

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

CONSERVAÇÃO DE ABACATE ‘HASS’ E GUACAMOLE POR IRRADIAÇÃO

JULIANA WAGNER SIMON

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutora em Agronomia
(Energia na Agricultura).

BOTUCATU-SP
Julho – 2011

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

CONSERVAÇÃO DO ABACATE ‘HASS’ E DO GUACAMOLE POR IRRADIAÇÃO

JULIANA WAGNER SIMON

Orientador: Rogério Lopes Vieites

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutora em Agronomia
(Energia na Agricultura).

BOTUCATU-SP
Julho – 2011

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

S594c Simon, Juliana Wagner, 1977-
Conservação de abacate 'Hass' e guacamole por irradiação / Juliana Wagner Simon.- Botucatu : [s.n.], 2011
95 f., grafs., tabs.

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

1. *Persea americana* Mill. 2. Radiação gama. 3. Acelerador de elétrons. I. Vieites, Rogério Lopes. II. Universidade Estadual Paulista. "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "CONSERVAÇÃO DE ABACATE "HASS" E GUACAMOLE POR IRRADIAÇÃO"

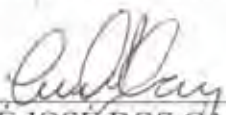
ALUNA: JULIANA WAGNER SIMON

ORIENTADOR: PROF. DR. ROGÉRIO LOPES VIEITES

Aprovado pela Comissão Examinadora



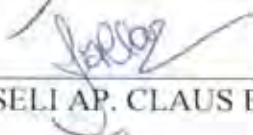
PROF. DR. ROGÉRIO LOPES VIEITES



PROF. DR. ANDRÉ JOSÉ DOS CAMPOS



PROFA. DRA. ELIANE MARIA R. STÉFANO SIMIONATO



PROFA. DRA. ROSELI AP. CLAUS BASTOS PEREIRA



PROFA. DRA. ÉRICA REGINA DAIUTO BASTOS

Data da Realização: 29 de julho de 2011.

“Apague com um sorriso, toda tristeza que lhe invade a alma. Assim não dará aos que te odeiam a alegria de te ver chorando, mas dará aos que te amam a alegria de te ver sorrindo.”

(autor desconhecido)

A minha família,

ELIAS JOSÉ SIMON,

MARIA ISOLDA WAGNER SIMON e

RAFAEL WAGNER SIMON

Pelo incentivo, apoio e pela confiança depositada em mim.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pelo amor, incentivo, confiança e força depositada em mim.

Ao meu irmão que, mesmo de longe, participou dessa conquista.

À Faculdade de Ciências Agronômicas pela oportunidade de aprendizagem

A CAPES pelo apoio financeiro.

Ao meu orientador, Prof. Rogério Lopes Vieites pela orientação, oportunidade, ensinamentos e confiança para realização deste trabalho.

Aos docentes da Pós graduação, em especial a Prof^a Regina Marta Evangelista, pelo convívio e pelos ensinamentos.

As funcionárias da Seção de Pós graduação da FCA/UNESP, pela paciência e ajuda que sempre disponibilizaram.

A empresa Jaguacy pelo fornecimento dos frutos para realização deste trabalho.

Aos técnicos do laboratório Edson e em especial a Márcia pela amizade, convivência e ajuda.

Ao Sérgio, amigo e companheiro pelo incentivo, confiança, amizade, momentos de alegria e tristeza.

As amigas Viviane (Tadinha), Maira (Sôcat), Maria Augusta (K-xa), Érika Fujita (Azeven), Maria Rosa (Faiska), Márcia (Bisnaguinha), Joana (Bombom), Nathalie (Corgueta) e André (Marolo) em especial, pela ajuda, pelas risadas, pela força na realização desse trabalho.

A Natália, Vanessa, Lessandra, Patrícia (Jorjão), Kátia (KK), Luciana Manoel, Ileana e Carola pela força e ajuda nos momentos de dificuldade e de alegrias.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE FIGURAS	XIII
RESUMO	01
SUMARY	02
1 INTRODUÇÃO	03
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	05
2.1 Cultura do abacate	05
2.2 Pós colheita	07
2.3 Novos métodos de conservação pós colheita	10
2.3.1 Radiação gama	11
2.3.2 Radiação por acelerador de elétrons	15
2.4 Processamento do abacate	16
2.5 Qualidade dos alimentos.....	19
2.5.1 Escurecimento enzimático em alimentos	19
2.5.1.1 Polifenoloxidase (E.C. 1.14.18.1)	20
2.6 Compostos fenólicos e sua importância	22
2.6.1 Antioxidantes.....	24
2.6.2 Enzimas de amadurecimento	26
2.6.2.1 Poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME)	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1 Matéria prima	28
3.2 Experimento I-Radiação gama.....	28
3.3 Experimento II-Radiação por acelerador de elétrons	29
3.4 Análises.....	29

3.4.1 Grupo Parcela	30
3.4.1.1 Potencial hidrogenionico (pH).....	30
3.4.1.2 Acidez titulável (AT).....	30
3.4.1.3 Sólidos solúveis(SS).....	30
3.4.1.4 Índice de maturação-“Ratio” (SS/AT).....	30
3.4.1.5 Firmeza	31
3.4.1.6 Capacidade antioxidante e compostos fenólicos.....	31
3.4.1.6.1. Preparo do extrato etanólico da polpa.....	31
3.4.1.6.2 Atividade antioxidante pelo método DPPH	31
3.4.1.6.3 Compostos fenólicos totais	32
3.4.1.7 Extração e Determinação da Atividade Pectinametilesterase (PME)	33
3.4.1.8 Extração e Determinação da Atividade da Poligalacturonase (PG).	33
3.4.2 Grupo controle	34
3.4.2.1 Perda de massa	34
3.4.2.2 Respiração.....	34
3.5 Experimento III-Processamento do fruto - Guacamole	35
3.5.1 Extração e Determinação da Atividade da Polifenoloxidase (PFO ou PPO)	
(EC. 1.14.18.1)	36
3.5.2 Microbiologia	36
3.5.3 Cor.....	37
3.5.4 Análise sensorial.....	37
3.5.5 Análise estatística	38
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1 Experimento I-Radiação Gama (60Co).....	39
4.2 Experimento II-Radiação por acelerador de elétrons	52
4.3 Experimento III-Guacamole	65
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	83

6 CONCLUSÕES	84
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1.	Potencial Hidrogenionico (pH) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação gama e armazenados em temperatura ambiente ($21^{\circ}\text{C}\pm 1$ e $70\pm 5\%$ UR) durante 12 dias.....	39
2.	Acidez titulável (g de ácido cítrico 100g^{-1} de polpa) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação e armazenados em temperatura ambiente ($21\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR) durante 12 dias.....	40
3.	Teor de sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação e armazenados em temperatura ambiente ($21\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR) durante 12 dias.....	41
4.	Índice de maturação (SS/AT) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação gama e armazenados em temperatura ambiente ($21^{\circ}\text{C}\pm 1$ e $70\pm 5\%$ UR) durante 12 dias.....	42
5.	Firmeza (g f cm^2) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação gama e armazenados em temperatura ambiente ($21\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR) durante 12 dias.....	43
6.	Capacidade antioxidante (%) por DPPH obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação gama e armazenados em temperatura ambiente ($21\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR) durante 12 dias.....	44

7.	Compostos fenólicos totais (mg ácido gálico 100g ⁻¹ polpa) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação gama e armazenados em temperatura ambiente (21±1°C e 70±5% UR) durante 12 dias.....	46
8.	Atividade da enzima pectinametilesterase (U.E. min ⁻¹ g ⁻¹) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação gama e armazenados em temperatura ambiente (21±1°C e 70±5% UR) durante 12 dias.....	47
9.	Atividade da enzima poligalacturonase (U.E min ⁻¹ g ⁻¹) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação gama e armazenados em temperatura ambiente (21°C±1 e 70±5% UR) durante 12 dias.....	49
10.	Potencial hidrogenionico (pH) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação por acelerador de elétrons e armazenados em temperatura ambiente (21±1°C e 70±5% UR) durante 12 dias.....	53
11.	Acidez titulável (g de ácido cítrico.100g ⁻¹ de polpa) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação por acelerador de elétrons e armazenados em temperatura ambiente (21±1°C e 70±5% UR) durante 12 dias.....	54
12.	Teor de sólidos solúveis (°Brix) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação por acelerador de elétrons e armazenados em temperatura ambiente (21°C±1 e 70±5% UR) durante 12 dias.....	55
13.	Índice de maturação (SS/AT) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação por acelerador	

	de elétrons e armazenados em temperatura ambiente (21±1°C e 70±5% UR) durante 12 dias.....	56
14.	Firmeza (g f cm ²) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação por acelerador de elétrons e armazenados em temperatura ambiente (21°C±1 e 70±5% UR) durante 12 dias.....	57
15.	Capacidade antioxidante (%) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação e armazenados em temperatura ambiente (21±1°C e 70±5% UR) durante 12 dias.....	59
16.	Compostos fenólicos totais (mg ácido gálico 100g ⁻¹ polpa) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação por acelerador de elétrons e armazenados em temperatura ambiente (21±1°C e 70±5% UR) durante 12 dias.....	60
17.	Atividade da enzima PME (U.E. min ⁻¹ g ⁻¹) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação por acelerador de elétrons e armazenados em temperatura ambiente (21±1°C e 70±5% UR) durante 12dias	61
18.	Potencial hidrogenionico obtidos em guacamole com e sem de irradiação, dose 0,4 kGy armazenados sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C).....	62
19.	Potencial hidrogenionico obtidos em guacamole com e sem de irradiação, dose 0,4 kGy armazenados sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C).....	65
20.	Acidez titulável (g de ácido cítrico 100g ⁻¹ de polpa) obtidos em guacamole com e sem irradiação gama dose 0,4	

	kGy, armazenados sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C).....	66
21.	P olifenoloxidase ($\mu\text{mol catecol min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ massa fresca) obtidos em guacamole com e sem irradiação gama dose 0,4 kGy, armazenados sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C).....	69
22.	Capacidade antioxidantes (%) por DPPH obtidos em guacamole com e sem irradiação gama dose 0,4 kGy, armazenados sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C).....	71
23.	Compostos fenólicos totais (mg ácido gálico 100g ⁻¹ polpa) obtidos em guacamole sem tratamento e com aplicação de irradiação, dose 0,4 kGy armazenado sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C).....	72
24.	Resultados das análises microbiológicas de coliformes termotolerantes, Salmonella e Staphylococcus aureus no guacamole.....	72
25.	Resultados das análises microbiológicas de coliformes termotolerantes, Salmonella e Staphylococcus aureus no guacamole com frutos irradiados (0,4 kGy).....	73
26.	Luminosidade (L) obtidos em guacamole sem tratamento e com aplicação de irradiação, dose 0,4 kGy armazenado sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C).....	75
27.	Cor a* obtidos em guacamole sem tratamento e com aplicação de irradiação, dose 0,4 kGy armazenado sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C).....	77

