compostos como substrato respiratório e como esqueletos de carboidratos para a síntese de novos compostos (Chitarra; Chitarra, 1990; Silva et al., 1998). Assim, a variação da acidez pode ser um indicativo do estágio de maturação do fruto, já que a acidez decresce em função do avanço da maturação (Cavalini, 2004).

Em muitos frutos, a relação entre os ácidos orgânicos e os açúcares (ratio) é utilizada como critério de avaliação do “flavor”. Contudo, sendo alguns constituintes voláteis, essa relação é mais indicativa do sabor, pois utiliza-se a acidez titulável e não a acidez total quando se estabelece esta relação. Assim, a relação aumenta com o amadurecimento do fruto devido ao decréscimo na acidez, fato que permite uma relação elevada em frutas contendo baixo teor de sólidos solúveis (Chitarra; Chitarra, 1990).

O ratio é uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez. Essa relação dá uma idéia do equilíbrio entre esses dois componentes, devendo-se especificar o teor mínimo de sólidos e o máximo de acidez, para se ter a noção exata do real sabor do alimento (Chitarra; Chitarra, 2005). Esta relação tende a aumentar durante a maturação, devido ao aumento nos teores de açúcares e à diminuição dos ácidos (Cavalini, 2004).

Na Figura 32 pode-se observar os resultados do Ratio encontrados nos melões Cantaloupe irradiados e não irradiados.

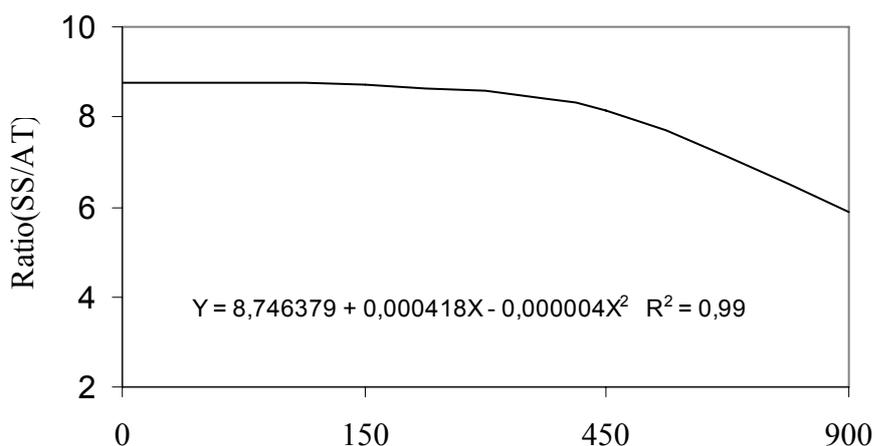


Figura 32- Variação do ratio (SS/AT) em função da dose de radiação no primeiro dia de armazenamento.

Independente do período de armazenamento, não houve diferença entre as doses de radiação e independente da dose o maior ratio foi observado no primeiro dia de armazenamento dos melões cantaloupe. No primeiro dia de armazenamento, o menor ratio foi observado em frutos irradiados com 900Gy, diferindo das demais doses, as quais não diferiram entre si e, no sétimo dia, não houve diferença entre as doses de radiação (Figura 32), ou seja, o amadurecimento acentuou os valores nos frutos não irradiados e irradiados com 150Gy quando comparados aos frutos irradiados com 450 e 900Gy.

### 5.3.7 Açúcar Total e Açúcar Redutor

O amadurecimento e a qualidade dos melões são assegurados pelo conteúdo de açúcar. O estágio de maturação da fruta para ser colhida é de fundamental importância, pois o conteúdo de açúcar não aumenta após este momento. Existe um acúmulo inicial de glicose e frutose, com uma subsequente conversão à sacarose (Villanueva et al., 2004).

A Figura 33 demonstra a variação dos teores de açúcar redutor em função da dose de radiação nos melões Cantaloupe.

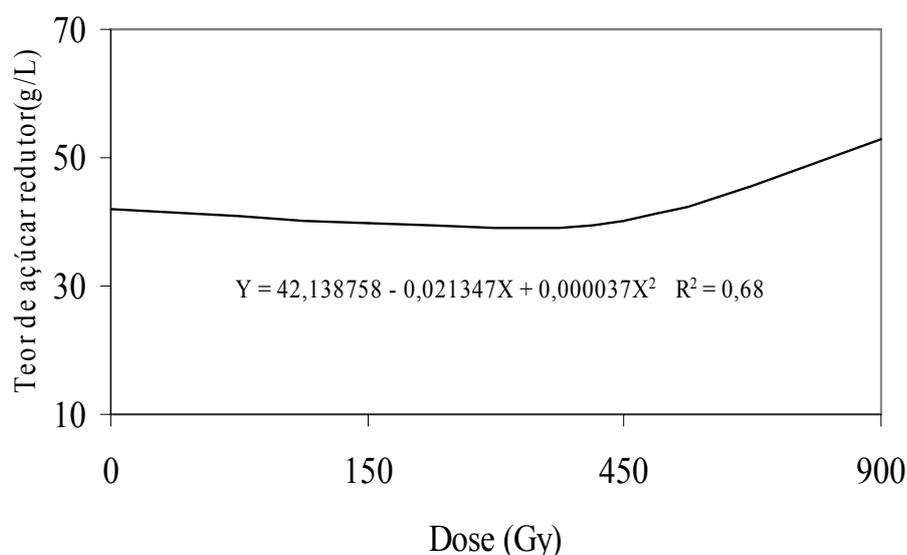


Figura 33- Variação do teor de açúcar redutor em função da dose de radiação independente do período de armazenamento.

Independente do período de armazenamento, o maior teor de açúcar redutor foi observado com a dose de 900Gy no primeiro dia de armazenamento, como pode ser observado pela Figura 33. No sétimo dia de armazenamento, não houve diferença entre as doses de radiação. A Tabela 9 demonstra os valores médios encontrados para açúcar total.

Tabela 9- Médias do teor de açúcar total de melão cantaloupe em função da dose de radiação, do período de armazenamento e da interação dose de radiação x período de armazenamento.

Dose (Gy)	Período		Médias
	Primeiro	Sétimo	
0	36,4020 ± 5,6542 Aab	35,1760 ± 4,3145 Aa	35,7890 ± 3,3590 a
150	25,8280 ± 1,5030 Aa	23,6680 ± 2,5301 Aa	24,7480 ± 1,4332 b
450	39,7600 ± 2,5484 Ab	24,5760 ± 3,7877 Ba	32,1680 ± 3,3220 ab
900	37,7120 ± 2,8892 Aab	24,3020 ± 3,5042 Ba	31,0070 ± 3,0950 ab
Médias	34,9255 ± 2,0273 A	26,9305 ± 1,9790 B	

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Independente do período de armazenamento o maior teor de açúcar total foi observado nos frutos não irradiados diferindo apenas da dose de 150Gy e independente da dose, o maior teor de açúcar total foi observado no primeiro dia de armazenamento, com a dose de 450Gy diferindo apenas da dose de 150Gy. No sétimo dia de armazenamento não houve diferença entre as doses de radiação (Tabela 9). Tal situação demonstra que as doses utilizadas não influenciaram o teor de açúcar e sim o período de armazenamento.

### 5.3.8 Cor ( $L$ ; $a^*$ ; $b^*$ )

Os atributos que definem a qualidade das frutas podem ser diretamente medidos pela luz refletida de acordo com os parâmetros de  $L$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . A evolução da cor na superfície da fruta é um processo dependente da produção de etileno e a determinação da coloração é utilizada para assegurar a qualidade e acompanhar as alterações na síntese de hormônios envolvidos no amadurecimento (Madrid et al., 2004). Pode ser determinada pelo consumidor como o grau de amadurecimento e de doçura do fruto.

A perda da cor verde de muitos frutos é utilizada como critério ou guia de maturidade. Porém, não é inteiramente confiável, porque sofre influência de inúmeros fatores como, por exemplo, a exposição à luz solar, que pode induzir o desenvolvimento de cor mais rapidamente em alguns frutos que em outros na mesma planta (Chitarra; Chitarra, 1990).

A Tabela 10 demonstra o resumo da análise de variância para as variáveis de cor, pelo parâmetros de  $L$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , e ângulo Hue.

Tabela 10- Resumo da análise de variância para as variáveis  $L$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e Hue de melão cantaloupe irradiado e não irradiado.

FV	GL	Valor F			
		$L$	$a$	$B$	Hue
Dose (D)	3	19,7365*	4,6192*	0,7937ns	15,9719ns
Período (P)	1	27,3076*	4,2055ns	1,0049ns	61,7523*
D x P	3	6,9585ns	0,6163ns	0,7859ns	12,4879ns
Média		69,50	10,81	31,72	71,99
CV (%)		2,64	10,29	5,13	4,45

ns = não significativa

\* = significativa ao nível de 5%.

Constatou-se pela Tabela 10, que houve efeito da dose de radiação sobre os valores  $L$  e  $a^*$ , bem como, diferença significativa entre os períodos de armazenamento considerando-se o valor  $L$  e Hue, apesar da interação não ter sido significativa para nenhuma das variáveis.

Portela e Cantwell (1998), estudando a luminosidade ( $L$ ) de cinco variedades de melão Honey Dew cortados em pedaços e estocados a 5°C no ar e em atmosfera modificada, encontraram valores variando de 63,7 a 66,0. Através dos resultados obtidos, observou-se pela Figura 34, que a luminosidade do melão Cantaloupe atingiu valores acima dos encontrados pelo estudo citado, diminuindo conforme o período de armazenamento para todos os tratamentos. Castell-Perez et al. (2004) irradiaram melão Cantaloupe com doses de 0, 1, 1,5 e 3,1kGy, e encontraram valores de  $L$  de 59,75; 60,71; 61,34 e 59,09, respectivamente.

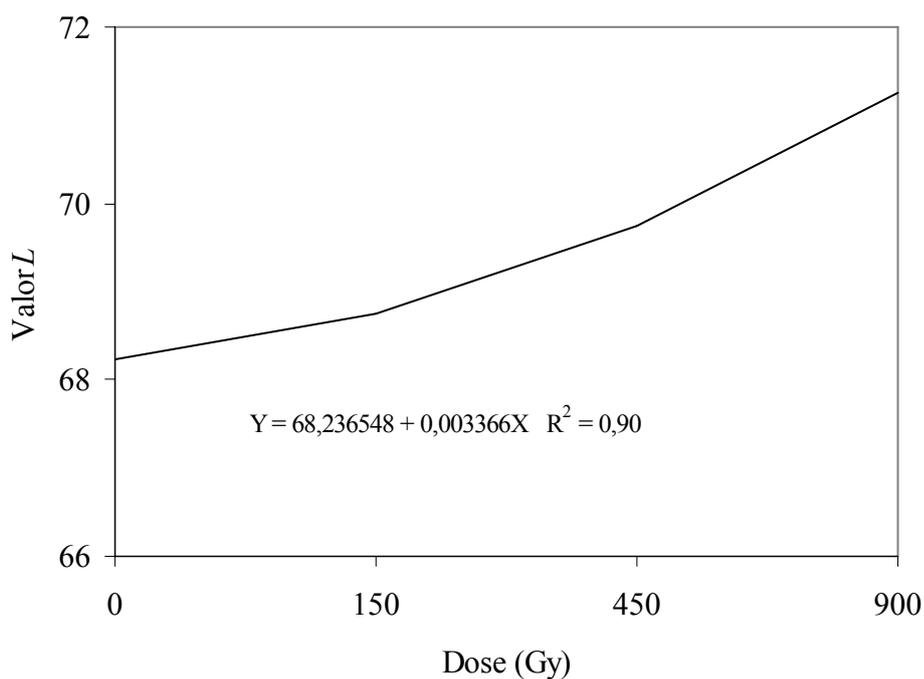


Figura 34- Variação do valor  $L$  em função da dose de radiação independente do período de armazenamento.

Observou-se que, independente do período de armazenamento, os melões irradiados com a dose de 900Gy apresentaram maior valor  $L$ , diferindo das demais doses, as quais não diferiram entre si, e que, independente da dose de radiação, o maior valor  $L$  foi observado no primeiro dia de armazenamento (Figura 34).

Os valores médios de  $a^*$  podem ser observados pela Tabela 11.

Tabela 11- Médias de valor  $a^*$  de melão Cantaloupe em função da dose de radiação, do período de armazenamento e da interação dose de radiação x período de armazenamento.

Dose (Gy)	Período		Médias
	Primeiro	Sétimo	
0	11,38 ± 0,32 Aa	11,42 ± 0,47 Aa	11,40 ± 0,27 a
150	9,62 ± 0,49 Aa	10,57 ± 0,57 Aa	10,09 ± 0,39 a
450	11,14 ± 0,69 Aa	11,62 ± 0,44 Aa	11,38 ± 0,40 a
900	9,80 ± 0,54 Aa	10,93 ± 0,36 Aa	10,36 ± 0,36 a
Médias	10,48 ± 0,30 A	11,13 ± 0,23 A	

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Observou-se pela Tabela 11 que não houve diferença entre as doses de radiação e entre os períodos de armazenamento nos melões cantaloupe irradiados e não irradiados. Estes valores estão abaixo dos valores encontrados por Castell-Perez et al. (2004) em melão Cantaloupe que foram 19,15; 18,26; 17,26 e 18,21, sendo amostra controle e irradiadas com 1, 1,5 e 3,1kGy, respectivamente.

A alteração nos valores de  $a^*$  indica mudanças na fotossíntese dos pigmentos, ou seja, a degradação da clorofila e síntese de carotenóides como uma progressão ao amadurecimento, bem como a reação de oxidação que ocorrem espontaneamente. Quando os carotenos se combinam com o oxigênio do ar, com exposição à luz, umidade relativa, presença de enzimas oxidativas, atividade de água e metais, as reações oxidativas tendem a se acelerar (Lima et al., 2001).

Os valores médios de  $b^*$  encontram-se na Tabela 12.

Tabela 12- Médias do valor  $b^*$  de melão Cantaloupe em função da dose de radiação, do período de armazenamento e da interação dose de radiação x período de armazenamento.

Dose (Gy)	Período		Médias
	Primeiro	Sétimo	
0	31,51 ± 0,56 Aa	32,34 ± 0,98 Aa	31,93 ± 0,55 a
150	31,34 ± 0,50 Aa	31,32 ± 0,57 Aa	31,33 ± 0,36 a
450	32,08 ± 0,57 Aa	31,78 ± 1,22 Aa	31,93 ± 0,64 a
900	31,31 ± 0,61 Aa	32,06 ± 0,42 Aa	31,69 ± 0,37 a
Médias	31,56 ± 0,27 A	31,88 ± 0,40 A	

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Observou-se pela Tabela 12 que o valor  $b^*$  não foi influenciado pela dose de radiação e pelos períodos de armazenamento. Tanto no primeiro como no sétimo dia de armazenamento não houve diferença significativa entre as doses de radiação. Castell-Perez et al. (2004) encontraram valores para melão Cantaloupe de 44,21; 45,22; 44,37 e 44,51, sendo a amostra controle e irradiadas com 1, 1,5 e 3,1kGy, respectivamente, estando acima dos valores encontrados neste estudo.

O HUE é definido pela junção dos valores de  $a^*$  e  $b^*$ , formando um ponto no círculo de cores. A reta desse ponto com o centro de origem do círculo irá formar um ângulo com o eixo. Esse ângulo é chamado de Hue e é expresso em graus, onde  $0^\circ$  pode ser  $+a$  (cor vermelha),  $90^\circ$  pode ser  $+b$  (cor amarela),  $180^\circ$  pode ser  $-a$  (verde) e  $270^\circ$  pode ser  $-b$  (azul). Os valores médios do Hue encontram-se na Tabela 13.

Tabela 13- Médias de Hue (°h) em melão Cantaloupe em função da dose de radiação, do período de armazenamento e da interação dose de radiação x período de armazenamento.

Dose (Gy)	Período		Médias
	Primeiro	Sétimo	
0	76,39 ± 3,59 Aa	70,58 ± 0,39 Ba	73,48 ± 1,96 a
150	72,96 ± 0,73 Aa	71,36 ± 0,90 Aa	72,16 ± 0,61 a
450	70,91 ± 0,86 Aa	69,89 ± 0,65 Aa	70,40 ± 0,54 a
900	72,67 ± 0,71 Aa	71,17 ± 0,65 Aa	71,92 ± 0,52 a
Médias	72,23 ± 0,99 A	70,75 ± 0,34 B	

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Independente do período de armazenamento não houve diferença significativa entre as doses de radiação, mas independente da dose de radiação o maior ângulo Hue foi observado em frutos com um dia de armazenamento diferindo dos frutos armazenados por sete dias (Tabela 13).

O croma é o comprimento da reta em função do eixo x. Quanto mais afastado estiver o ponto do centro, mais pura e vívida será a cor. Calculando-se os valores do *croma*, os resultados encontrados para o melão Cantaloupe foram de 32, 33, 33 e 34, aproximadamente para os frutos não irradiados e irradiados com 150, 450 e 900Gy no primeiro dia de armazenamento. Após sete dias de armazenamento, os valores tiveram pouca variação. Estes valores estão abaixo dos encontrados por Castell-Perez et al. (2004) que foram 48,34; 48,92; 47,77 e 48,24, sendo amostra controle e irradiadas com 1, 1,5 e 3,1kGy, respectivamente.

### 5.3.9 Clorofila e Carotenóides Totais

Os carotenóides compõem um dos grupos de pigmentos naturais mais extensamente encontrados na natureza, responsáveis pelas colorações do amarelo ao vermelho em flores, folhas, frutas e algumas raízes (cenouras), gema de ovo, crustáceos, entre outros. A Tabela 14 demonstra os valores médios obtidos de carotenóides totais para os melões Cantaloupe irradiados e não irradiados.

Tabela 14- Médias<sup>1</sup> de Carotenóides totais em melão cantaloupe em função da dose de radiação, do período de armazenamento e da interação dose de radiação x período de armazenamento.

Dose (Gy)	Período		Médias
	Primeiro	Sétimo	
0	1,2644 ± 0,0192 Aa	1,1812 ± 0,0145 Aa	1,2228 ± 0,0179 a
150	1,1669 ± 0,0078 Aa	1,1843 ± 0,0058 Aa	1,1756 ± 0,0054 a
450	1,1557 ± 0,0023 Aa	1,3898 ± 0,2061 Ba	1,2727 ± 0,1047 a
900	1,2013 ± 0,0074 Aa	1,1970 ± 0,0106 Aa	1,1992 ± 0,0061 a
Médias	1,1971 ± 0,0110 A	1,2381 ± 0,0516 A	

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

1= Médias transformadas segundo  $\sqrt{X+1}$

Para os carotenóides totais, a única diferença significativa foi observada entre o primeiro e o sétimo dia com a dose de 450Gy, sendo o maior teor observado no sétimo dia de armazenamento (Tabela14). Pelos resultados apresentados, percebeu-se que os valores de carotenóides encontrados na polpa do melão Cantaloupe apresentaram uma tendência à diminuição nas amostras não irradiadas durante o período de armazenamento, enquanto as amostras irradiadas apresentaram valores mais estáveis. Em relação ao período de

armazenamento, apenas as amostras irradiadas com 450 Gy apresentaram diferenças entre os valores, sendo que aos sete dias de armazenamento, os valores médios aumentaram.

Lima et al. (2001), estudando cenouras irradiadas com doses de 0; 0,25; 0,5; 0,75 e 1kGy, perceberam que os carotenos apresentaram grande estabilidade frente à irradiação, pois, estão localizados em gotas lipídicas ou em cromoplastídeos protegidos por lipoproteínas. A utilização de métodos tradicionais de conservação, pode tornar os carotenóides mais susceptíveis a oxidação lipídica pelo aumento da produção de radicais livres.

Molins (2001) determina que a temperatura de armazenamento tem um efeito pronunciado sobre a síntese de carotenóides e a associação de temperatura (entre 7 até 20°C) com irradiação de frutos climatéricos pode reduzir a concentração de carotenóides.

A Figura 35 apresenta a variação dos teores de clorofila total em melão Cantaloupe irradiado e não irradiado.

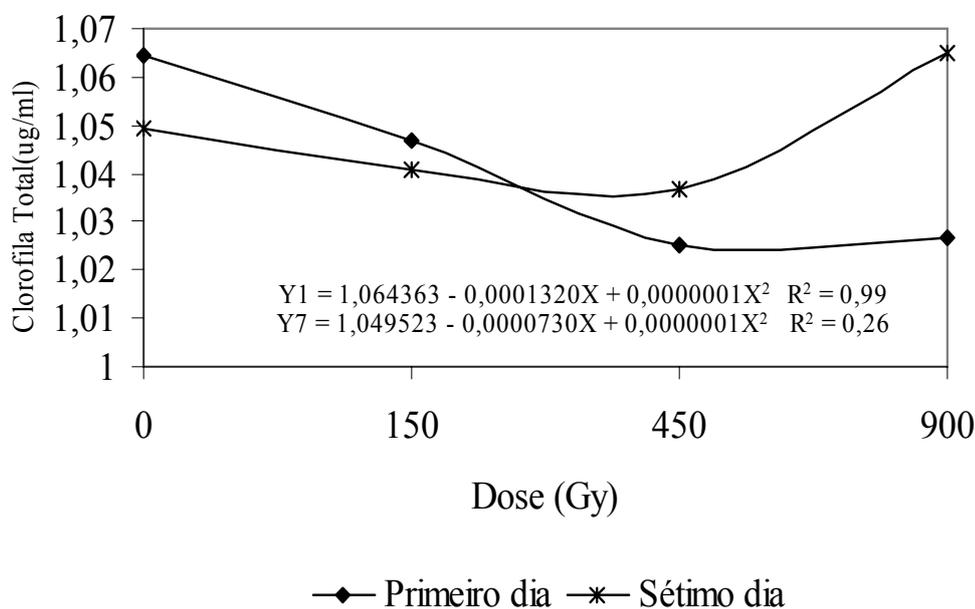


Figura 35- Variação do teor de clorofila total de melão Cantaloupe em função da dose de radiação e do período de armazenamento.