28.	Cor b* obtidos em guacamole sem tratamento e com aplicação de irradiação, dose 0,4 kGy armazenado sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C).....	78
-----	--	----

LISTA DE FIGURAS

Tabela		Página
1.	Variação média de perda de massa fresca (%) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação gama e armazenados em temperatura ambiente ($21^{\circ}\text{C}\pm 1$ e $70\pm 5\%$ UR) durante 12 dias.....	50
2.	Variação média da taxa respiratória (mL de CO_2 kg^{-1} hora $^{-1}$) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação gama e armazenados em temperatura ambiente ($21^{\circ}\text{C}\pm 1$ e $70\pm 5\%$ UR) durante 12 dias.....	51
3.	Variação média de perda de massa fresca (%) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação por acelerador de elétrons e armazenados em temperatura ambiente ($21\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR) durante 12 dias.....	63
4.	Variação média da taxa respiratória (mL de CO_2 kg^{-1} hora $^{-1}$) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação por acelerador de elétrons e armazenados em temperatura ambiente ($21\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR) durante 12 dias.....	64
5.	Variação média do teor de umidade (%) obtidos em guacamole com e sem irradiação gama dose 0,4 kGy, armazenados sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C).....	67
6.	Variação média do teor de gordura (%) obtidos em guacamole com e sem irradiação gama dose 0,4 kGy, armazenados sob refrigeração (4°C) e congelamento (-	

	18°C).....	68
8.	Variação média dos parâmetros sensoriais (aceitação, testura, cor, sabor e aparência) obtidos em guacamole com e sem irradiação gama dose 0,4 kGy, armazenados sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C).....	80

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo a conservação do abacate ‘Hass’ e do guacamole com uso da radiação. Foram realizados 3 experimentos: Experimento I-frutos irradiados em diferentes doses de irradiação gama de cobalto 60 (0.0. 0.2. 0.4 0.6 1.0 kGy); Experimento II-frutos irradiados por acelerador de elétrons. em diferentes doses (0.0. 0.48. 0.8. 1.12. 1.45 Mev) ambos mantidos sob temperatura ambiente $21\pm1^{\circ}\text{C}$ e $70\pm5\%$ UR e Experimento III-produção do guacamole com e sem irradiação gama (0.0 e 0.4 kGy) armazenado sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C). Os frutos foram irradiados no IPEN, localizado em São Paulo/SP. Em seguida foram transportados para o Departamento de Gestão e tecnologia Agroindustrial. Laboratório de Frutas e Hortaliças. Faculdade de Ciências Agrônômicas-UNESP-Câmpus de Botucatu. SP. Para os frutos. análises foram realizadas a cada 3 dias, durante 12 dias. Foram realizadas análises de pH, acidez titulável, sólidos solúveis, índice de maturação (“Ratio”), firmeza, capacidade antioxidante, compostos fenólicos totais, atividade da pectinametilesterase, atividade da poligalacturonase, perda de massa fresca e respiração. Para o guacamole. análises foram realizadas após 7 dias de armazenamento refrigerado e a cada 30 dias de armazenamento congelado, sendo que após 90 dias o produto foi descongelado e mantido por mais 3 e 7 dias de refrigeração. Foram realizadas análises pH, acidez titulável, % de gordura, % de umidade, análise microbiológica, cor e análise sensorial. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, com 3 repetições por tratamento, utilizando o Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Nas condições em que os experimentos foram realizados, os resultados permitiram concluir que o uso da radiação gama conservou os frutos por 12 dias independentes das doses aplicadas. O uso da radiação por acelerador de elétrons também favoreceu a conservação dos frutos independente da dose utilizada. Para as análises microbiológicas, tanto o guacamole sem tratamento quanto o irradiado apresentaram resultados negativos para todos os prazos de armazenamento. Em relação à análise sensorial, o produto foi bem aceito durante todo armazenamento.

Palavras chaves: *Persea americana* Mill., radiação gama, radiação acelerador de elétrons.

SUMMARY

This study aimed at the conservation of avocado 'Hass' and guacamole with the use of radiation. We performed three experiments: Experiment I- irradiated fruits in different doses of gamma irradiation of cobalt 60 (0.0. 0.2. 0.4. 0.6. 1.0 kGy); Experiment II- fruit irradiated by electron accelerator. in different doses (0.0. 0.48. 0.8. 1.12. 1.45 MeV) both at ambient temperature $21\pm1^{\circ}\text{C}$ and $79\pm5\%\text{RH}$ and Experiment III-production of guacamole with and without irradiation range (0.0 and 0.4 kGy) stored under refrigeration (4°C) and freezing (-18°C). Fruits were irradiated at IPEN. located in São Paulo/SP. They were then transported to the Departament of Technology Management and Agribusiness, Fruits and Vegetables Laboratory, Faculty of Agronomic Sciences. UNESP-Campus de Botucatu. For fruits analysis were performed every 3 days for 12 days. Were performed to analyze pH, acidity, soluble solids, maturation index, firmness, antioxidant capacity, total phenolics, activity of pectin polygalacturonase activity. weight loss and breathing. For the guacamole, analysis was performed after 7 days of cold storage and every 30 days of frozen storage, and after 90 days the product was thawed and kept for 3 and 7 days of refrigeration. Analyses were performed pH, acidity, %fat, %moisture %fiber, microbiological, color and sensory analysis. The statistical design was completely randomized design with 3 replicates per treatment, using the tukey test at 5% probability. Under the conditions of the experiments were performed, the results showed that the use of gamma radiation maintained the fruits for 12 days independent of the applied doses. The use of electron accelerator radiation also favored the preservation of fruit regardless of dose. For microbiological analysis, both the guacamole and the irradiated without treatment showed negative results for all periods of storage. In relation to sensory analysis, the product was well accepted throughout storage.

Keywords: Persea Americana Mill.. gamma radiation. electron accelerator.

1 INTRODUÇÃO

O abacate possui boas qualidades nutricionais. é rico em lipídios insaturados, vitaminas e fibras. Atualmente, cultivares como ‘Hass’ e ‘Fuerte’ estão sendo mais valorizadas por apresentarem calibres menores. Por ser um fruto climatérico e de alta perecibilidade este fruto representa um entrave à comercialização (DAIUTO et al., 2010a).

Procedimentos e métodos de conservação pós colheita estão sendo estudados na tentativa de aumentar o período de comercialização de frutas. O armazenamento em temperaturas baixas logo após a colheita é uma das técnicas mais usadas para prolongar a conservação dos frutos (BRON et al., 2002).

Bron et al. (2002) descreveram que o uso de baixas temperaturas diminuem as reações enzimáticas, principalmente aquelas relacionadas a respiração e senescência. A diminuição na atividade respiratória através da refrigeração é o principal processo fisiológico na pós colheita e, com isso, ocorrem baixas perdas nas características físicas e físico-química, como sabor, aroma, textura, cor dentre outros.

Além de alta perecibilidade, outro desafio para o abacate é na sua forma processada (polpa) e se deve à presença de enzimas, principalmente a polifenoloxidase, que promovem escurecimento na polpa e conseqüentemente alterações de sabor durante armazenamento. Outra alteração que ocorre no fruto processado é a rancidez oxidativa-hidrolítica (DAIUTO et al., 2010a).

Em países como México, Estados Unidos e Europa o fruto é consumido em saladas, patês, sopas e pastas. Também existe a comercialização na forma de guacamole, pastas, polpas refrigeradas e congeladas (OLEATA, 2003). Já no Brasil, a fruta

é mais apreciada na forma de sobremesa, batida com leite, açúcar e limão. Pouco se come guacamole no Brasil restringindo-se apenas a restaurantes mexicanos (DAIUTO; VIEITES. 2008).

Vários pesquisadores no mundo tentam a obtenção de uma polpa estável de abacate, utilizando diversos métodos de preservação, como pasteurização, secagem, extração de óleo, congelamento, liofilização, tratamento térmico, microondas, ultra pressão, além de aditivos (RUELHELE citado por MARTIM. 1991; CRUESS et al.. 1951. citado por STEPHENS et al.. 1958; SOLIVA et al.. 2001; SOLIVA-FORTUNY et al.. 2004; DAIUTO et al.. 2007. RAMTAHAL. 2007).

Na literatura, duas opções são apresentadas para tentar evitar o escurecimento enzimático no guacamole sendo tratamento térmico e a utilização de aditivos. O tratamento térmico apesar de ser um tratamento efetivo para inativação da polifenoloxidase (PFO), pode resultar no desenvolvimento de “off flavors” no abacate além de alterar a granulidade do guacamole, deixando-o com aparência de purê ou pasta. (BEN-ET et al.. 1973).

A presente pesquisa teve como objetivo a conservação do abacate ‘Hass’ e do guacamole com uso da radiação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultura do abacate

O abacate (*Persea americana* Mill.) é uma das frutas tropicais mais valiosas comercialmente e é cultivada em quase todas as regiões tropicais e subtropicais, particularmente no México. América Central, países da América do Sul. Índia. África do Sul. Israel e Havaí (MEDINA et al.. 1978; OLIVEIRA et al.. 2000).

Segundo Francisco e Baptistella (2005) o abacate pertence a família *Lauraceae*. sendo *Persea* o gênero do abacate. com várias espécies se aproximando do abacateiro comercial. As três espécies e variedades hortícolas que caracterizam as três raças são a Mexicana – *Persea americana* var. *drymifolia*. Antilhana – *Persea americana* var. *americana* e Guatemalense ou guatemalteca – *Persea nubigena* var. *guatemalensis*.

Gayet et al. (1995) relataram que a raça Antilhana possui frutos grandes. polpa com baixa concentração de óleo (8%) e casca lisa, verde e com espessura média. sendo esta a mais encontrada no Brasil.

Os guatemalenses possuem frutos médios a pequenos com médio teor de óleo (8-20%), casca rugosa, muito espessa e coloração que varia do verde ao roxo. Já a Mexicana apresenta frutos pequenos, muito rico em óleo (>20%), casca lisa, fina, brilhante e coloração entre verde e marrom escuro (GAYET et al.. 1995).

De acordo com Francisco e Baptistella (2005) o abacate é rico em proteínas e vitaminas lipossolúveis A, D e B e possui quantidades variáveis de óleo em sua polpa. Segundo esses autores, a esse óleo tem sido muito utilizado na indústria

farmacêutica e de cosméticos e também na obtenção de óleos comestíveis, em substituição ao óleo de oliva.

Por conter uma alta concentração de lipídios, variando entre 15 a 20%, o abacate vem sendo classificado como uma das frutas mais ricas em óleo e com pouca quantidade de carboidratos, apresentando menos que 5% o que o torna diferente de outras frutas (KADAN; SALUNKE. 1995).

Ao observar a composição média da polpa de abacate verifica-se um extrato seco elevado e um teor de proteínas de 1.14%. Possui vitaminas lipossolúveis que geralmente não ocorrem em outras frutas, sendo muito rico em vitaminas A e B, apresentando menores quantidades de vitaminas D e E e pouca vitamina C (MEDINA. 1978; OLIVEIRA. 2000; FRANCISCO; BAPTISTELLA. 2005).