No primeiro dia de armazenamento o maior teor de clorofila foi encontrado em frutos não irradiados, diferindo das demais doses, enquanto que no sétimo dia o menor teor foi observado com a dose de 450Gy diferindo das demais doses (Figura 35). Todavia, no sétimo dia de armazenamento, o maior teor de clorofila total foi obtido com os melões irradiados com 900 Gy, o que indica que estes frutos mantiveram o estágio de pré-maturação, enquanto os frutos não irradiados e irradiados com 150 e 450 Gy apresentaram teores de clorofila muito menores.

Em frutos cítricos, o etileno promove um aumento na atividade das enzimas clorofilase e oxidase, responsáveis pela degradação da clorofila e desaparecimento da cor verde na casca de frutos. Ao mesmo tempo, ele estimula a carotegênese, promovendo o aparecimento da cor amarela ou laranja e conduzindo à degradação das giberelinas, responsáveis pela manutenção da coloração verde da fruta (Jacomino, Mendonça, Kluge, 2003).

### **5.3.10 $\alpha$ e $\beta$ caroteno**

A vitamina A tem um importante papel na manutenção da saúde orgânica, na acuidade visual, crescimento dos ossos, diferenciação celular, reprodução e integridade do sistema imunológico, além de exercer um papel na mobilização do ferro no organismo (Silva, 1994)

De acordo com a fonte na dieta, os alimentos podem ser classificados em ricos em vitamina A ou caroteno, como leite e derivados, ovos, carnes, peixes, aves e óleos, e os alimentos fontes de provitamina A, precursores biologicamente ativos, encontrados nos vegetais, frutas e folhas escuras (Booth et al., 1992).

Dentre os carotenóides, o mais importante é o  $\beta$ -caroteno, havendo também outras formas importantes como o  $\alpha$ -caroteno e as  $\alpha$  e  $\beta$ -criptoxantinas, porém, estas apresentam aproximadamente metade da atividade do  $\beta$ -caroteno. Todavia, segundo Gil et al. (2006) em

relação aos carotenóides, especialmente o  $\beta$ -caroteno, seu conteúdo é minimizado no decorrer de um armazenamento do fruto processado, em especial aquele que expõem a polpa dos frutos.

A Figura 36 apresenta a variação dos teores de  $\alpha$  e  $\beta$  caroteno encontrados nos melões Cantaloupe irradiados e não irradiados.

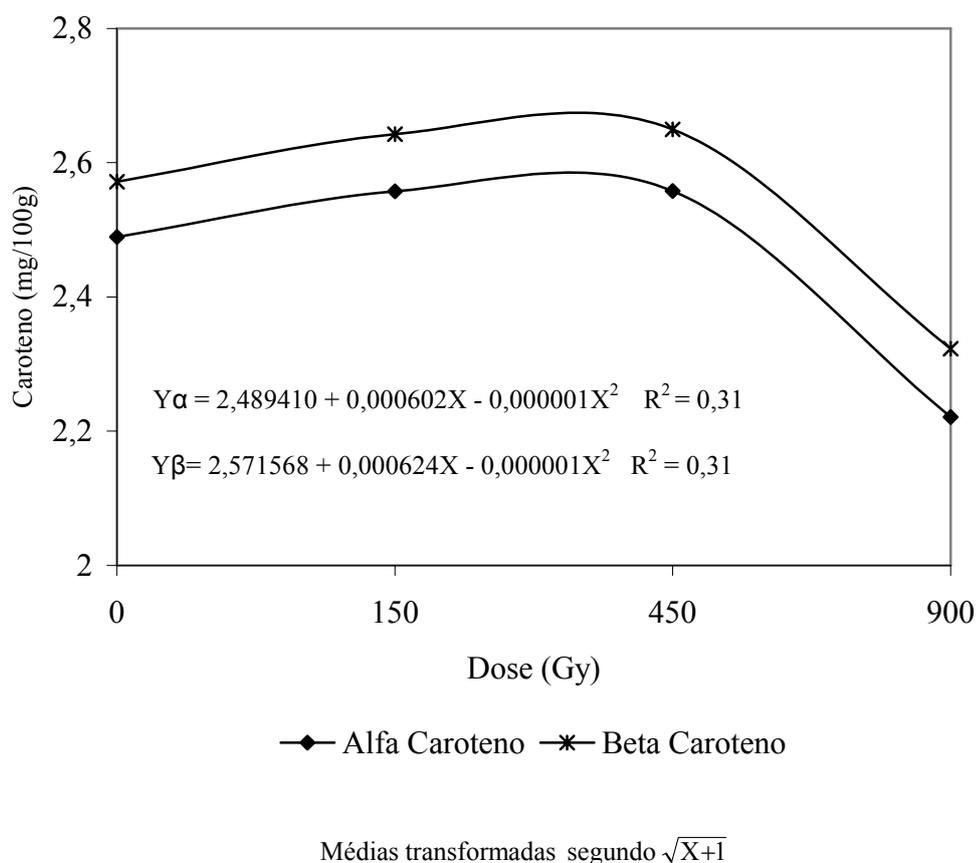


Figura 36- Variação dos teores de  $\alpha$  e  $\beta$  caroteno de melão cantaloupe em função da dose no sétimo dia de armazenamento.

Observou-se que no sétimo dia de armazenamento (Figura 36) ocorreu um comportamento similar para os teores de  $\alpha$  e  $\beta$ -caroteno, sendo que as amostras irradiadas com 900 Gy apresentaram os menores teores de  $\alpha$  e  $\beta$ -caroteno. No primeiro dia de armazenamento não houve diferenças significativas entre as doses de radiação. Porém os maiores teores de  $\alpha$  e  $\beta$ -caroteno foram encontrados no sétimo dia de armazenamento em

frutos irradiados com a dose de 150Gy diferindo apenas da dose de 900Gy. Somente as amostras irradiadas com a dose de 150Gy apresentaram diferenças entre os períodos de armazenamento sendo que o maior teor foi observado no sétimo dia.

Molins (2001) determina que a temperatura de armazenamento de frutas tem efeito pronunciado sobre a síntese dos carotenóides, especialmente na faixa entre 29 e 32°C, enquanto que a irradiação de frutas em fase pré-climatérica com baixas doses não afetam o nível de produção de carotenóides durante o armazenamento.

### **5.3.11 Compostos Fenólicos**

As frutas e os vegetais apresentam diferentes substâncias fitoquímicas com propriedades terapêuticas. Dentre estas substâncias, os compostos fenólicos desempenham a função de serem antioxidantes e seu efeito nos seres humanos pode estar relacionado com o retardo do envelhecimento e a prevenção de certas doenças (Lima et al., 2002).

Os vegetais possuem algumas centenas de compostos fenólicos agrupados em diferentes classes de acordo com sua estrutura, sendo que, algumas dessas substâncias são responsáveis pela sensação de adstringência dos frutos e acidez, portanto, estão relacionadas com o sabor, enquanto outras são pigmentos e se relacionam com a coloração (Chitarra; Chitarra, 2005).

A Figura 37 demonstra a variação dos teores de compostos fenólicos nos melões Cantaloupe analisados.

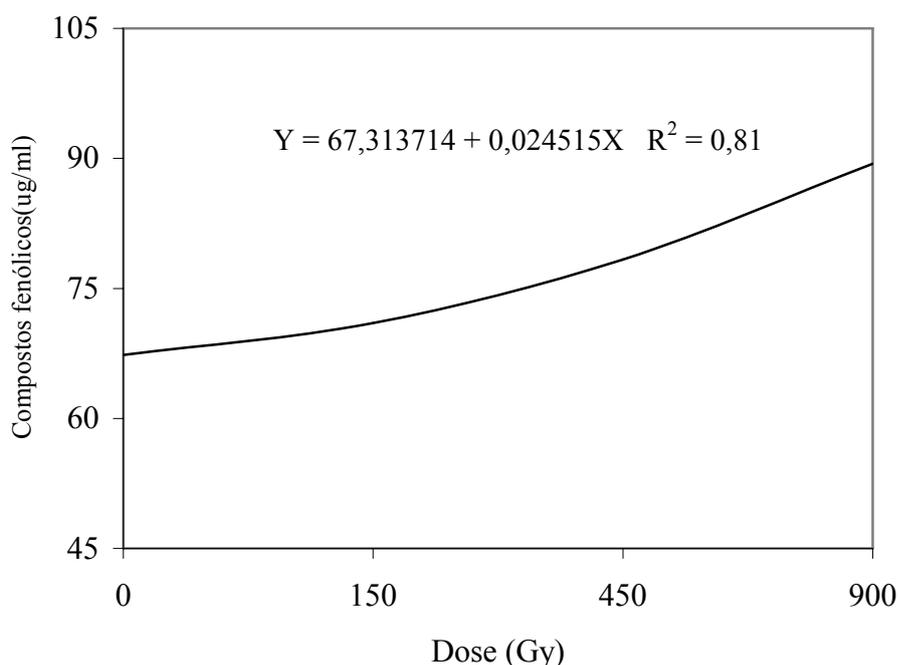


Figura 37- Variação do teor de compostos fenólicos em função da dose de radiação.

Independente do período de armazenamento o maior teor de compostos fenólicos foi observado em frutos irradiados com a dose de 900Gy, não diferindo da dose de 450Gy, mas diferindo do controle e da dose de 150Gy (Figura 37). Independente da dose, o maior teor de compostos fenólicos foi observado em frutos armazenados por um dia.

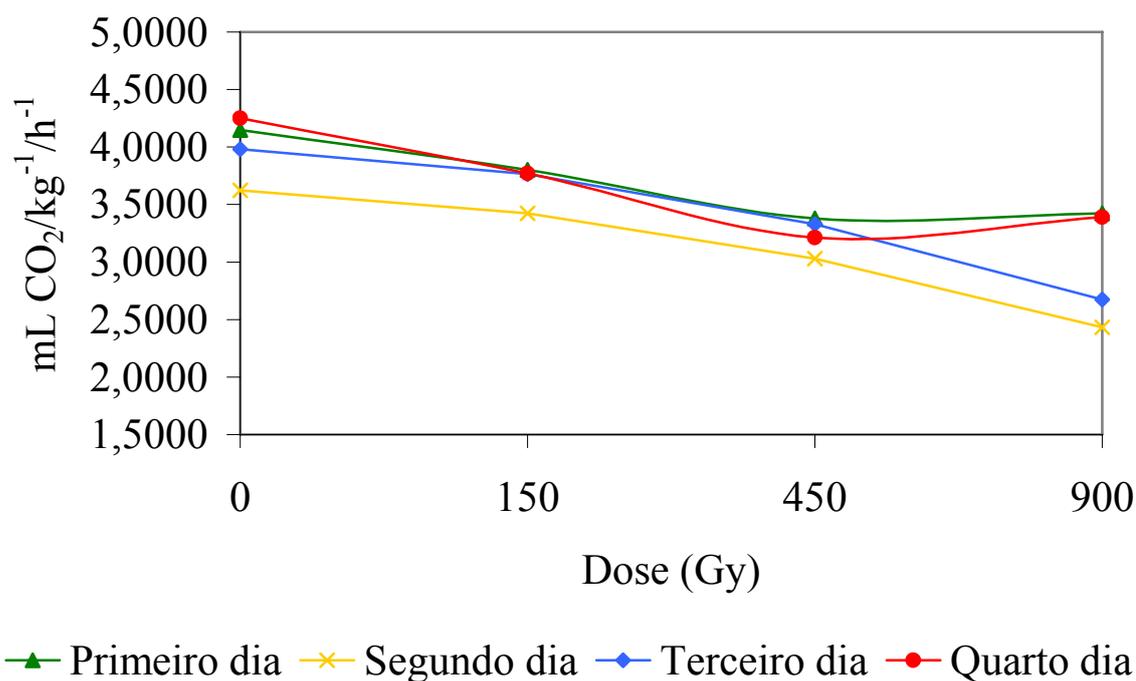
Alterações de escurecimento de polpa em pêsego estão diretamente relacionados à presença de compostos fenólicos associada à atividade enzimática (polifenoloxidase-PFO) e à exposição da fruta a baixas temperaturas (Martins et al., 2004). Todavia, como o potencial desta fisiopatia depende da quantidade de compostos fenólicos e do nível de atividade da enzima PFO, e como o melão cantaloupe não é uma boa fonte de compostos fenólicos (Gil et al., 2006) percebeu-se através das análises do perfil de etileno e de CO<sub>2</sub> que, em doses maiores que 450Gy, as características de amadurecimento foram minimizadas.

### 5.3.12 Taxa respiratória e Produção de Etileno

A intensidade das reações bioquímicas é um dos fatores determinantes do potencial de longevidade das frutas durante a pós-colheita. Quanto maior a respiração de uma fruta, menor é o potencial de armazenamento refrigerado e menor a sua vida útil, podendo atingir rapidamente a senescência e tornando-se mais suscetível à perda de umidade e ao desenvolvimento de microrganismos. Portanto, o controle da respiração é condição essencial para a manutenção da qualidade e para o prolongamento da vida útil dos produtos vegetais (Kluge et al., 2002; Chitarra; Chitarra, 2005).

Após a irradiação de frutos climatéricos ocorre um aumento na respiração devido à liberação repentina e descontrolada de fósforo inorgânico pelas células atingidas pela radiação, porém o estágio de maturação em que a fruta foi colhida e a temperatura que a fruta é armazenada, também influenciam a atividade respiratória neste momento. Todavia, os níveis respiratórios retornam aos níveis normais em 24 horas (Gomez et al., 1999; Molins, 2001).

A Figura 38 apresenta os teores de CO<sub>2</sub> nos melões Cantaloupe irradiados e não irradiados ao longo do armazenamento.



Médias transformadas segundo  $\sqrt{X+1}$

Figura 38- Variação do teor de CO<sub>2</sub> de melão cantaloupe em função da dose de radiação nos diferentes períodos de armazenamento.

Observou-se que independente do período de armazenamento, o maior teor de CO<sub>2</sub> foi encontrado em frutos não irradiados e o menor em frutos irradiados com a dose de 900Gy, como pode ser observado na Figura 38. No primeiro dia de armazenamento, o teor de CO<sub>2</sub> foi maior para todos os tratamentos, sendo que, no primeiro e no quarto dia, o maior teor de CO<sub>2</sub> foi observado na testemunha diferindo das demais doses. Já no segundo e no terceiro dia, o maior teor foi observado na testemunha não diferindo da dose de 150Gy. Aos quatro dias de armazenamento, os frutos apresentaram desenvolvimento de fungos, não sendo possível a continuidade por sete dias da medida de CO<sub>2</sub>.

Segundo Lacroix e Ouattara (2000) a utilização da radiação ionizante como um único tratamento para controle de fungos necessita de doses maiores que 1kGy, porém, pode resultar

em mudanças desagradáveis no tecido vegetal e na pele das hortaliças, alterações na sabor e textura, além de modificar a aparência externa e o amadurecimento normal das frutas.

De maneira geral, as estratégias empregadas para o controle da conservabilidade de frutas climatéricas, como o melão Cantaloupe, baseiam-se no controle da produção e da ação do etileno (Corrent et al., 2005); e o aumento da taxa respiratória, do ácido ribonucléico (RNA) e da síntese de proteínas é um evento secundário e também dependem dos níveis disponíveis de etileno (Rhodes, 1970).

Diversos estudos vêm demonstrando a atividade do etileno no amadurecimento de frutos climatéricos. Bananas irradiadas apresentaram uma extensão no período de amadurecimento causada pela diminuição na ação do etileno. Este fato pode ser explicado devido a um rompimento inicial na produção de etileno pela estimulação da translação de RNA mensageiro pré-existente e, conforme aumenta a dose de radiação aplicada, ocorre uma inibição de enzimas formadoras de etileno (Molins, 2001).

A Figura 39 apresenta os teores de etileno ( $C_2H_4$ ) nos melões Cantaloupe irradiados e não irradiados ao longo do armazenamento.

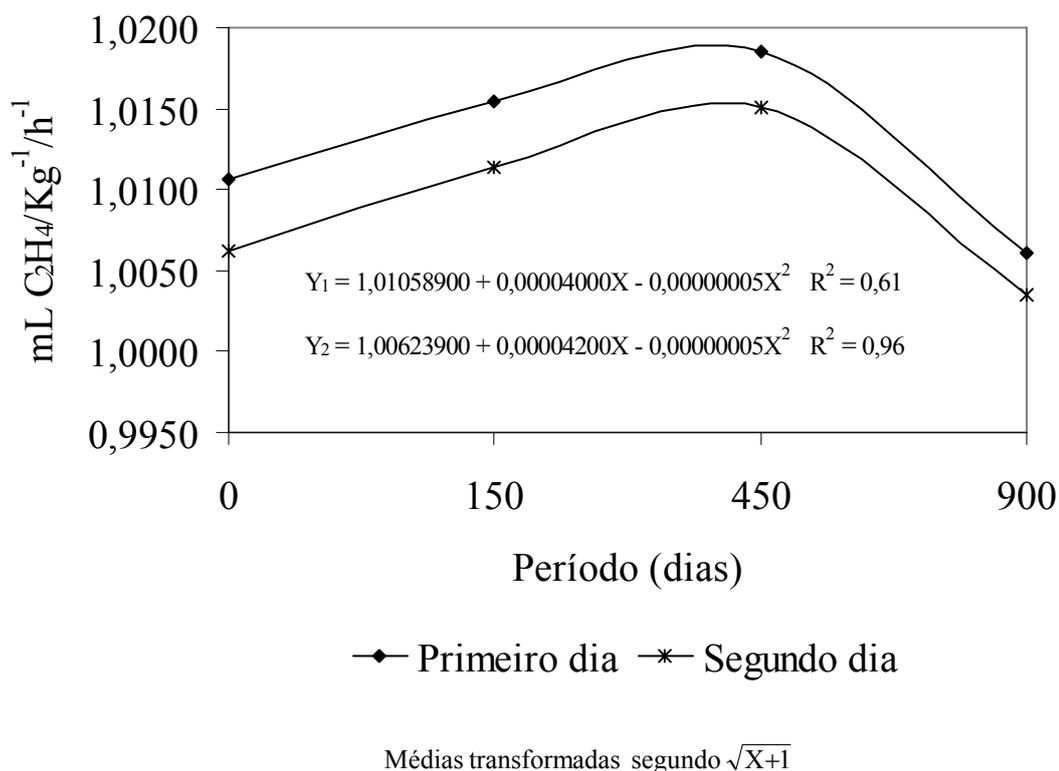
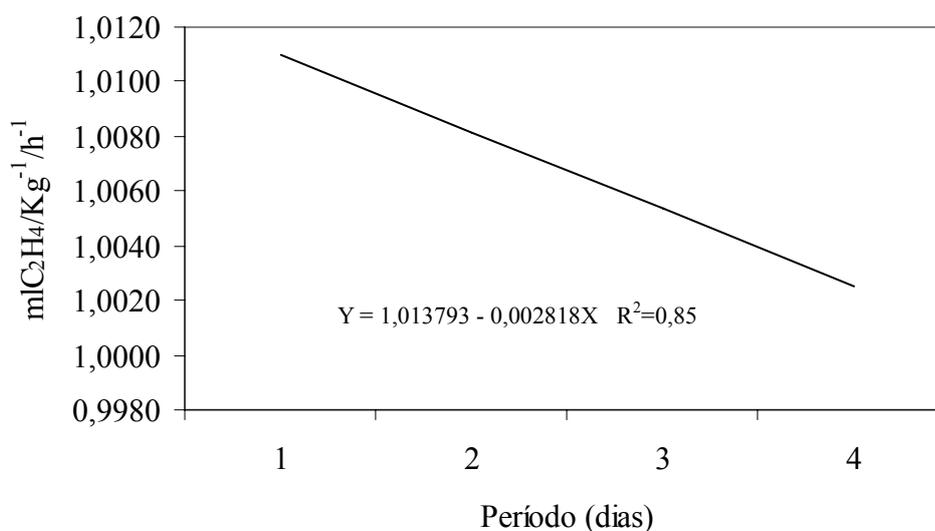


Figura 39- Variação do teor de etileno de melão Cantaloupe em função da dose de radiação e do período de armazenamento.

Durante os primeiros dias de armazenamento, o maior teor de etileno foi encontrado nos frutos irradiados com a dose de 450Gy não diferindo da dose de 150Gy e a testemunha não diferiu da dose de 900Gy (Figura 39). Independente da dose o maior teor de etileno foi observado no primeiro dia de armazenamento. No primeiro e segundo dias de armazenamento, o maior teor de etileno foi observado com a dose de 450Gy, que diferiu das demais doses.

A Figura 40 apresenta a variação do teor de etileno em função do período de armazenamento nos melões Cantaloupe irradiados e não irradiados.



Médias transformadas segundo  $\sqrt{X+1}$

Figura 40- Variação do teor de etileno de melão cantaloupe em função do período de armazenamento.

Analisando-se o período do armazenamento (Figura 40), percebe-se que, conforme aumento a dose de radiação o teor de etileno decresceu, atingindo aos quatro dias de armazenamento, teores 1,002521 mL C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>.Kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>, especialmente para as amostras irradiadas com 900 Gy. Todavia, como ocorreu com a análise da taxa respiratória, não foi possível o acompanhamento por maior tempo devido ao desenvolvimento de fungos.

#### 5.4 Considerações Parciais

Portanto, a tecnologia da radiação ionizante, originária do Cobalto 60, mostrou-se viável segundo as características físico-químicas e nutricionais para a conservação pós-colheita de melões Cantaloupe a partir dos limites de dose estabelecidos na primeira etapa do experimento (150, 450, 900Gy) comparada às amostras não irradiadas.