Alguns estudos mostraram que o consumo de abacate em dietas ricas em gorduras monoinsaturadas, em substituição as gorduras saturadas, exerce efeitos seletivos fisiológicos sobre os humanos, reduzindo assim o nível de colesterol total, triglicerídeos e LDL, não alterando a fração HDL (REBOLLO et al. 1998; TURATTI . GOMES. ATHIÉ. 2002).

Bleinroth e Castro (1992) relataram que o óleo de abacate é muito semelhante ao óleo de oliva, importado e muito consumido no país, pela similaridade de suas propriedades físico-químicas, principalmente a composição de seus ácidos graxos, predominando em ambos o ácido oléico. Esses óleos são ricos em ácidos graxos Ômega 9 que apresentam efeitos benéficos a saúde do consumidor em relação a prevenção de doenças vasculares. (AHMED. BARMORE. 1990; REBOLLO et al.. 1998).

No mercado interno, os cultivares mais comercializados são os ‘Simmonds’, ‘Barbieri’, ‘Collison’, ‘Quintal’, ‘Fortuna’, ‘Breda’, ‘Reis’, ‘Solano’, ‘Imperador’, ‘Ouro Verde’ e ‘Campinas’, Para exportação e fins de industrialização os mais empregados são o ‘Tatuí’, ‘Hass’, ‘Wagner’ e ‘Fuerte’ (LEONEL; SAMPAIO, 2008), Por serem cultivares diferenciadas, as variedades ‘Hass’ e ‘Fuerte’ vêm sendo comercializadas no mercado nacional sob a denominação de “Avocado” (FRANCISCO; BAPTISTELLA. 2005. DAIUTO et al.. 2007).

Segundo Daiuto et al. (2009). as cultivares ‘Hass’ e ‘Fuerte’ apresentam calibres menores, são mais valorizados comercialmente e são exportadas com selo de certificação Eurepgap.

De acordo com a Food and Agriculture Organization - FAO (2010) a produção mundial de abacate, foi cerca de 3.5 milhões de toneladas, ocupando uma área 423 mil há, onde o México. Indonésia. Estados Unidos. Colômbia. Chile e Brasil são os maiores produtores. Em 2008 a produção nacional foi de 166 mil toneladas, em área de 10.5 mil ha (IBGE. 2010).

O mercado externo de abacate tem crescido devido aos avanços nas tecnologias pós-colheita, reduções de barreiras comerciais, forte demanda pelo consumo baseado na divulgação dos benefícios na saúde, além do aumento de áreas e incentivos em países produtores (EVANS; NALAMPANG. 2006).

2.2 Pós colheita

A pós colheita tem início com a separação comestível do produto de seu meio tendo em vista a utilização como alimento e termina quando o produto é submetido ao processo de preparo para consumo final (CHITARRA. CHITARRA. 2005).

No Brasil. muito se perde da produção agrícola durante a fase pós-colheita, em função do desconhecimento de técnicas de conservação. Oliveira (1996) relatou que para a diminuição das perdas devem-se utilizar algumas técnicas como o tratamento com fungicidas, controle de temperatura e umidade, aplicação de ceras e outras coberturas e o uso de embalagens e/ou filmes plásticos (TEIXEIRA. 1991).

O abacate é um fruto climatérico cujo amadurecimento ocorre poucos dias após colheita (HARDENBURG; WATADA; WANG. 1986) com alta taxa respiratória e produção elevada de etileno. Sendo assim, torna-se importante controlar o amadurecimento desta fruta na tentativa de aumentar a vida-útil pós colheita, visando com isso o mercado interno e a exportação de frutas. (BOWER; CUTTIN. 1988; KADER. 1992; KLUGE et al.. 2002).

Um fator que limita o transporte e tempo de comercialização depreciando a qualidade da fruta pós colheita é o amolecimento decorrente do

amadurecimento. Teixeira et al. (1991) relataram que a temperatura e tempo de armazenamento influenciam no comportamento pós colheita de abacates.

Segundo Seymour e Tucker (1993) durante o amadurecimento ocorre um aumento na atividade respiratória e na produção de etileno bem como modificações no conteúdo lipídico. Além disso, ocorrem mudanças de textura e degradação das células do mesocarpo com redução no conteúdo de amido e aumento de glicose e frutose.

Enzimas associadas com a degradação da parede celular têm sido isoladas em abacates que durante o amadurecimento, tem aumento na atividade da celulase e poligalacturonase e redução de pectinametilesterase (SEYMOUR; TUCKER. 1993).

O escurecimento no mesocarpo do abacate está associado com a atividade da enzima polifenoloxidase. Seymour e Tucker (1993) referiram que o abacate também apresenta a enzima peroxidase, sendo que esta parece diminuir durante o amadurecimento. O amaciamento e amadurecimento de abacates podem ser retardados se forem refrigerados imediatamente após a colheita e mantidos em ambiente livre de etileno e temperatura ótima de armazenamento (HARDENBURG; WATADA; WANG. 1986).

O abacate é uma fruta que apresenta sensibilidade térmica e temperatura de armazenamento ideal em torno de 20°C. Temperaturas muito baixas, em torno de 5°C, ou muito alta, perto de 30°C causam distúrbios nos frutos (CHITARRA; CHITARRA. 2005; NEVES et al.. 2009).

Gayet et al. (1995) relataram que a preservação do fruto deve ser feita em temperatura superior àquela que reduz sensivelmente as funções fisiológicas, pois como toda fruta tropical é sensível ao frio. Desta forma, Neves et al. (2009) relataram que a temperatura adequada e o período de armazenamento frigorificado na conservação pós colheita do abacate vai depender da espécie, variedade, ambiente que foi submetido durante etapas de produção, estágio de desenvolvimento do fruto, manejo pós colheita e comercialização. Segundo Gayet et al. (1995) o abacate requer no máximo 10 dias a partir da colheita para atingir seu total amadurecimento, quando mantido em temperatura ambiente.

Bower e Cutting (1988) relataram que a baixa temperatura é o método de conservação mais usado na conservação pós colheita do abacate, sendo que o

tempo máximo de armazenamento varia tanto entre as variedades como em relação à temperatura utilizada.

Estudos com abacate variedade ‘Quintal’ demonstraram que esse fruto podem ser armazenados a 7°C e umidade relativa 85%-90% por até 14 dias e sua comercialização em temperatura ambiente pode durar até 3 ou 4 dias (GAYET. 1995)

Zauberman e Yanko (1977) armazenaram abacates variedades Fuerte, Nabal e Hass para estudarem a resposta dos frutos a diferentes temperaturas de armazenamento. Observaram que frutos armazenados a temperatura 0-4°C apresentaram redução da vida útil pela ocorrência de “chilling injury”. Em temperaturas de 5 e 8°C verificaram que os frutos não amadureciam e quando mantidos em ambiente a 25°C os mesmos amoleceram.

Hardenburg, Watada e Wang (1986) relataram que abacates das cultivares ‘Lula’, ‘Booth 1’, ‘Booth 8’ e ‘Taylor’ são mais tolerantes ao “chilling” e podem ser armazenadas a 4.4°C por 4 a 8 semanas. Relataram também que cultivares indiana como ‘Fuchs’, ‘Pollock’ e ‘Waldin’ são sensíveis ao frio e devem ser armazenadas a 13°C por no máximo 2 semanas.

Cultivares como ‘Fuerte’, ‘Hass’ e ‘Booth 7’ são intermediárias em relação a sensibilidade ao frio sendo melhores armazenadas a 7.2°C durante 2 semanas. Nos abacates, os sintomas dessas injurias são descoloração marrom acinzentada da polpa, escaldadura (queima da casca). “pitting” na casca e falha no amadurecimento quando mantidos em ambiente, sintomas estes que geralmente tornam visíveis com o prolongamento do armazenamento ou quando levados em condições ambientes (HARDENBURG; WATADA; WANG. 1986).

Sharon e Kahn (1979) citados por Donadon (2009) descreveram que o escurecimento dos abacates ‘Fuerte’ durante o amadurecimento, armazenados sob baixas temperaturas, está relacionado com modificações na atividade da polifenoloxidase e catalase. Notaram que nos frutos injuriados pelo frio e os não injuriados, já amadurecidos, apresentaram praticamente os mesmos níveis dessas enzimas. Verificaram com isso que a atividade da polifenoloxidase não é o único fator que contribui para o escurecimento do abacate.

Teixeira et al. (1991) afirmaram que para tentar evitar danos pelo frio em abacates, tem-se procurado utilizar alguns meios para proteção de frutos como filme de polietileno ou tratamento com solução de cloreto de cálcio.

Estudos com uso de ceras “Fruit wax” e “Sparcitrus” em abacates Fuerte demonstraram uma redução na perda de peso, não interferindo nos teores de sólidos solúveis, pH e textura. Além disso, a cera “Sparcitrus” na maior concentração foi mais eficiente na redução de perda de peso nos frutos bem como um maior brilho dos abacates (OLIVEIRA et al., 2000).

Joyce et al. (1995) relataram que abacates cultivar ‘Hass’ submetidos ao armazenamento (22°C) apresentaram maior perda de massa (0.99%) quando comparados a frutos tratados com ceras (0.51%).

Kluge et al. (2002) observaram abacates ‘Quintal’ tratados com 1-metilciclopropeno (1-MCP), concentrações de 0, 30, 90 e 270 nL L⁻¹ em um período de 12 a 24 horas em condições ambiente e temperatura de 24°C durante 9 dias. Verificaram que o 1-MCP proporcionou maior firmeza de polpa, baixa incidência de podridão nos frutos e menor desenvolvimento de coloração na polpa e na casca. Notaram também que os frutos que receberam os tratamentos mostraram uma menor taxa respiratória e baixa taxa de etileno, visto que o 1-MCP é um bloqueador da ação de etileno.

Picanço (2009) relata que mesmo sob condições adequadas de temperatura e umidade relativa ainda é difícil obter conservação de frutos que seja satisfatória por longo período de tempo. Essa dificuldade pode ser relacionada com as perdas de massa, firmeza e incidência de podridões.

2.3 Novos métodos de conservação pós colheita

Estudos realizados relatam que tratamentos complementares como atmosfera modificada ou controlada e aplicações de cálcio favorecem a preservação das frutas (BOWER; CUTTING, 1988; GAYET et al., 1995; MEIR et al., 1997).

Outras técnicas têm sido estudadas para minimizar os efeitos do amadurecimento, entre elas a aplicação da radiação ionizante gama, tratamento térmico e mais recentemente radiação ultravioleta (TREMOCOLDI, 2011).

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

2.3.1 Radiação gama

Molins (2001) relatou que durante a II Guerra Mundial, os Estados Unidos tentavam buscar novos métodos de conservação de alimentos que ajudassem a melhorar a dieta das tropas em guerras. Com isso, o exército firmou contrato com a BE Proctor do Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) afim de demonstrar a viabilidade na conservação de carne moída com uso da irradiação com raios – X. Esse mesmo autor afirma que com o fim da guerra os Estados Unidos começaram a desenvolver a radiação de alimentos pelo governo, indústrias, universidades e instituições privadas.