## 6 AVALIAÇÃO SENSORIAL PELO TESTE DE ACEITABILIDADE DO MELÃO CANTALOUPE IRRADIADO E NÃO IRRADIADO

### RESUMO

A análise sensorial é uma técnica científica utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações aquelas características dos alimentos quando são percebidas pelos órgãos dos sentidos, e é a avaliação mais adequada para se medir a aceitação de uma tecnologia aplicada em um produto alimentício. Como última etapa deste experimento, objetivou-se avaliar as características sensoriais, através do teste de aceitabilidade, da tecnologia da radiação ionizante, originária do Cobalto 60, aplicada em melões Cantaloupe (*Cucumis melo* var. *Cantaloupensis* Naud) armazenados por até 7 dias a temperatura de  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Contou-se com a colaboração de funcionários e alunos de pós-graduação da instituição, somando 45-50 provadores não-treinados, com faixa etária de 20-40 anos que avaliaram a aceitabilidade dos tratamentos a partir de uma escala hedônica. Os resultados obtidos foram avaliados estatisticamente a partir das notas atribuídas por cada provador e, observou-se que, no primeiro dia de armazenamento, todos os tratamentos obtiveram boas notas destacando as amostras irradiadas com doses de 450 e 900 Gy que apresentaram notas variando entre 7,69 e 7,96, respectivamente. Já aos sete dias de armazenamento, não houve diferença e os tratamentos aplicados, sendo que os frutos irradiados com menores doses receberam melhores notas, porém percebeu-se que o período de armazenamento afetou mais a qualidade sensorial dos frutos quando comparado aos tratamentos aplicados. Portanto, concluiu-se que a tecnologia da radiação ionizante é uma alternativa viável sensorialmente para a aplicação em melão Cantaloupe visando sua conservação pós-colheita.

Palavras-chave: Teste de aceitabilidade; Radiação ionizante; Escala Hedônica; Qualidade.

## 6.1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da competitividade no setor alimentício, cada vez mais, empresas têm buscado qualidade em seus produtos para atender uma demanda mais exigente por parte dos consumidores. A utilização da análise sensorial na avaliação dos produtos e no controle de qualidade tem inúmeras vantagens neste segmento por poder comparar, precisamente, mudanças efetuadas na linha de produção, bem como, avaliar a implantação de novas tecnologias (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHEIROS DE ALIMENTOS, 2007).

A qualidade de frutas e hortaliças corresponde ao conjunto de atributos ou propriedades que as tornam apreciadas como alimento. Porém torna-se difícil defini-la por ser variável entre os produtos e, mesmo num produto isolado, irá depender do mercado consumidor, que tem papel fundamental no julgamento da qualidade do produto para sua aceitação (Chitarra; Chitarra, 1990).

As propriedades sensoriais dos alimentos têm sido muito valorizadas nas últimas décadas, pois determinam a aceitabilidade do produto no mercado consumidor e, portanto, sua viabilidade econômica (Gurgel, 2000). Em adição às características sensoriais, os consumidores atualmente também estão mais exigentes em relação às qualidades nutricionais do que irão consumir (Gil et al., 2006).

As propriedades sensoriais são os atributos dos alimentos detectadas por meio dos sentidos, onde ao levar um alimento à boca, o cérebro recebe a informação que liga os receptores de sabor da língua (as papilas gustativas) e os receptores olfativos que se encontram no nariz (Courthiade, 1999). A aparência, textura e a cor são propriedades sensoriais muito importantes de um alimento, sendo mais fáceis de avaliar do que o sabor, pois este se constitui um fenômeno completo e dinâmico, que relaciona todos os sentidos, principalmente o olfato e o gosto. O olfato compõe a fisiologia do sabor porque, o aroma é o

primeiro atributo que se percebe, antes até do gosto. Um odor inadequado pode interferir ou modificar um determinado sabor (Lozano, 1999).

As frutas são consumidas devido à sua delicadeza de sabor e aroma, bem como seus atributos nutricionais, e para isso é importante a preservação de suas qualidades sensoriais típicas através de técnicas como radiação ionizante com propósitos de extensão da vida útil ou tratamento quarentenário. Muitas análises de qualidade sensorial de frutas irradiadas têm sido realizadas utilizando degustadores treinados ou não, mostrando que os atributos de aroma, sabor, textura, cor não são afetados em frutas tropicais e subtropicais (Molins, 2001).

A irradiação de frutas e vegetais na pós-colheita tem como principal interesse a redução ou retardo nos danos causados por doenças ou por insetos, atuando como fungicida ou inseticida. Contudo, é também utilizada como método de conservação, prolongando o armazenamento pelo retardo do amadurecimento e do brotamento de alguns produtos. O seu uso tem alguns critérios, pois pode afetar a qualidade físico-química, nutricional e sensorial (Chitarra; Chitarra, 2005).

A irradiação pode ocasionar mudanças na textura, cor, odor e sabor dos alimentos e normalmente, estas mudanças na qualidade sensorial dos alimentos tratados aumentam de intensidade à medida que se aumenta a dose de radiação. Porém a extensão desses efeitos depende principalmente do tipo de alimento irradiado, da dose de radiação e de outros fatores envolvidos no processo como a temperatura (FAO/IOEA/OMS, 1966).

## **6.2 Testes Afetivos**

O propósito inicial dos testes afetivos é o acesso à resposta pessoal (preferência ou aceitação) de um produto ou de uma característica específica desse produto, por uma clientela em potencial (Meilgaard et al., 1999). Além disso, estes testes medem as atitudes subjetivas de forma individual ou em relação a outros indivíduos (Chaves, Sproesser, 1996).

São utilizados quando se necessita conhecer o “status afetivo” dos consumidores com relação ao(s) produto(s), e para isso se utilizam as escalas hedônicas previamente estabelecidas, que variam gradativamente, com base nos atributos gosto e desgosto (Chaves, Sproesser, 1996). Dos valores relativos de aceitabilidade se pode inferir a preferência, ou seja, as amostras mais aceitas são as mais preferidas (Meilgaard et al., 1991).

A escolha pessoal por um alimento pode ser determinada por um grande número de fatores relacionados com o alimento, a pessoa e o ambiente (Dutcosky, 1996). O alimento possui composições químicas e físicas particulares, que originam as características sensoriais percebidas pelos indivíduos, como aparência, gosto, aroma e textura (Jordão, 2005).

Os primeiros parâmetros para se avaliar um alimento são a cor e seu aspecto, sendo que a cor tem grande importância na preferência dos consumidores, já o aroma, o sabor e o aspecto geral passam a ser importantes na aceitação do alimento (Bobbio; Bobbio, 2001).

Portanto, o objetivo desta etapa do experimento foi de avaliar a aceitabilidade dos tratamentos com radiação ionizante, originárias do Cobalto 60, em melões Cantaloupe a partir das doses estabelecidas segundo os critérios físico-químicos e nutricionais.

### 6.3 MATERIAL E MÉTODOS

Como continuidade do projeto, novos frutos foram adquiridos e foram analisados os quatro tratamentos fixados no primeiro experimento (0; dose mínima-150Gy; dose ideal-450Gy e dose máxima-900Gy) a fim de avaliar, pelo teste afetivo, a aceitabilidade do tratamento. O fluxograma operacional encontra-se na Figura 41.

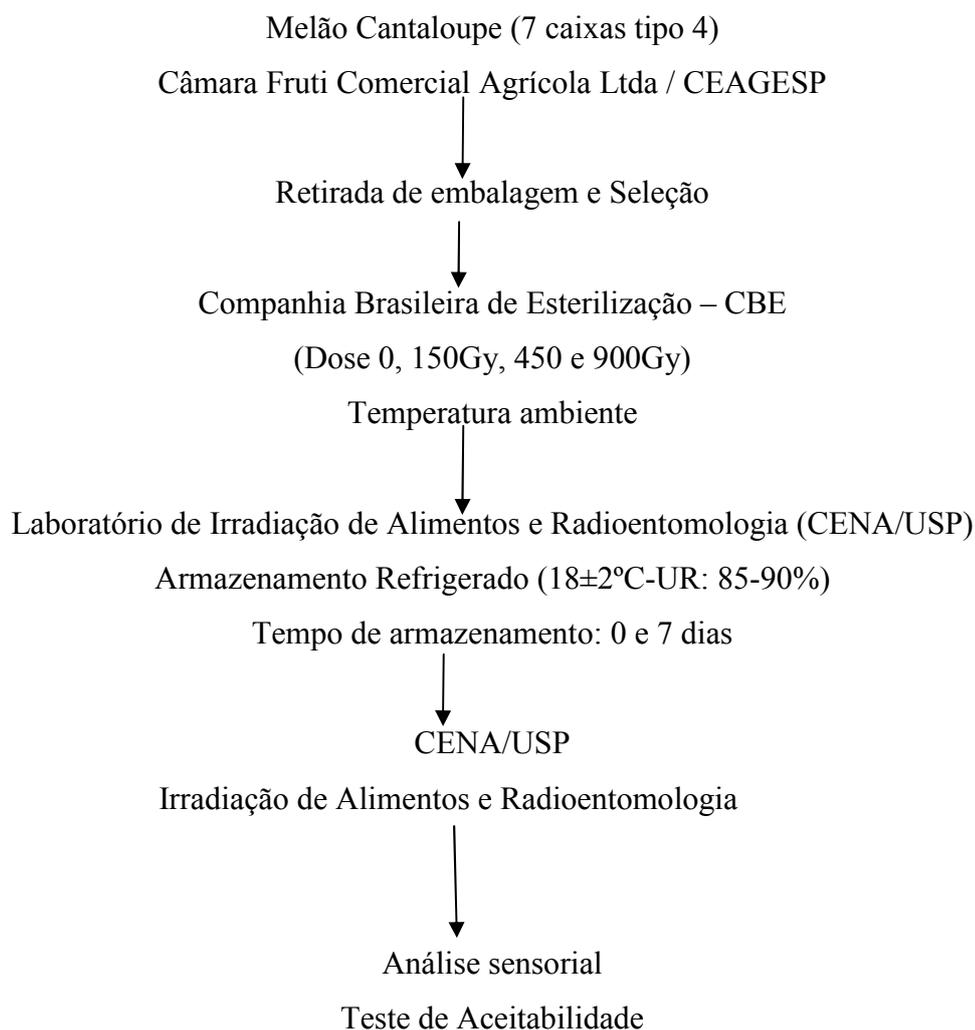


Figura 41- Terceira etapa do experimento com a aplicação de doses estabelecidas para o melão cantaloupe.

Seguiram-se os mesmos procedimentos para a seleção dos frutos ideais para a aplicação da tecnologia e após esta seleção dos frutos, adquiriu-se do atacadista Câmara Fruti

Comercial Agrícola Ltda., na CEAGESP em São Paulo, cerca de 30 frutos tipo 4, com um peso médio de 950g (Figura 42).



Figura 42- Receção dos frutos selecionados pelo CQH na Companhia Brasileira de Esterilização.

Após a aquisição dos frutos, foram transportados até a Companhia Brasileira de Esterilização (CBE), em Jarinú/SP, e aplicadas as doses de radiação gama estabelecidas (150, 450 e 900Gy) mantendo-se o controle. A taxa de dose foi de 1,0kGy/hora, conforme certificado fornecido pela CBE. A dosimetria foi realizada com um dosímetro tipo Gammachrome YR da Harwell Dosimeters(UK) onde a dose absorvida pelo material variou de 0,16 a 0,86kGy .

Depois de irradiado, todo o lote de frutos foi levado para o Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia (CENA/USP), onde foram separados em dois lotes, aleatoriamente. Cada tratamento continha 4 frutos. Portanto, foram estabelecidos dois períodos de armazenamento, quatro doses de irradiação e quatro frutos por dose. Todos os frutos ficaram armazenados em uma Estufa Incubadora, marca Eletro Lab, por até 7 dias com

temperatura ( $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) e umidade relativa (85-90%) controladas (Figura 43). Durante o período de armazenamento, foram realizados testes sensoriais no Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia (CENA/USP).



Figura 43- Armazenamento refrigerado dos frutos irradiados.

#### **a) Análise sensorial: Teste de Aceitabilidade**

O teste de aceitabilidade foi utilizado uma vez que, pretendeu-se avaliar qualquer atributo (sabor, odor, textura e aparência geral) que estivesse fora dos limites da aceitação do consumidor. Não se pretendeu medir a intensidade dos atributos ao longo do armazenamento e após a aplicação da tecnologia da radiação ionizante, enquanto não soubesse se o produto era sensorialmente viável ou aceitável após o processamento proposto e pelo tempo estabelecido.

A avaliação sensorial foi realizada com a aplicação do teste de aceitabilidade, utilizando uma escala hedônica (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PROFISSIONAIS DA QUALIDADE DE ALIMENTOS, 2000) ancorada nos extremos por *gostei muitíssimo* e *desgostei muitíssimo*, conforme anexo 2. Contou-se com a colaboração de funcionários e alunos de pós-graduação da instituição, somando 45-50 provadores não-treinados, com faixa etária de 20-40 anos. As bandejas de análise foram preparadas contendo 4 potinhos fechados com amostras, um copo de água, um guardanapo de papel, talheres e um biscoito salgado, como pode ser observado na Figura 44. As amostras foram identificadas com códigos de 3 algarismos.

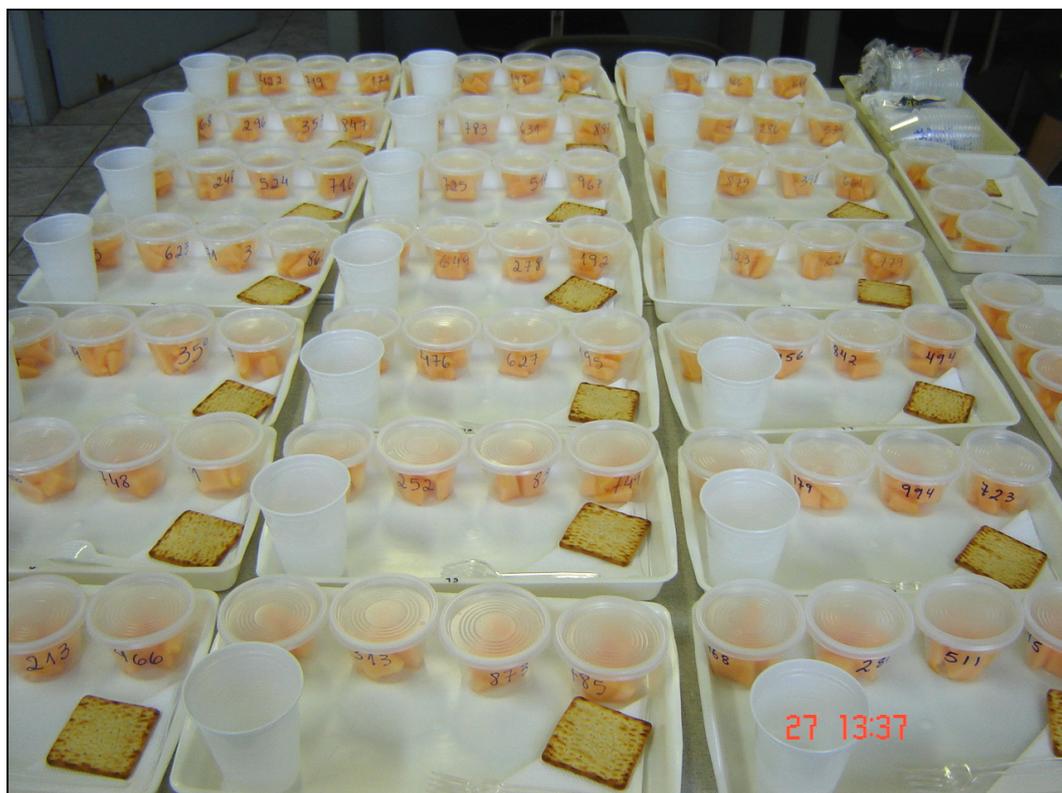


Figura 44- Bandejas preparadas para a realização da análise sensorial.

A análise sensorial foi aplicada em cabines individuais onde cada degustador avaliou a aceitabilidade de cada tratamento de acordo com os atributos sensoriais de sabor, odor, textura

e aparência geral de cada amostra. Após a degustação, os analistas atribuíam uma nota de acordo com a escala. No final do teste foi oferecido um brinde como forma de agradecimento (Figura 45).

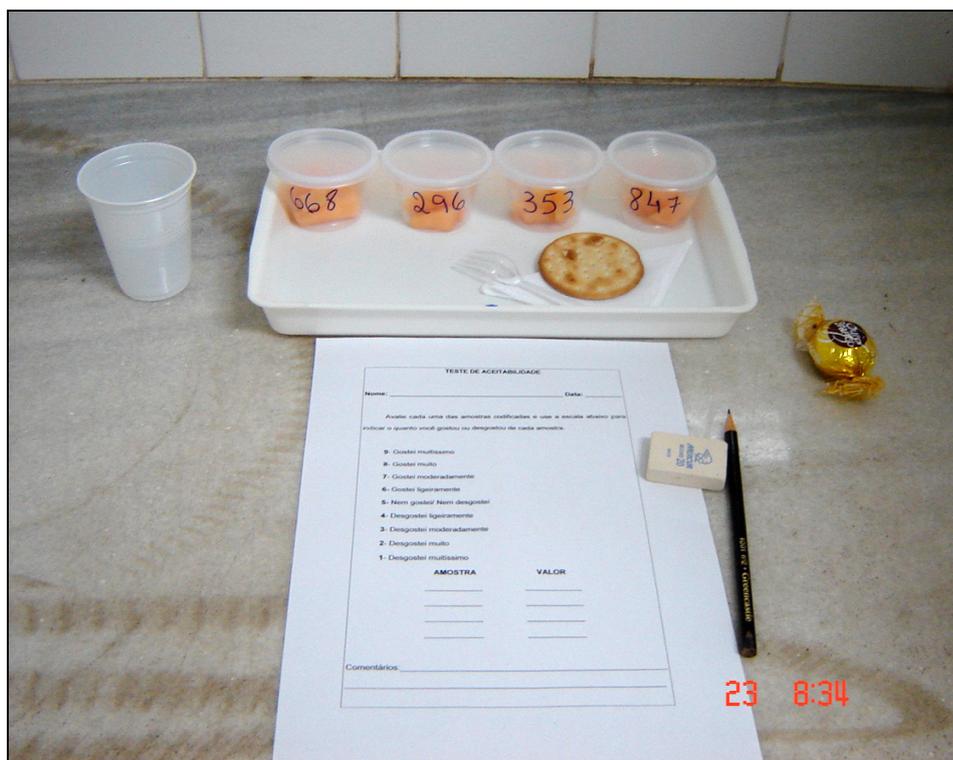


Figura 45- Cabine de avaliação sensorial preparada para o teste de aceitabilidade.

#### **b) Análise estatística:**

O delineamento experimental empregado foi de blocos ao acaso com os tratamentos dispostos no esquema fatorial 4 x 2, referentes a quatro doses de radiação (0, 150, 450 e 900Gy) e dois períodos de armazenamento (1 e 7 dias). Foram utilizadas 50 repetições por tratamento. Os dados originais foram submetidos à análise de variância, obtendo-se F significativo ao nível de 5%. A análise teve continuidade com a aplicação do teste de Tukey e análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa Sisvar (Ferreira, 2000).

## 6.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A irradiação de frutas com baixas doses de radiação gama pode acelerar ou retardar o amadurecimento, especialmente em frutas imaturas. Doses mais elevadas, acima de 1kGy, aceleram o amadurecimento, o que pode resultar em amaciamento rápido e intenso da fruta e conseqüentemente, perda de qualidade (Chitarra; Chitarra, 2005).

A Tabela 15 apresenta as notas atribuídas aos tratamentos nos melões Cantaloupe ao longo do período de armazenamento.

Tabela 15- Notas atribuídas, pelo teste de aceitabilidade, aos melões Cantaloupe em função da interação dose de radiação x período de armazenamento.

DOSE (Gy)	PERÍODO (dias)		MÉDIA
	1	7	
0	6,47 ± 0,23 Aa	7,40 ± 0,20 Ba	6,96 ± 0,16 a
150	6,78 ± 0,23 Aa	7,30 ± 0,19 Aa	7,05 ± 0,15 a
450	7,69 ± 0,16 Ab	7,10 ± 0,20 Ba	7,38 ± 0,13 a
900	7,96 ± 0,15 Ab	6,76 ± 0,22 Ba	7,33 ± 0,15 a
MÉDIA	7,22 ± 0,11 A	7,14 ± 0,10 A	

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Pela Tabela 15, observou-se que no primeiro dia de armazenamento, as notas atribuídas à testemunha não diferiram das notas atribuídas as amostras irradiadas com dose de 150Gy, mas diferiram das amostras irradiadas com doses de 450 e 900Gy, as quais não diferiram entre si. No sétimo dia de armazenamento não houve diferença entre as doses. Para as amostras irradiadas com dose de 150Gy não houve diferença entre os períodos, enquanto

que para as amostras irradiadas com 450 e 900Gy obtiveram maiores notas no primeiro dia de armazenamento.

Durante a maturação dos frutos, a produção de compostos voláteis sofre modificações, promovendo diferenças no aroma. O melão Cantaloupe é um fruto muito aromático, o que favorece sua comercialização e seu consumo. Pelos resultados obtidos, percebeu-se que conforme aumentou o período de armazenamento, as notas atribuídas as características sensoriais dos frutos tratados, mostraram uma leve tendência a diminuição, especialmente com o tratamento com as doses de 450 e 900Gy (Tabela 15).

A partir da análise de variância para os resultados obtidos com a análise sensorial, observou-se efeito da dose de radiação somente no primeiro dia de armazenamento e, desta forma, realizou-se a análise de regressão para estudar a variação das notas atribuídas aos tratamentos em função da dose no primeiro dia de armazenamento (Figura 46).