Em 1983 a Organização para Alimentação e Agricultura (FAO), Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) e a Organização Mundial de Saúde (OMS) em conjunto patrocinaram a criação do Grupo Consultivo Internacional sobre a Irradiação de Alimentos (ICGFI) tornando-se o instrumento para regulamentação da aplicação de irradiação em alimentos (HARDENBURG, WATADA; WANG. 1986).

O ICGFI descreve que a irradiação é uma tecnologia pós-colheita que tem a finalidade de estender a vida útil do produto ao máximo possível, sem causar com esse prolongamento o desenvolvimento de patógenos ou perdas nutricionais e qualitativas. Trata-se de um tratamento pós-colheita que pode ser utilizados tanto para desinfestação quanto para o aumento da vida útil, oferecendo, desta forma, frutos de maior qualidade. Thomas (1986) conta que a radiação ionizante tem também a vantagem de penetrar uniformemente no tecido vegetal, atuando em qualquer etapa de desenvolvimento das larvas de moscas, como *Anastrepha spp.*

Loaharanu em 1997 relata que a irradiação, em pequenas doses, é um método de pasteurização a frio utilizado para controlar doenças de origem alimentar causada por micro-organismos patogênicos, parasitas, especialmente em alimentos que são

consumidos crus ou parcialmente processados, além de apresentar característica única de poder ser aplicada em alimentos congelados (FARKAS. 1992).

As primeiras pesquisas com irradiação de alimentos no Brasil datam da década de 50 e foram realizadas pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), em Piracicaba (SP).

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

Ornellas et al. (2006) relataram que mesmo havendo a permissão do uso da irradiação na conservação de alimentos desde 1985, esta se restringiu apenas aos estudos realizados pelas instituições de pesquisas, pois não havia muitos especialistas nesse assunto. Essa Portaria foi alterada pela Portaria n° 30 de 25 de setembro de 1989 a qual autorizou o uso da irradiação a outros tipos de alimentos.

A Resolução RDC n° 23 de 21 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária aprovou o “Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos”, sendo aplicada para todos os alimentos tratados por irradiação. Segundo esse regulamento, algumas condições devem ser observadas, tais como instalações e controle do processo, fontes de radiação, doses absorvidas, embalagem e rotulagem.

Essa resolução estabeleceu que todo produto tratado por energia ionizante deve ser rotulado e constar a frase: “alimento tratado por processo de irradiação” assim como o símbolo internacional do uso da radiação ionizante, a radura (MOURA et al., 2005; VIEITES. 2009).

As irradiações permitida em alimentos são as de raios gama, produzidas a partir de radioisótopos de cobalto – 60 (^{60}Co), cério – 137 (^{137}Cs), elétrons aceleradores e raios – X (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. 1984).

Segundo Vieites (1998), essas duas fontes (^{60}Co e ^{137}Cs) são as únicas utilizadas comercialmente, pois produzem raios gama com energias adequadas. Relata também que a fonte de cobalto 60 é a que apresenta maior aceitação por estar na forma metálica, ser insolúvel em água e maior segurança ambiental. De acordo com o

autor, o uso da radiação gama na conservação dos alimentos depende do tipo de alimento, dose a ser aplicada e tempo de exposição à fonte irradiadora.

Germano. Arthur e Wiendl (1996) relataram que resultados já obtidos em experimentos para aumento da vida útil dos frutos indicaram não haver uma faixa de doses ou doses que poderiam ser preconizadas para todas as variedades. Observaram que o abacate mostrou-se uma das frutas mais sensíveis as radiações ionizantes, nas quais doses acima de 0.100 ou 0.200 kGy causaram severas descolorações de polpa bem como o escurecimento da casca. Os mesmos autores observaram que a dose ótima varia muito entre as variedades e entre variedades iguais quando cultivados em diferentes regiões.

Segundo Young (1965) citado por Germano Arthur e Wiendl (1996) abacates da variedade 'Fuerte' que foram irradiados na fase pré climatérica. nas doses de 0.050 e 0.100 kGy tiveram amadurecimento normal, mesmo que mais tardios em relação a testemunha.

Germano. Arthur e Wiendl (1996) relataram que Kahan et al (1968) irradiaram abacates das variedades 'Ethinger'. 'Fuerte'. 'Hass' e 'Naba'l. nas doses de 0.100 e 1.0 kGy cultivadas em Israel. que se apresentavam uniformemente amadurecidos. Os frutos foram irradiados logo após a colheita e 3 ou 4 dias depois, mantendo-os armazenados a 14°C.

Observações realizadas por Kahan et al. (1968) citados por Germano. Arthur e Wiendl (1996) mostraram diferenças no amadurecimento entre as variedades, desde seu retardo até seu aceleração. Verificou também que o retardo na maturação foi menor para as frutas colhidas em estágio mais avançado de amadurecimento. Deste modo constatou que para a variedade 'Ethinger' as doses de 0.150 a 0.350 kGy de irradiação aplicadas no terceiro dia após a colheita resultaram em um menor atraso de amadurecimento quando comparadas com a aplicação no primeiro dia após colheita.

Para a variedade 'Fuerte', o autor relatou que os efeitos observados foram contrários à primeira variedade, verificando que intervalos maiores entre pós colheita e irradiação retardaram mais o amadurecimento. Observou que o fruto exposto à dose de 150 Gy apresentou ligeiro escurecimento na superfície quando cortada. No entanto, os autores observaram que as variedades 'Ethinger' e 'Nabal', irradiadas com doses de 0.050 e

0.100 kGy e 'Hass' irradiados com 0.100 e 0.200 kGy não apresentaram modificações no amadurecimento.

Alguns estudos mostraram que frutos colhidos em estágio imaturo (11 a 15% de conteúdo de óleo) podem apresentar manchas externas e descoloração da polpa sendo acentuadas após irradiação. Os melhores resultados encontrados foram para as frutas colhidas no estágio adequado de maturação que suportam doses de irradiação duas a três vezes maiores do que aquelas colhidas prematura ou tardiamente. (BRODRICK; THOMAS. 1978 citados por GERMANO; ARTHUR; WIENDL. 1996).

Kanesiro (2001) realizou estudo com abacates 'Breda' irradiados com diferentes doses e verificaram que as maiores doses, 0,15; 0,20 e 0,25 kGy causaram distúrbios fisiológicos nos abacates e também manchas pretas nas cascas.

Silva (2000) relatou que a irradiação leva a formação de peróxido de hidrogênio o que faz com que a célula bacteriana seja destruída. Tem como vantagem não deixar resíduos nos frutos mantendo próprio ao consumo.

Daiuto, Tremocoldi e Vieites (2010) estudaram a conservação pós colheita de abacates 'Hass', tratados com processo de irradiação gama (^{60}Co) nas doses 0.2, 0.4; 0.6 e 0.8 kGy mantidos sob refrigeração ($\pm 10^\circ\text{C}$ e $90\pm 5\%$ de umidade relativa) por 35 dias fazendo retiradas a cada 7 dias. Observaram que a refrigeração foi um processo efetivo na conservação dos frutos. Relataram que perda de massa, respiração e firmeza foram as análises que mais mostraram diferença nos tratamentos sendo que as doses 0.2 e 0.6 kGy foram as mais efetivas para conservação dos frutos.

Daiuto et al. (2010) observaram a taxa respiratória de abacates 'Hass' colhidos no ponto de maturação fisiológica e submetidos a diferentes tratamentos físicos, como tratamento térmico (45°C por 5, 10, 15 e 20 minutos), radiação gama (doses 0.2, 0.4, 0.6 e 1.0 kGy) e radiação ultra violeta (UV-C com $\lambda = 250\text{nm}$, distância dos frutos da lâmpada de 20cm e tempo de exposição de 5, 10, 15, 20 e 25 minutos). Os frutos foram armazenados por 15 dias em temperatura ambiente e refrigerado, sendo analisados a cada 3 dias. Os autores verificaram que os abacates irradiados apresentaram a maior taxa respiratória quando mantidos em temperatura ambiente.

2.3.2 Radiação por acelerador de elétrons

Segundo Rios (2002), os aceleradores de elétrons foram uma das mais importantes ferramentas desenvolvidas, visto que encontra empregos nas mais variadas áreas tanto na investigação de fenômenos de interação entre partículas subatômicas quanto na alteração química em moléculas orgânicas.

De acordo com Mondelaers (1998) os aceleradores estão presentes em diversos processos industriais. No campo de aplicações estão à implantação iônica, a reticulação de polímeros, a microlitografia, ensaios não destrutivos e análise de materiais.

Um ramo nobre da aplicação dos aceleradores é o das ciências da saúde. Deste modo, esses instrumentos possibilitam a obtenção de radiofarmacos para diagnóstico, tratamento de enfermidades, emprego terapêutico direto, desinfecção e esterilização (SCHARF. 1994). Esses equipamentos vêm aprimorando seus parâmetros de funcionamento ao longo do tempo podendo vir a substituir com vantagens operacionais, econômicas e de segurança as fontes de radioisótopos ativos (McKEON. 1985).

Clough (2001) relatou que desde 2001 existem no mundo 200 irradiadores gama e 1000 aceleradores de elétrons que são usados apenas em aplicações industriais. Esses tipos de equipamentos vêm sendo utilizado com as mais diversas finalidades sendo que as áreas nas quais essa tecnologia é mais difundida são a modificação de polímeros, esterilização de materiais cirúrgicos e irradiação de alimentos.

De acordo com Crede (2005). o emprego das radiações ionizantes gama e feixe de elétrons, na preservação de alimentos estão crescendo mundialmente. No entanto. a grande diferença entre os raios gama provenientes de uma fonte de ^{60}Co e os elétrons oriundos de um acelerador industrial, é o seu poder de penetração (DIEHL. 1995).

Segundo Urbain (1986) enquanto os feixes de elétrons atingem poucos centímetros de profundidade os raios gama possuem maior capacidade de penetração. Sendo assim. os aceleradores de elétrons só podem ser usados em produtos com pouca espessura, garantindo assim a adequada irradiação do material.

Pino e Giodevi (2005) relataram que os aceleradores de elétrons são dispositivos que produzem feixes de elétrons com energia que variam entre 0.1 e 10 MeV. Em processos industriais de irradiação. a energia de radiação dos elétrons não deve atingir

valores altos o suficiente para que o processo de irradiação ocorra à interação com os núcleos dos átomos do material irradiado, o que pode levar a sua ativação.

Estudos descreveram que os aceleradores de elétrons são equipamentos descontínuos, isto é, podem ser ligados e desligados de acordo com as necessidades de uso. Devido à forte repulsão entre o feixe de elétrons gerado pelo acelerador e os elétrons orbitais dos átomos que compõe o material irradiado, o poder de penetração deste tipo de irradiação ionizante é muito pequeno, da ordem de mm, dependendo da energia das partículas geradas e da densidade do material a ser irradiado (PINO; GIOVEDI. 2005).