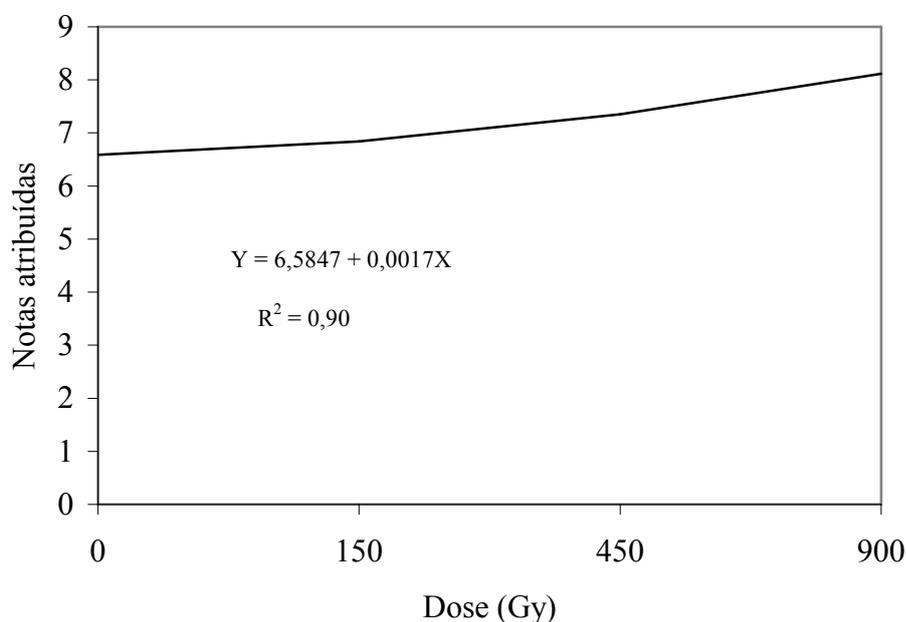


Figura 46- Variação de nota em função da dose de radiação nos melões cantaloupe no primeiro dia de armazenamento.

A partir dos resultados obtidos com a análise de variância no primeiro dia de armazenamento, percebeu-se que os frutos irradiados com doses de 450 e 900 Gy obtiveram melhores notas, sendo os preferidos pelos degustadores que apresentavam atributos como “fruto muito doce”; “fruto com cheiro muito bom e agradável”; “levemente adocicado e com bastante suco”; “ótimo”; “frutos perfumados”; “frutos muito suculentos”. Entretanto, alguns provadores também apresentaram atributos como “não percebi diferença entre as amostras”; “achei muito parecidos quanto a textura”; “todos estavam saborosos e suculentos”; “todos os frutos estão doce”; “o aroma de todas as amostras estava muito bom”; “gostei de todos”.

Já aos sete dias de armazenamento, os atributos descritos para todos os melões se alteraram e foram destacados: “sabor de passado”; “aguado”; “pálidos”; “pouco doce”; “mais caldo”, embora, grande parte dos provadores tenham destacado atributos como “cheiro muito bom” e “um sabor muito doce” como atributos aceitáveis dos tratamentos. Observou-se também, que as doses de radiação não diferiram entre si aos sete dias de armazenamento, como pode ser observado pela Tabela 15.

Segundo Chitarra; Chitarra (2005) a temperatura de armazenamento e o tempo de armazenamento podem influenciar o teor de açúcar ou de ácidos de um fruto. Em condições normais, o amido e os açúcares solúveis encontram-se em equilíbrio dinâmico, com degradação de alguns açúcares a  $\text{CO}_2$  durante o processo respiratório e com tendência de acúmulo do amido. Em frutos climatéricos como o melão Cantaloupe, o acúmulo de amido é pequeno durante o período de colheita, sendo que o aumento da atividade respiratória promove o consumo de metabólitos como açúcar e ácidos orgânicos, com reflexos nas características do “flavor”. Os melões tratados com doses entre 450 e 900 Gy apresentaram baixos níveis respiratórios e que pode ter levado a diminuição do “flavor” acentuado durante o armazenamento.

### **6.5 Considerações Parciais**

A análise sensorial demonstrou que, em termos de aceitabilidade, a tecnologia de radiação gama aplicada pouco influenciou a qualidade sensorial dos frutos, sendo que durante o período de armazenamento, os melões Cantaloupe irradiados apresentaram boa aceitação por parte dos degustadores.

## 7. CONCLUSÃO GERAL

◆ A partir das análises físicas realizadas na primeira etapa do experimento, foram estabelecidos os limites de dose mínima, ideal e máxima, como as doses de 150, 450 e 900Gy para o melão Cantaloupe, uma vez que, contemplam as doses quarentenárias para a eliminação da mosca-das-frutas dos gêneros *Anastrepha* e *Ceratitis*.

◆ Analisando-se a conservação pós-colheita, observou-se que as doses de 450 e 900 Gy aplicadas nos frutos foram as mais adequadas, durante o período de armazenamento, segundo as variáveis de acidez titulável, ratio (SS/AT), açúcar total e redutor, cor (*L*), clorofila e carotenóides, compostos fenólicos e taxa respiratória e o nível de etileno.

◆ A análise sensorial demonstrou, através do teste de aceitabilidade, que a tecnologia de radiação gama aplicada nos frutos pouco influenciou sua qualidade sensorial, sendo que durante o período de armazenamento, os melões Cantaloupe irradiados apresentaram boa aceitação por parte dos degustadores, especialmente os frutos irradiados com doses entre 450 e 900 Gy.

◆ Portanto, a tecnologia da radiação ionizante, originária do Cobalto 60, mostrou-se viável segundo as características físico-químicas, nutricionais e sensoriais para a conservação pós-colheita de melões Cantaloupe a partir dos limites de dose estabelecidos (150, 450, 900Gy) comparada às amostras não irradiadas. Todavia, deve ser utilizada em conjunto com outras tecnologias para assegurar a qualidade microbiológica, especialmente no controle de fungos.

◆ Economicamente é uma tecnologia viável para a utilização em melões Cantaloupe, pois, segundo informações fornecidas pela Companhia Brasileira de Esterilização (CBE), para a irradiação de 1 quilo do fruto em uma faixa de dose entre 500Gy e 1kGy, o custo aproximado é de R\$ 0,05.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, J. A. quality measurement of fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, p. 207-225, 1999.

AHARONI, Y.; COPEL, A.; FALIK, A. Storing 'Galia' melons in a controlled atmosphere with ethylene absorbent. **HortScience**, St. Joseph, v. 28, n. 7, p. 725-726, 1993.

ANIMAL AND PLANT HEALTH INSPECTION SERVICE/US DEPARTMENT OF AGRICULTURE - APHIS/USDA. Irradiation phytosanitary treatment of imported fruits and vegetables. Final rules. **Federal Register**, Washington, v. 67, n. 205, p. 65016-65029, 2002.

ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 14. ed. Washington: AOAC International, 1992. 1141 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PROFISSIONAIS DA QUALIDADE DE ALIMENTOS – PROFÍQUA. **Análise sensorial**: testes discriminativos e afetivos. 1.ed. Campinas: SBCTA, 2000. p. 54-72. (Manual: Série Qualidade).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHEIROS DE ALIMENTOS. **Análise sensorial**. Disponível em: [http://www.abea.com.br/semi\\_analisesensorial\\_04\\_09\\_01.htm](http://www.abea.com.br/semi_analisesensorial_04_09_01.htm).

Acesso em: fev. de 2007.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutas**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.

BLEINROTH, E. W. **Determinação do ponto de colheita, maturação e conservação das frutas**. In: SOLER, M. P. et al. Industrialização de frutas. Campinas: ITAL, 1991. p. 1-15. (Manual Técnico, 8).

BLUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HANSEN, G. New method for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 54, n. 2, p. 484-489, 1973.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. Química de processamento de alimentos. 3. ed. São Paulo: Varela, 2001. 143 p.

BOOTH, S. L.; JOHNS, T.; KUHNLEIN, H. V. Natural food sources of vitamin A and provitamin A. **Food and Nutrition Bulletin**, Tokyo, v. 14, n. 1, p. 6-19, 1992.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Leis, Decretos, etc. Decreto 3029, de 16 de abril de 1999. **Regulamento técnico para irradiação de alimentos**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: jan. 2001.

BURDITT JUNIOR, A. K. Irradiation as a quarantine treatment. **Plant Protection Bulletin**, Rome, v. 39, n. 1, p. 25-33, 1990.

CANEJO, M. Área livre para o melão. **Panorama Rural**, São Paulo, v. 4, n. 59, p. 18-22, 2004.

CASTELL-PEREZ, E. et al. Electron beam irradiation treatment of cantaloupes: effect on product quality. **Food Science and Technology**, Reading, v. 10, n. 6, p. 383-390, 2004.

CAVALINI, F.C. Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas ‘Kumagai’ e ‘Paluma’. 2004. 80 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: UFV, 1996. 81 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. p. 273-275; 541-753.

COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO - CEAGESP. **Classificação de uva (*Vitis labrusca* L.)**. Programa brasileiro para a melhoria dos padrões comerciais e de embalagens de hortigranjeiros. São Paulo: CEAGESP, 2001.

COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO - CEAGESP. **Tabela de safra de frutas**. 2006. Disponível em: [www.ceagesp.gov.br](http://www.ceagesp.gov.br). Acesso em: 15 maio 2006.

CORRENT, A. R. et al. Uso do 1-metilciclopropeno no controle da maturação de maçãs cv. 'Royal Gala'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 207-210, 2005.

COURTHIADE, P. La importancia de la evaluación sensorial en la selección de un sabor. **La Alimentación Latinoamericana**, Buenos Aires, v. 33, n. 229, p. 40-41, 1999.

CRISÓSTOMO, L. A. et al. **Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro do nordeste**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. p. 1-21. (Circular Técnica, 14).

DAMASCENO, K. S. F. S. C.; STAMFORD, T. L. M.; ALVES, M. A. Vegetais minimamente processados: uma revisão. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 15, n. 65, p. 20-25, 2001.

DÓRIA, H. O. S.; BORTOLI, S. A.; ALBERGARIA, N. M. M. S. Influência de tratamentos térmicos na eliminação de *Ceratitis capitata* em frutos de goiaba (*Psidium guajava* L.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 107-111, 2004.

DUARTE, A. L.; MALAVASI, A. L. Tratamentos quarentenários. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 187-192.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996. 123 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA.. **Melão pós-colheita**. Brasília: Embrapa, 2000. 43 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. More fruit and vegetables. Disponível em <http://www.fao.org/ag/magazine/0606sp2.htm>. Acesso em março de 2007.

FERNANDES, O. A. **Pragas do meloeiro**. Disponível em: [http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=7952](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=7952)>. Acesso em: 20 abr. 2004.

FERREIRA, V. L. P. (Coord.) **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas: PROFIQUA; SBCTA, 2000. (Manual: Série Qualidade).

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 225-258.

FOLLETT, P. A.; ARMSTRONG, J. W. New irradiation doses to control melon fly, oriental fruit fly and Mediterranean fruit fly: towards a generic dose for tephritids. In: ESA ANNUAL MEETING AND EXHIBITION, Fort Lauderdale, 2002. **Papers...** Fort Lauderdale, 2002. p. D0414.

FRUPEX. Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais. **Melão para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1994. 37 p.

FRUTISÉRIES. Informações econômicas sobre o melão. Desempenho das exportações brasileiras. **Toda Fruta**, dez. 2004. Disponível em: [http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=7930](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=7930)>. Acesso em: 10 maio 2005.

GIL, M.I.; ENCARNA, A.; KADER, A.A. Quality changes and nutrient retention in fresh-cut versus whole fruits during storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, n. 12, p. 4284 – 4294, 2006.

GRUPO CONSULTIVO INTERNACIONAL SOBRE IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS - GCIIA. **A irradiação de alimentos: ficção e realidade**. Ficha descritiva 1-14. s.n.t. 1990. 40 p.

GOMEZ, M. L. P. A.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. Metabolismo de carboidratos durante o amadurecimento do mamão (*Carica papaya* L. Cv. Solo): influência da radiação gama. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 246-252, 1999

GOMES JÚNIOR, J.; MENEZES, J. B.; NUNES, G. H. S.; COSTA, F. B.; SOUZA, P. A. Qualidade pós-colheita de melão tipo cantaloupe, colhido em dois estádios de maturação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 356-360, 2001.

GURGEL, M. S. de C. C. do A. Efeito da radiação gama na resistência do *Staphylococcus aureus* (Rosembach, 1884) e nas propriedades físico-químicas e sensoriais do queijo Minas Frescal. 2000. 81 p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

HALLMAN, G. J.; MARTINEZ, L. R. Ionizing irradiation quarantine treatment against Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae) in citrus fruits. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 23, n. 1, p. 71-77, 2001.

HARA, A. H.; YALEMAR, J. A.; JANG, E. B.; MOY, J. H. Irradiation as a possible quarantine treatment for green scale *Coccus viridis* (Green) (Homoptera: Coccidae). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 25, n. 3, p. 349-358, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS - IBRAF. **Acompanhamento e análise do mercado internacional**: Estados Unidos, barreiras às exportações frutícolas. São Paulo: IBRAF, 2004. (Relatório, 01-04).

JACOMINO, A. P.; MENDONÇA, K.; KLUGE, R. A. Armazenamento refrigerado de limões ‘Siciliano’ tratados com etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 45-48, 2003.

JORDÃO, F. G. Perfil sensorial e aceitabilidade de suco de laranja integral pasteurizado e suco de laranja reconstituído. 2005. 58 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. In: KADER, A. A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, 1992. p. 15-20.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2. ed. São Paulo: Livraria Rural, 2002. 214 p.

LACROIX, M.; OUATTARA, B. Combined industrial processes with irradiation to assure innocuity and preservation of food products – a review. **Food Research International**, Essex, v. 33, p. 719-724, 2000.

LANZILLOTTI, R. S.; LANZILLOTTI, H. S. Sensorial analysis under the focus of fuzzy logic. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 145-157, 1999.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology. Plant Cell Membranes**, London, v. 148, n. 22, p. 350-373, 1987.

LIMA, K. S. C. et al. Efeito da irradiação ionizante  $\gamma$  na qualidade pós-colheita de cenouras (*Daucus carota* L.) cv. Nantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 202-208, 2001.

LIMA, V. L. A. G. de; MÉLO, E. A.; LIMA, D. E. S. Fenólicos e carotenóides totais em pitanga. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 447-450, 2002.

LOZANO, J. E. El arte de evaluar los sabores. **La Alimentación Latinoamericana**, Buenos Aires, v. 33, n. 229, p. 42-43, 1999.

MADRID, R. et al. Influence of calcium nutrition on water soaking disorder during ripening of Cantaloupe melon. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 101, p. 69-79, 2004.

MALAVASI, A. Áreas livres ou de baixa prevalência. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: Conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 175-181.

MARÍN-HUACHACA, N. S.; MANCINI FILHO, J.; DELINCÉE, H.; VILLAVICENCIO, A. L. C. H. Identification of gamma-irradiated papaya, melon and watermelon. **Radiation Physics and Chemistry**, Oxford, v. 71, p. 191-194, 2004.

MARTINS, C. R. et al. Atividade polifenoloxidase e compostos fenólicos em pós-colheita de pêssegos cultivados em pomar com cobertura vegetal e cultivo tradicional. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 749-754, 2004.

MATIN, M. A. et al. **Irradiation of onions, pulses and dried fish**: process control, storage, test marketing and economic analysis of the process. Vienna: IAEA, 1996. p. 19-49. (TEC DOC, 871).

McGUIRRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, St. Joseph, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MEILGAARD, M.; VANCE, G.; CIVILLE, B.T.C. Sensory evaluation techniques. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 1999. p.231 – 255.

MENEZES, J.B.; CASTRO, E.B.; PRAÇA, E.F. et al. Efeito do tempo de insolação pós-colheita sobre a qualidade do melão amarelo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n.1, p. 80-81, 1998.

MILLER, G. L. Dinitrosalicylic acid for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MOLINS, R. A. **Food irradiation: principles and applications**. New York: Wiley-Interscience, 2001. p. 213-240.

MURRAY, D. R. **Biology of food irradiation**. London: Research Studies Press, 1990. 255 p.

NELSON, N. A. A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 135, n. 1, p. 136-175, 1944.

NEVES FILHO, L. de C. Alguns pontos na comercialização de frutas e hortaliças. **Frutas & Legumes**, São Paulo, v. 2, n. 14, p. 12-16, 2002.

PATIL, B. S.; VANAMALA, J.; HALLMAN, G. Irradiation and storage influence on bioactive components and quality of early and late season “Rio Red” grapefruit (*Citrus paradisi* Macf.). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, n. 34, p. 53-64, 2004.

PORTELA, S. I.; CANTWELL, M. I. Quality changes of minimally processed honeydew melons stored in air or controlled atmosphere. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 14, p. 351-357, 1998.

PRAKASH, A. et al. Effects of low-dose gamma irradiation and conventional treatments a shelf life and quality characteristics of diced celery. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 65, n. 6, p. 1070-1075, 2000.

PHILIPPI, S. T. **Tabela de composição de alimentos:** suporte para decisão nutricional. Brasília: NAVISA; FINATEC, NUT, 2001. 63 p.

PROCTOR, F. J.; CAYGILL, J. C. Ethylene in commercial postharvest handling of tropical fruit. In: ROBERTS, J. A.; TUCKER, G. A. (Ed.). **Ethylene and plant development**. London: University of Nottingham, 1985. p. 317-322.

RHODES, M. J. C. The climacteric and ripening of fruits. In: HULME, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1970. p. 521-533.

RODRIGUES, R. S. M.; PENTEADO, M. V. C. Carotenóides com atividade próvitaminica A em hortaliças folhosas. **Revista de Farmácia e Bioquímica da USP**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 39-52, 1989.

SACKS, E. J.; SHAW, D. V. Optimum allocation of objective color measurements for evaluating rash strawberries. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 119, n. 2, p. 330-334, 1994.

SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR DO MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR - SECEX/DATAFRUTA. **Comparativo das exportações de frutas frescas – 2005/2006**. Brasília, 2006. Disponível em: <[http://www.ibraf.org.br/x-es/pdf/t-esta\\_CEBFF20052006.pdf](http://www.ibraf.org.br/x-es/pdf/t-esta_CEBFF20052006.pdf)>. Acesso em: 09 maio 2006.

SHELLIE, K. C.; SALTVEIT, M. E. The lack of a respiratory rise in muskmelon fruit ripening on the plant challenges the definition of climacteric behaviour. **Journal of Experimental Botany**, London, v. 265, n. 44, p. 1403-1406, 1993.

SILVA, P. **Farmacologia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1994. 1450 p.

SILVA, G. G. da et al. Armazenamento de melão, híbridos Gold mine e Duna, sob condições ambientes. **Caatinga**, Mossoró, v. 11, n. 1/2, p. 7-10, 1998.

THOMAS, P.; BHUSHAN, M. R.; RAMAMURTHY, M. S. **Comparative studies on the efficacy of gamma irradiation, heat, refrigeration and combined treatments as a quarantine treatment for mango fruit.** Vienna: IAEA, 1996. p. 299-314. (TEC DOC, 871).

TODA FRUTA. RN: Praga de insetos ataca plantações em Mossoró. Disponível em: [http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=12060](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=12060)>. Acesso em: 09 maio 2006.

VENUGOPAL, V.; DOKE, S. N.; THOMAS, P. Radiation processing to improve the quality of fishery products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 5, n. 39. p. 391-440, 1999.

VILLANUEVA, M. J. et al. Compositional changes during ripening of two cultivars of muskmelon fruits. **Food Chemistry**, Barking, v. 87, p. 197-185, 2004.

WINKLER, L. M. et al. Produção de etileno e atividade da enzima ACCoxidase em frutos de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* Deg.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 634-636, 2002.

WOISKY, R. G.; SALATINO, A. Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 37, n. 2, p. 99-105, 1998.

ZIMMER, P. D.; BIERHALS, J. D.; SILVA, J. A. ROMBALDI, C. V. Inibição da síntese da ACC (ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano) oxidase em maçãs frigoconservadas em atmosfera controlada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 338-343, 1999.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

## ANÁLISE SENSORIAL DE MELÃO CANTALOUPE

## TESTE DE DIFERENÇA DO CONTROLE

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Você está recebendo uma amostra padrão/controle (P) e 6 amostras codificadas. Compare cada amostra com o controle e identifique se é melhor, igual ou pior que o controle em relação à **APARÊNCIA**.

Em seguida, assinale o grau de diferença de acordo com a escala:

- 4. Extremamente melhor que o controle.
- 3. Muito melhor que o controle.
- 2. Regularmente melhor que o controle.
- 1. Ligeiramente melhor que o controle.
- 0. Nenhuma diferença do controle.
- 1. Ligeiramente pior que o controle.
- 2. Regularmente pior que o controle.
- 3. Muito pior que o controle.
- 4. Extremamente pior que o controle.

Amostra	Valor atribuído para Aparência Externa	Amostra	Valor atribuído para Aparência Interna

Comentários (defina atributos para as diferenças encontradas, se houverem):

---



---



---



---

**ANEXO 2**  
**TESTE DE ACEITABILIDADE**

**Nome:** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_\_\_

Avalie cada uma das amostras codificadas e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra.

- 9- Gostei muitíssimo
- 8- Gostei muito
- 7- Gostei moderadamente
- 6- Gostei ligeiramente
- 5- Nem gostei/ Nem desgostei
- 4- Desgostei ligeiramente
- 3- Desgostei moderadamente
- 2- Desgostei muito
- 1- Desgostei muitíssimo

**AMOSTRA**

**VALOR**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Comentários:**

---

---

---