2.4 Processamento de abacate

Arvizu-Medrano et al.. (2001) relataram que o guacamole é feito da polpa de abacate acrescido de cebola, suco de limão, tomate e molho de pimenta que é consumido como antepasto ou como entrada antes do prato principal tanto na Europa. como Estados Unidos. América Central e México principalmente.

De acordo com Iturriaga et al., (2002) existem no México muitas fábricas que exportam guacamole congelado, feito de polpa de abacate ‘Hass’ que é misturada com vegetais desidratados (cebola, tomate, pimenta, alho), açúcar, sal, alginato sódico, goma xantana e alguns conservantes como pirofosfato desidrogenado de sódio, ácido ascórbico e ácido cítrico.

Corrales (1991). Withaker (1994) e Arvizu-Medrano et. al. (2002), relataram problemas de escurecimento e rancificação que ocorrem no abacate e conseqüentemente em seus derivados como o guacamole (DAIUTO et al.. 2009; DAIUTO et al.. 2010).

López-Malo et al. (1999). Palou et al. (1999) e Palou et al. (2000) descreveram que os tratamentos de alta pressão não exercem efeito sobre a cor do guacamole controle. Todavia, durante o armazenamento, severas mudanças de cor podem ocorrer.

Estudos têm sido realizados na tentativa de verificar a viabilidade tecnológica de elaboração do guacamole sem aditivos e embalagens de nylon+polietileno

(DAIUTO et al., 2007). Os autores verificaram a necessidade de ajustes na formulação e qualidade do produto.

Simon (2008) estudou a conservação do guacamole em embalagens de polietileno e polietileno+nylon, com e sem vácuo e armazenado sob refrigeração, congelamento lento e rápido. Notou que todos os tratamentos foram eficientes para análise microbiológica. Já as análises sensoriais mostraram que a embalagem de polietileno não é eficiente para manter os parâmetros sensoriais analisados. No entanto, as embalagens de polietileno e nylon obtiveram resultados melhores, porém não diferenciaram entre si quanto ao uso vácuo.

Simon (2009) analisou dois produtos de abacate, guacamole e pasta, elaborados com abacate 'Hass', estocados em embalagem de polietileno+nylon com vácuo e armazenados sob refrigeração e congelamento rápido observou que para os dois produtos não houve contaminação microbiológica. Em relação à análise sensorial, a pasta apresentou melhor resultado em relação ao guacamole. Para luminosidade, cor a^* e cor b^* os dois produtos apresentaram pouca diferença, sendo levemente melhor para a pasta.

Daiuto et al. (2009) realizaram estudos para conservação do guacamole refrigerado elaborado com abacate 'Hass' sem aditivo químico em embalagens de nylon e nylon+polietileno, armazenados sob refrigeração e congelamento lento e rápido verificaram que o produto sofreu escurecimento ao longo do período de armazenamento quando embalado em polietileno e armazenado sob refrigeração. Observaram que para o tratamento refrigerado as amostras apresentaram maior teor de fenóis. Já nas amostras congeladas verificaram menos alteração na cor do produto, porém ocorreu aumento da acidez que pode alterar o sabor do produto.

Daiuto et al. (2010b) verificaram a estabilidade físico-química de um produto de abacate (guacamole) sem aditivos e acondicionados em embalagens de polietileno e polietileno+nylon com e sem vácuo armazenadas sob refrigeração, congelamento lento e rápido. Observaram que os frutos de abacate 'Hass' apresentaram bom rendimento de polpa viabilizando a elaboração de produtos destacando o alto teor de lipídios. Verificaram que no produto elaborado houve um aumento na acidez nas amostras congeladas e armazenadas por longo período de tempo. Notaram também que o guacamole apresentou valores de cor inferiores ao da polpa, tendendo ao escurecimento ao longo do

armazenamento para aqueles acondicionados em embalagens de polietileno e refrigeradas quando comparados ao embalado com polietileno+nylon e congeladas.

Corrales (1991) observou que a industrialização e processamento do abacate na forma de pasta sofrem um rápido escurecimento enzimático, fenômenos de oxidação bioquímica catalisada por enzimas como fenólicas e polifenólicas. Sendo assim, Arvizu-Medano et al. (2001) afirmam que o guacamole deve ser consumido logo após seu preparo.

Desde 1915 pesquisadores já relatavam a tentativa de obter uma polpa de abacate estável, utilizando diferentes meios de preservação como pasteurização, secage, extração de óleo, congelamento, liofilização entre outros (MARTIN. 1991). Esse autor relatou que o congelamento adequado permite a conservação da textura e do sabor do produto, quase sem sofrer alterações por mais de um ano. Temperaturas de pasteurização ou mais elevadas permitem o desenvolvimento de sabores estranhos que afetam a qualidade organoléptica e mudanças na cor do produto.

Estudos realizados por Flowpress (2001) demonstraram que o método mais utilizado para conservação é o tratamento de alta pressão, onde a pasta de abacate foi exposta a pressões em torno de 87000 psi (600 MPa). os quais eliminam microrganismos causadores de deterioração do fruto, porém não foi descrito seu efeito sobre escurecimento enzimático.

Olaeta e Undurraga (1995) citados por Oleata (2003) descreveram o uso de IV Gama e notaram que cubos de abacate refrigerados a $1 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ com uso de atmosfera modificada de 80% de CO_2 e 20% NO_2 mantiveram-se estáveis por até 28 dias. Oleata (2003) relatou que os produtos congelados de abacate podem ser armazenados por 8-10 meses, entretanto sua qualidade começa a decrescer após 3 meses de armazenamento.

Daiuto et al. (2010b) relataram que muito dos métodos utilizados como pasteurização, secagem, extração de óleo, congelamento, liofilização, tratamento térmico, microondas, ultra pressão e uso de aditivos não resultam em um produto com qualidade final adequada. Observaram que amostras congeladas, após descongelamento voltam a escurecer e também o longo tempo de armazenamento torna o produto suscetível a rancidez. Verificaram também que o tratamento térmico resulta em “off-flavors” que modifica a textura do produto e uso de aditivos é limitado pela legislação.

Nenhum dos métodos isolados resulta em benefícios ao produto final, no entanto, consumidores buscam alimentos práticos, saudáveis e com aparência de frescos. o que limita o uso de vários dos métodos já descritos (DAIUTO et al.. 2010b).

2.5 Qualidade dos alimentos

Segundo Gava (2008), qualidade de um produto pode ser definida como um conjunto de características que irão influir na aceitabilidade de um alimento tais como aparência, textura e “flavor” (sabor + aroma).

A aparência inclui fatores como cor, tamanho, forma, integridade, consistência e defeito. Já a textura são aqueles ligados ao tato como dureza, maciez e suculência e os sentidos pela boca tais como, calor, frescor, picante adstringente, gosrduroso, fibroso, pegajoso, arenoso, farináceo dentre outros. Os fatores ligados ao “flavor” são aqueles relacionados com o gosto sendo doce, ácido, salino, amargo e com aroma como oxidado, fragrante, frutado, floral, vegetal, queimado, cremoso, rancido, metálico, etc (GAVA. 2008).

De acordo com Rombaldi et al. (2009) além dos critérios citados por Gava (2008) tem-se empregado outros métodos para definição de qualidade de frutos tais como sólidos solúveis, carboidratos totais e frações, acidez total e identificação de ácidos orgânicos, compostos voláteis totais e frações, coloração, firmeza e textura de polpa, teores de fibras totais e solúveis, dentre outros.

2.5.1 Escurecimento enzimático em alimentos

As reações enzimáticas são importantes nos alimentos formando compostos desejáveis ou indesejáveis e ocorrem não só em alimentos naturais como também em seu processamento. (BOBBIO; BOBBIO. 1992).

As mais importantes enzimas são as glicosidases (amilase, ivertase e lactase), enzimas pécticas (pectinametilesterase e poligalacturonase), esterases (fosfatase e lipase) proteolíticas (pepsina, tripsina, quimotripsina, apaína, ficina, bromelina, renina,

carboxipeptidase e leucinoaminopaptidase) e oxidases (catalase, ploifenoloxidase, glucose oxidase, oxidase do ácido ascórbico e lipoxidase) (GAVA. 2008).

Braverman (1963) citado por Gava (2008) relata que a atividade enzimática pode ocasionar mudança de cor na clorofila ou carotenóides, escurecimento em alguns alimentos, rancidez em óleos, variações no aroma, alterações no valor nutritivo das proteínas e vitaminas e mudanças na textura dos alimentos.

Sendo assim. Prabha e Patwardhan (1996). Clemente e Pastore (1998) citados por Daiuto e Vieites (2008) o controle da atividade da peroxidase e polifenoloxidase torna-se de grande importância para a tecnologia de alimentos já que são responsáveis pelo escurecimento nas frutas e vegetais bem como nos produtos processados.

2.5.1.1 Polifenoloxidase (EC. 1.14.18.1)

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), as polifenolxidasas (EC 1.14.18.1) são enzimas que atuam nos compostos fenólicos levando sua oxidação a quinona quando na presença de oxigênio ocasionando o escurecimento dos tecidos devido a polimerização ou reação com aminoácidos e proteínas.

Evangelista (1998) relata que o controle do escurecimento enzimático durante armazenamento e processamento é importante para preservação da aparência dos frutos. Esse mesmo autor relata que a preservação da polpa de abacate é afetada principalmente pelo escurecimento enzimático catalisado pela polifenoloxidase (PFO) e pela degradação da peroxidase (POD).

Araújo (1999) descreve que a ação dessa enzima em frutas e vegetais in natura leva as perdas econômicas consideráveis, além de diminuir a qualidade nutritiva e alterar o sabor.

Segundo Martin (1991), o abacate por possuir uma grande atividade enzimática, principalmente a polifenoloxidase torna-se um alimento altamente sensível a reações de escurecimento. Na ausência do ácido ascórbico, a polifenoloxidase tem a capacidade de mudar os compostos fenólicos presentes nas células, como o ácido clorogênico, as leucoantocianinas, catecol entre outros.

O rompimento das paredes celulares deixa esses compostos com os ênzimos que catalisam sua oxidação a compostos como as quinonas até obter a

transformação em melaninas de intensa coloração marrom que embora não apresentem ação tóxica, têm a capacidade de alterar a aparência do produto, induzindo também mudanças no aroma e sabor (MARTIN. 1991).

Por ser um fruto climatérico, com alta taxa respiratória e elevada produção de etileno o abacate enfrenta alguns entraves na comercialização, pois é um fruto de alta perecibilidade (KADER. 1992). Sendo assim, o controle da atividade enzimática durante armazenamento e processamento do fruto é de grande importância para a preservação da aparência do abacate (LUÍZ. HIRATA; CLEMENTE. 2007).

Luiz. Hirata e Clemente (2007) relataram que a polifenoloxidase aumenta conforme o fruto atinge o pico climatérico variando entre os frutos e entre as variedades. Esse estudo foi realizado sobre a cinética de inativação das enzimas em extrato enzimático obtidas das polpas dos abacates ‘Quintal’, ‘Fortuna’ e ‘Coquete’ nos estádios verde e maduro. Verificaram que a atividade enzimática pode variar entre os frutos e entre variedades da mesma espécie. Ao término dos estudos, puderam observar que entre as três variedades estudadas a Fortuna foi a que apresentou menor atividade enzimática.

Daiuto e Vieites (2008) observaram a atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase em abacates da variedade ‘Hass’, verdes e amadurecidos submetidos ao tratamento térmico. Verificaram que os frutos verdes tratados foram os que apresentaram menor atividade. Observaram que os frutos não tratados e já amadurecidos apresentaram valores elevados para esta enzima. Os mesmos autores puderam concluir que o tratamento térmico nos abacates foi efetivo para a inativação da enzima polifenoloxidase. No entanto, para a enzima peroxidase, o tratamento não foi efetivo na inativação da mesma.

Donadon et al. (2009) avaliaram abacates variedade ‘Hass’ e notaram que durante o armazenamento refrigerado, as enzimas polifenoloxidase e peroxidase apresentaram resultados inalterados com o passar dos dias. Quando os frutos foram deixados em ambiente, observaram que a peroxidase manteve-se inalterada e que a polifenoloxidase aumentou. Frutos considerados testemunha apresentaram aumento dessas enzimas.

2.6 Compostos fenólicos e sua importância

De acordo com Carper (1995) citado por Carvalho et al. (2006) um dos fatores que esclarecem o efeito medicinal dos alimentos é a presença de antioxidantes em sua composição. Dessa maneira, diversos problemas de saúde estão relacionados à forma tóxica do oxigênio, um grande responsável por processos de oxidação como obstrução das artérias, transformação de células em células cancerosas, problemas nas articulações, mau funcionamento do sistema nervoso e envelhecimento.

As frutas são grandes fontes de vitaminas, minerais e fibras muito importantes nutricionalmente na dieta. Atualmente, maior atenção vem sendo dada a esses alimentos visto que o consumo regular de vegetais está associado à redução da mortalidade e morbidade por doenças crônicas não transmissíveis. O efeito protetor desses alimentos tem sido atribuído à presença de compostos fitoquímicos que apresentam ação antioxidante destacando entre eles os polifenóis ou compostos fenólicos (WANG. CAO. PRIOR. 1996; BRAVO. 1998; MARTINEZ-VALVERDE. PERIAGO. ROS. 2000; KAUR. KAPOOR. 2002).

Estudos têm demonstrado que frutas e outros vegetais apresentam substâncias antioxidantes distintas nas quais tem sido comprovada a capacidade antioxidante. Os compostos fenólicos como flavonóides, ácidos fenólicos, antocianinas, vitamina C e E e carotenóides são contribuintes para o efeito benéfico dos alimentos.(SILVA. 2004; AJAIKUMAR. 2005. CARVALHO et al.. 2006). Karakaya (2004) e Ninfali (2005) relataram que os polifenóis exercem efeitos significativos na redução do câncer e doenças cardiovasculares.

Segundo Rombaldi et al. (2009), os compostos fenólicos são uma das maiores classes de metabólitos secundários das plantas, sendo importantes no metabolismo delas. São importantes também para os seres humanos devido às características relacionadas com as propriedades antioxidantes.

Os compostos fenólicos agem como antioxidantes tanto pela habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, como também impedir a oxidação de vários componentes dos alimentos, principalmente de ácidos graxos e de óleos (CUVELIER; RICHARD; BERSET. 1992; MAILLARD et al.. 1996).

Os compostos fenólicos também contribuem para a qualidade sensorial dos frutos como coloração, aroma, adstringência e amargor, que pode ser afetada durante os processos tecnológicos para produção de sucos, geléias, conservas, polpas, fermentados, etc. Apresentam atividade carcinogênica relacionada com a inibição de cólon, esôfago, pulmão, fígado, mama e pele. Quando ingeridos de forma regular na dieta, auxiliam na prevenção de doenças cardiovasculares, além de atividade antiinflamatória, antialérgica, antitrombótica, antimicrobiana e antineoplásica (ROMBALDI et al., 2009).

De acordo com Melo et al. (2008), as frutas são as principais fontes de compostos fenólicos. Devido aos fatores intrínsecos como variedade e estágio de maturação, e extrínsecos como condições climáticas apresentam quantidades diferentes desses compostos, sendo que a eficácia da ação antioxidante vai depender da concentração deste nos alimentos.

Segundo Giada e Mancini-Filho (2006), em animais e humanos, os compostos fenólicos são capazes de reagir com radicais livres formando radicais estáveis. Karakaya (2004) relata que no grupo dos compostos fenólicos os que mais se destacam são aqueles considerados antioxidantes fenólicos comuns em fontes naturais tais como os flavonóides e os ácidos fenólicos.

Estudos realizados por Tremocoldi (2011) mostraram que abacates Hass tratados com radiação (doses: 0.2, 0.4, 0.6 e 1.0 kGy e testemunha – nenhuma dose), radiação UV-C (5, 10, 15 e 20 minutos e testemunha) e tratamento térmico (45°C por 5, 10, 15 e 20 minutos e testemunha) mantidos sob temperatura de refrigeração ($10\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 5\%$ de UR) e ambiente ($21\pm 1^\circ\text{C}$ e $70\pm 5\%$ de UR) apresentaram maior teor de compostos fenólicos totais ao longo do armazenamento refrigerado quando comparados aqueles que receberam os tratamentos de irradiação gama, UV-C e tratamento térmico.

Observações realizadas pelo mesmo autor demonstraram que o tratamento térmico durante 5 e 10 minutos foi efetivo na manutenção dos compostos fenólicos totais quando comparado aos demais tratamentos, menos quando comparado a testemunha. Notou que a radiação UV-C aumentou a quantidade de compostos fenólicos durante o armazenamento. Verificou também que em temperatura ambiente houve maior concentração no teor de compostos fenólicos nos frutos possivelmente caracterizados pela perda de água nos mesmos.

2.6.1 Antioxidantes

Segundo Sies e Stahl (1995), os antioxidantes podem ser definidos como quaisquer substâncias que, presentes em baixas concentrações quando comparada a um substrato oxidável, atrasam ou inibem a oxidação deste substrato de maneira eficaz.

Segundo Duran (1993), os antioxidantes naturais começaram a ser pesquisados na década de 80 na tentativa de substituir parcial ou total os antioxidantes sintéticos. Sendo assim, atualmente vêm sendo realizadas pesquisas envolvendo compostos antioxidantes oriundos de fontes naturais devido a sua importância na prevenção do desencadeamento das reações oxidativas, tanto nos alimentos como no organismo animal. Podem agir retardando ou prevenindo a oxidação do substrato envolvido nos processos oxidativos impedindo a formação de radicais livres. (HALLIWEL. 1995).

De acordo com Shahidi (1996), os antioxidantes são reconhecidos por possuir ação em diferentes níveis do processo de oxidação envolvendo as moléculas de lipídios e agem diminuindo a concentração de oxigênio evitando assim a oxidação através do sequestro do radical hidroxil, quelando os íons metálicos e decompondo produtos primários a compostos que não são radicais. Desse modo, Bianchi e Antunes (1999) relataram que os antioxidantes são responsáveis pela inibição e redução de lesões causadas pelos radicais livres nas células.

Segundo Barreiros. David e David (2006), a oxidação é parte fundamental da vida aeróbica do metabolismo sendo os radicais livres produzidos naturalmente ou por alguma disfunção biológica. A formação dos radicais livres leva ao estresse oxidativo que desencadeia alterações nas proteínas extracelulares bem como modificações nas células, sendo a peroxidação de ácidos graxos o maior dano (HIRATA; SATO; SANTOS. 2004).

Kubov (1993) relatou que a oxidação de óleos e gorduras é uma das principais causas de deterioração nos alimentos. Desta forma, Ramalho e Jorge (2003) descreveram que para retardar ou inibir a oxidação lipídica de óleos e gorduras torna-se necessário a utilização de antioxidantes, já que a oxidação é responsável pelos sabores e odores desagradáveis, o que faz com que os alimentos tornem-se impróprios ao consumo afetando a qualidade nutricional (SILVA; BORGES; FERREIRA. 1999).

De acordo com Karakaya (2004), dentre os antioxidantes que mais se destacam estão os flavonóides e ácidos fenólicos sendo estes benéficos ao organismo por apresentarem capacidade de seqüestrar radicais livres (DECKER. 1997).

Melo et al. (2008) avaliaram abacaxi, acerola, caju, goiaba, laranja cravo, laranja pêra, mamão Formosa, mamão Havaí, manga espada, manga rosa, melancia, melão espanhol, melão japonês, melão orange flesh e pinha quanto a capacidade antioxidante e notaram que estas apresentam-se como excelentes fontes de antioxidantes naturais, nas quais acerola, caju, mamão ‘Formosa’, mamão ‘Havai’, goiaba, laranja pêra e pinha obtiveram maior destaque.

Estudos realizados demonstraram que a utilização de compostos antioxidantes encontrados na dieta ou mesmo sintéticos é um dos mecanismos de defesa contra os radicais livres que podem ser empregados nas indústrias de alimentos, Cosméticos, bebidas e também na medicina, sendo que muitas vezes os próprios medicamentos aumentam a geração intracelular desses radicais (DOROSHOW, 1983; HALLIWELL et al., 1995; WEIJL et al., 1997).

Tremocoldi (2011) trabalhando com abacates variedade ‘Hass’. tratados com radiação (doses: 0,2; 0,4; 0,6 e 1,0 kGy e controle – nenhuma dose), radiação UV-C (5. 10. 15 e 20 minutos e testemunha) e tratamento térmico (45°C por 5. 10. 15 e 20 minutos e testemunha) mantidos sob temperatura de refrigeração ($10\pm1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm5\%$ de UR) e ambiente ($21\pm1^{\circ}\text{C}$ e $70\pm5\%$ de UR) observou que os frutos do tratamento testemunha e sob refrigeração apresentaram maior capacidade antioxidante durante o armazenamento refrigerado do que aqueles que receberam os tratamentos.

O mesmo autor observou que o tratamento térmico durante 5 e 10 minutos foram efetivos na manutenção da capacidade antioxidante dos abacates. Verificou que a dose 0,6 kGy não foi efetiva na manutenção da capacidade antioxidante bem como acelerou o processo de senescência dos frutos. A radiação ultravioleta não manteve a capacidade antioxidante. Notou também que o armazenamento refrigerado foi efetivo na manutenção da capacidade antioxidante em todos os tratamentos principalmente para a testemunha.

2.6.2 Enzimas de amadurecimento

Ludford (1987) descreve que o estágio de amadurecimento de frutos pode ser visto como aquele que favorece as condições de consumo ao produto, estando fisiologicamente desenvolvido. Durante o amadurecimento de frutos algumas modificações ocorrem nas células vegetais e essas modificações interferem diretamente na qualidade pós-colheita dos mesmos.

De forma geral, Kieber (2004) afirmou que tais mudanças causam o amolecimento dos frutos devido à quebra enzimática das paredes celulares, causam hidrólise do amido, assim como acúmulo de açúcares, declínio de ácidos orgânicos e de compostos fenólicos, incluindo os taninos. No mesmo período são produzidos os componentes do aroma e sabor. Dependendo da variedade do fruto, os conteúdos de ácidos cítricos e málico podem ou não diminuir durante o processo de amadurecimento.

2.6.2.1 Poligalacturonase e Pectinametilesterase (PG e PME)

Chitarra e Chitarra (2005) relataram que o amaciamento de frutos durante amadurecimento é seguido pelo aumento na solubilização de substâncias pécticas na parede celular e lamela média ocasionando um acréscimo no teor de pectina solúvel em água.

Mudanças na estrutura podem ser atribuídas à ação da pectinametilesterases (PME) e poligalacturonase (PG) sendo a primeira responsável pelo rompimento da ligação metil-éster e a segunda por transformar os polímeros de ácido galacturônico em ácidos pécticos, estes solúveis em água (SEYMOUR et al., 1993; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

De acordo com Fry (1986), a PME catalisa a hidrólise de grupos metil-éster produzindo uma pectina com menor grau de metilação a qual é quebrada pela PG. Com isso, o sinergismo entre as duas enzimas faz com que estas exerçam papel importante no processo de amolecimento do fruto durante o amadurecimento.

Bower e Cutting (1988), Seymour e Tucker (1993) e Kluge et al (2002) trabalhando com abacates da variedade Quintal e aplicação de 1-Metilciclopropeno.

para inibição do amadurecimento, constataram que com o avanço do amadurecimento dos abacates enzimas como as pectinolítica, poligalacturonase e pectinametilesterase transformam a pectina insolúvel em solúvel causando o amolecimento dos frutos.

Donadon et. al. (2008) relataram que abacates ‘Hass’ refrigerados apresentaram atividade da PG inalterada enquanto que a PME diminuiu com o tempo de armazenamento. Já para os frutos mantidos em temperatura ambiente notou-se que a atividade dessas enzimas aumentou. Observaram também que para os frutos testemunha a PG aumentou até o 12º dia de armazenamento e depois diminuiu até 18ºdia. Já a PME durante os 15 primeiros dias diminuiu, vindo a aumentar até 18 dias armazenados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Matéria prima

Foram utilizados frutos de abacate ‘Hass’, safra de 2010, fornecidos pela empresa Jaguacy, localizada em Bauru/SP, cujas coordenadas geográficas são: latitude 22°19'18" S. longitude 49°04'13" W e 526m de altitude, distante 90km de Botucatu. Os frutos depois de colhidos no ponto de maturação fisiológica. com teor de óleo de 21.6% foram transportados para o Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômicas. Campus de Botucatu. SP. Em seguida foram selecionados visando à homogeneização do lote quanto ao tamanho, cor e ausência de injúrias e defeitos.

Os frutos foram divididos em dois experimentos sendo um a radiação gama de ^{60}Co e outra radiação por acelerador de elétrons. Após observações nos frutos, foi escolhida a melhor dose de irradiação gama (^{60}Co) para a produção do guacamole. Segundo Vieites (2009), a melhor dose sugerida para o abacate é a 0.4 KGy.

3.2 Experimento I - Radiação gama

Os abacates foram irradiados no IPEN (Instituto de Pesquisa Energéticas Nucleares) na Universidade de São Paulo (USP) localizada na cidade de São

Paulo. Os abacates foram irradiados com ^{60}Co nas doses 0,2; 0,4; 0,6 e 1,0 KGy e testemunha, que não recebeu nenhuma dose.

Em seguida foram transportados para o Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agronômicas. Campus de Botucatu. SP onde ficaram armazenados em condição de temperatura ambiente ($21\pm 1^\circ\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).

3.3 Experimento II – Acelerador de elétrons

Os abacates foram irradiados pelo acelerador de elétrons no IPEN (Instituto de Pesquisa Energéticas Nucleares) na Universidade de São Paulo (USP) localizada na cidade de São Paulo no acelerador multipropósito com esteira continua que possui baixa energia e penetração limitada, podendo chegar a 2mm em produtos com densidade igual a 1. nas doses 0.48; 0.80; 1.12 e 1.45 Mev e testemunha, que não recebeu nenhuma dose.

Em seguida foram transportados para o Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agronômicas. Campus de Botucatu. SP onde ficaram armazenados em condição de temperatura ambiente ($21\pm 1^\circ\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).

3.4 Análises

Os frutos foram analisados aos 0, 3, 6, 9 e 12 dias de armazenamento. tempo este que os abacates mantiveram suas qualidades. Os frutos foram mantidos em temperatura ambiente $21\pm 1^\circ\text{C}$ e $70\pm 5\%$ de UR

Foram realizadas análises em triplicata, destrutivas e não destrutivas, nos frutos e separados como grupo parcela e grupo controle.

3.4.1 Grupo Parcela

3.4.1.1 Potencial Hidrogenionico (pH)

Foi realizada a leitura de pH nas amostras trituradas de abacate em potenciômetro digital DMOH 2 de acordo com metodologia do Instituto Adolf Lutz (2008).

3.4.1.2 Acidez Titulável (AT)

Determinada de acordo com metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) utilizando-se 5 gramas de polpa homogeneizada e diluída em 95 mL de água destilada, seguida de titulação com solução padronizada de NaOH a 0.1M, tendo como indicador o ponto de viragem da fenolftaleína. Segundo Chitarra e Chitarra (2005) a acidez deve ser expressa no ácido de maior concentração no fruto, sendo para abacate o ácido cítrico.

3.4.1.3 Sólidos Solúveis (SS)

A análise de sólidos solúveis foi realizada através de leitura refratométrica direta em graus Brix (°Brix), em três amostras, com o refratômetro tipo Abbe, marca ATAGO – N1, de acordo com os procedimentos descritos por Tressler e Joslyn (1961).

3.4.1.4 Índice de Maturação - Ratio (SS/AT)

Foi calculado através da relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável.

3.4.1.5 Firmeza

Para avaliação da firmeza utilizou-se texturômetro (Stevens-LFRA Texture Analyser). com profundidade de penetração de 2.0 mm, velocidade de 2.0 mm s⁻¹ e

ponteiro TA 9/1000. A leitura foi realizada nas metades dos frutos com casca e sem caroço, na região mediana de cada lado do fruto. Os resultados obtidos foram expressos em grama força (gf cm^{-2}) e referem-se à máxima força requerida para que uma parte do ponteiro penetre no abacate.

3.4.1.6 Capacidade antioxidante e compostos fenólicos totais

3.4.1.6.1. Preparo do extrato etanólico da polpa

Foi utilizada a mistura de solvente etanol: água (80:20 v/v) para a extração, por ser um bom solvente de extração para compostos fenólicos, apresentar facilidade de manipulação e baixa toxicidade. Os extratos das frutas foram obtidos em triplicata. Foram pesados 3.0 g da polpa do abacate em tubos tipo Falcon no qual foram adicionados 30 mL da mistura etanol: água (80:20 v/v). Os tubos contendo a polpa do fruto e o solvente foram submetidos à trituração com Turrax por alguns minutos em temperatura ambiente. Após, os extratos foram centrifugados a 5000xg durante 15 minutos. Em seguida, os extratos foram filtrados e armazenados em frascos ambar e a temperatura de 8°C, até o momento das análises, não ultrapassando uma semana após preparo.

3.4.1.6.2 Atividade antioxidante pelo método DPPH

A medida da capacidade sequestrante foi determinada pelo método DPPH baseado no princípio de que o DPPH (1.1-difenil-2-picrilidrazil), sendo um radical estável de coloração violeta, aceita um elétron ou um radical hidrogênio para tornar-se uma molécula estável, sendo reduzido na presença de um antioxidante e adquirindo coloração amarela. Na forma de radical, o DPPH possui uma absorção característica a 517nm, que desaparece à medida que ele vai sendo reduzido pelo hidrogênio doado por um composto antioxidante (MENSOR et al., 2001). A mistura de reação foi constituída pela adição de 500 μL dos extratos etanólico da polpa, 3.0mL de etanol 99% e 300 μL do radical DPPH em solução de etanol 0.5mM e incubada por 45 minutos, em temperatura ambiente e ao abrigo

da luz. A atividade anti-radical foi determinada na forma de atividade antioxidante (AA), pela equação:

$$AA (\%) = 100 - \{[(Aa - Ab) \times 100] / Ac\}$$

Onde:

Aa = absorbância da amostra;

Ab = absorbância do branco;

Ac = absorbância do controle negativo.

O controle negativo foi realizado substituindo-se o volume do extrato por igual volume do solvente utilizado na extração. O branco foi preparado substituindo o volume da solução de DPPH por igual volume de solvente.

3.4.1.6.3 Compostos fenólicos totais

O conteúdo total de compostos fenólicos do extrato etanólico da polpa de abacate foi determinado pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ORTHOFER; AMUELA. 1999). O reagente de Folin-Ciocalteu é uma solução complexa de íons poliméricos formados a partir de heteropoliácidos fosfomolibdicos e fosfotungsticos. Esse reagente oxida os fenolatos, reduzindo os ácidos a um complexo azul Mo-W. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 740nm. Para a realização da análise, uma alíquota de 0.5mL do extrato etanólico foi transferida para um tubo e adicionado 2.5mL do reagente Folin Ciocalteu, diluído em água 1:10. A mistura permaneceu em repouso por 5 minutos. Em seguida foi adicionado 2mL de carbonato de sódio 4% e os tubos deixados em repouso por 2 horas em local escuro. Uma amostra em branco foi conduzida nas mesmas condições e os resultados dos compostos fenólicos totais foram expressos em equivalente de ácido gálico, com base em uma curva de calibração de ácido gálico com concentrações variando de 5 a 100µg/mL.

3.4.1.7 Extração e Determinação da Atividade da Pectinametilesterase (PME)

A atividade de pectinametilesterase (PME) foi determinada segundo Hultin et al., (1966). Para preparação do extrato enzimático pesaram-se 5g da amostra que foram trituradas em polytron com 20mL de NaCl a 0.2N, gelado. O mesmo foi filtrado e 5 mililitros do extrato enzimático foram adicionados sobre 30 mL de pectina cítrica 1% em NaCl 0.2N. O pH da solução foi mantido em torno de 7,0., por dez minutos, através da titulação com NaOH 0.01N. Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 η mol de NaOH $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$ de massa fresca, nas condições de ensaio. Os resultados foram expressos em U.E. $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$.

3.4.1.8 Extração e Determinação da Atividade da Poligalacturonase (PG)

A extração enzimática foi realizada segundo técnica de Buescher e Furmanshi (1978), com modificações, utilizando-se 5g de polpa do fruto congelado, homogeneizado em polytron, com água destilada gelada. O homogenato foi filtrado em tecido fino (organza) e o resíduo ressuspendido em NaCl 1N resfriado. O pH foi ajustado para 6.0 com auxílio de NaOH 0.01N e o extrato foi incubado a 4°C por uma hora. O extrato foi novamente filtrado em papel filtro e utilizado para determinação da atividade enzimática. O extrato foi incubado em solução de 0.25% de pectina cítrica a 30°C por 3 horas. A reação foi interrompida com banho fervente e os grupos redutores liberados, determinados pela técnica de Somogy, modificada por Nelson (1944). Uma unidade de PG foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a formação de 1 η mol de grupos redutores por minuto, nas condições de ensaio. Os resultados foram expressos em U.E. $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$.

3.4.2 Grupo controle

3.4.2.1 Perda de massa

Para análise de perda de massa foi utilizada uma balança Owlabor carga máxima de 2000g e divisão de 10mg.

3.4.2.2 Respiração

A curva de respiração foi obtida pela avaliação dos frutos a cada 3 dias tanto para os abacates irradiados quanto para os acelerados. A determinação da taxa de respiração feita de forma indireta foi efetuada em respirômetro, pela medida do CO₂ liberado, de acordo com metodologia adaptada de Bleinroth et al.. (1976).

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

$$TCO_2 = [2.2 \times (A - B) \times V1] / (P \times T \times V2)$$

Onde:

TCO₂ = Taxa de respiração em mL de CO₂. Kg de fruta⁻¹. hora⁻¹;

B = Volume gasto em mL de HCl padronizado para a titulação de hidróxido de potássio-padrão antes da absorção de CO₂;

A = Volume gasto de HCl padronizado para a titulação de hidróxido de potássio após a absorção de CO₂ da respiração;

V1 = Volume de hidróxido de potássio usado na absorção de CO₂ (mL);

P = Peso dos frutos (kg);

T = Tempo das reações metabólicas (1 hora);

V2 = Volume de hidróxido de potássio utilizado na titulação (mL);

2.2 = devido ao equivalente de CO₂ (44/2). multiplicado pela concentração do ácido clorídrico a 0.1 N.

3.5 Experimento III – Processamento do fruto - Guacamole

Os abacates para produção do guacamole foram irradiados no IPEN (Instituto de Pesquisa Energéticas Nucleares) na Universidade de São Paulo (USP) localizada na cidade de São Paulo. Ao mesmo tempo foi realizada uma produção de guacamole testemunha para controle. Em seguida, os frutos irradiados foram transportados para o Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu, SP onde ficaram armazenados em condição de temperatura ambiente ($21\pm1^{\circ}\text{C}$ e $70\pm5\%$ UR) até atingir um grau de amadurecimento adequado para consumo e produção.

O guacamole foi elaborado com a polpa dos abacates irradiados (dose 0,4 kGy) e não irradiados acrescido de molho de pimenta, tomate, cebola e sal (obtidos em supermercado local), ácido cítrico (0.5%) e ácido ascórbico (1.5%). Os tomates foram lavados e colocados em imersão em hipoclorito de sódio a 1% durante 20 minutos. Em seguida, realizou-se a remoção do pedúnculo, casca e caroço dos frutos. Fez-se uma seleção e corte da polpa adicionando em seguida os demais ingredientes.

Para a formulação do guacamole foi utilizada 2500g de polpa, 37.5g de pimenta, 75g de cebola batida, 350g de tomate, 27.5g de sal, 12.5g de ácido cítrico e 34.5g de ácido ascórbico. Para uma melhor homogeneização do produto, sugere-se misturar o sal, ácido cítrico e ácido ascórbico com o molho de pimenta e a cebola batida antes de acrescentar ao produto.

Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos de polietileno e nylon a vácuo mantidas em refrigeração a temperatura de $4\pm1^{\circ}\text{C}$ e $23\pm5\%$ UR e congeladas a -18°C em freezer comum.

Análises foram realizadas no dia zero e após 7 dias refrigerado. 30. 60. 90 para os congelados. 90 + 3 e 90 + 7os dois últimos foram descongelados e mantidos refrigerados. Foram realizadas análises de pH e acidez titulável (conforme descrito para abacate), gordura e umidade de acordo com Instituto Adolfo Lutz (2005), microbiologia (APHA. 2001), enzimas (conforme já descrito para abacates), cor e avaliação sensorial.

3.5.1 Extração e Determinação da Atividade da Polifenoloxidase (PFO ou PPO) (EC. 1.14.18.1)

Quinhentos miligramas (500mg) de polpa foram pulverizadas em nitrogênio líquido, homogeneizadas em 5 ml de tampão acetato de sódio 100 mM pH 6.5 e centrifugados a 12.000 g por 25 minutos à 4°C, obtendo-se dessa maneira o extrato bruto. O sobrenadante foi utilizado para determinação da enzima polifenoloxidase (PPO) de acordo com Lima (1994). Em seguida, em tubos de ensaio, foi realizado um branco da solução no qual foram utilizados 0.3mL da solução tampão e 1.85mL de catecol 0,1M. Para o branco da amostra foram utilizados 0.3mL de amostra e 1.85mL de água deionizada e para amostra utilizou-se 0.3mL da amostra e 1.85mL de catecol 0,1M. Após, os tubos foram levados para o banho maria a 30°C por 30 minutos. Ao final desse tempo, foi adicionado 0,8mL de ácido perclórico 0.2N afim de paralisar a reação. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 395nm. A atividade da enzima polifenoloxidase foi determinada pela equação:

$$\text{PFO} = \frac{(\text{Leitura}/30) \times 1000}{\text{Peso}}$$

Onde:

30 = Tempo de reação

Leitura = Leitura da amostra – a leitura do branco

Os resultados foram expressos em $\mu\text{mol catecol min}^{-1}.\text{g}^{-1}$ massa fresca.

3.5.2 Microbiologia

Transcorrido o tempo de armazenamento realizou-se análise microbiológica no Laboratório de microbiologia de alimentos do Instituto de Biociências da UNESP de Botucatu.

As análises foram realizadas de acordo com os métodos da American Public Health Association (APHA. 2001) e os resultados foram comparados aos

parâmetros estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001.

Foram analisadas a presença de coliformes totais e termotolerantes (45°C). *Salmonella* e *Staphylococcus* coagulase positiva.

De acordo com essa resolução, o produto final deve conter no máximo 10^2 NMP/g de Coliformes termotolerantes, 10^3 UFC/g de *Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus* e ser ausente de *Salmonella* em 25g de produto analisado.

3.5.3 Cor

A cor foi medida em colorímetro da marca Konica Minolta (Chroma meter. CR 400/410) em faixa de comprimento de onda de 380 a 780 nm. Foi realizada a leitura de refletância com ângulo de observação de 2° e selecionado o iluminante C. A cor foi expressa pelo sistema de coordenadas retangulares L, a*, b* conforme a Commission Internationale de Eclairage (CIE) onde L expressa em porcentagem valores de luminosidade (0% = negro e 100% = branco), a* representa as cores vermelha (+) ou verde (-) e b* as cores amarela (+) ou azul (-). A leitura foi feita em dois pontos distintos do guacamole logo após a abertura da embalagem.

3.5.4 Análise sensorial

Foi realizada por um grupo de 10 provadores selecionados, sendo 2 homens e 8 mulheres, faixa etária entre 20 e 35 anos. As degustações foram realizadas pela manhã (9:00 horas) ou a tarde (15:00 horas). O guacamole foi servido com salgadinho de milho tipo Dippas e sugeriu-se que os provadores tomassem água entre uma degustação e outra. Utilizaram-se fichas apresentando os parâmetros sensoriais considerados como importantes na aquisição de um produto, como aparência, textura, sabor, cor e aceitação. Para a avaliação sensorial utilizou-se de escala hedônica de 9 pontos, indicando o quanto os provadores gostaram ou desgostaram do guacamole (CHAVES; SPROESSER. 1999).

3.5.5 Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, fatorial 5 x 3. Os resultados foram submetidos a análise de variância seguida pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento I – Radiação Gama (^{60}Co)

A tabela 1 apresenta os valores de pH para polpas de abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação (0.0; 0.2; 0.4; 0.6 e 1.0 kGy). armazenados em temperatura ambiente ($21\pm 1^\circ\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).

Tabela 1: Potencial hidrogenionico (pH) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação gama e armazenados em temperatura ambiente ($21\pm 1^\circ\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR) durante 12 dias (Botucatu. UNESP. 2011).

Tratamento	Dias de armazenamento				
	0	3	6	9	12
0,0 kGy	7,0aA	6,6aA	7,0aA	7,0aA	7,0abA
0,2 kGy	7,0Aa	7,0aA	7,0aA	7,0aA	7,0abA
0,4 kGy	7,0aA	7,0aA	7,0aA	7,33aA	7,0aA
0,6 kGy	7,0aA	7,0aA	7,0aA	7,0aA	7,0aA
1,0 kGy	7,0aA	7,0aA	7,0aA	7,0aA	6,3bB
CV (%)	3,76				
Média	6,97				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença estatística entre os dias de análise bem como entre as doses de irradiação. Notou-se que, para a testemunha, no 3º dia de armazenamento, o valor de pH abaixou, voltando a subir no 6º dia de armazenamento, ficando constante até

o 12º dia. Somente difere dos demais resultados a dose de 1,0 kGy no ultimo dia de análise. A média de valores para pH encontrado nos frutos foi de 6.97%.

Daiuto et al. (2010) também não observaram diferenças significativas para pH em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de radiação. Tremocoldi (2011) verificou diminuição no valor do pH nos abacates ‘Hass’ verdes e amadurecidos, respectivamente.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o amadurecimento de frutos leva ao aumento nos valores de pH, diferindo dos valores encontrados nesta pesquisa.

Observou-se neste experimento, que para avaliação da acidez. o controle. 0.2 e 1.0 kGy não apresentaram diferença estatística durante os 12 dias de armazenamento. Nas doses 0,4 e 0,6 kGy, o 9º e 6º dias diferem dos dias 3. 6 e 12 e dia 6 de armazenamento para as duas doses respectivamente. Notou-se resultados próximos ao da testemunha durante todos os dias de armazenamento bem como nas diferentes doses.

Nas condições em que o experimento foi realizado, verificou-se uma média geral para acidez nos frutos de 0,01(g de ácido cítrico 100g⁻¹ de polpa) e coeficiente de variação de 22,68%. A tabela 2 apresenta os valores de acidez (g de ácido cítrico 100g⁻¹ de polpa) nas polpas dos abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação (0,0; 0,2; 0,4; 0,6 e 1,0 kGy) e armazenados em temperatura ambiente (21±1°C e 70±5% UR).

Tabela 2: Acidez titulável (g de ácido cítrico 100g⁻¹ de polpa) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação e armazenados em temperatura ambiente (21±1°C e 70±5% UR) durante 12 dias (Botucatu. UNESP. 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento				
	0	3	6	9	12
0,0kGy	0,01aA	0,013aA	0,013bA	0,01aA	0,01aA
0,2 kGy	0,01aA	0,01aA	0,01bA	0,01aA	0,013aA
0,4 kGy	0,01aB	0,013aB	0,01bB	0,02aA	0,013aB
0,6 kGy	0,01aA	0,01aA	0,02aA	0,01aA	0,01aA
1,0 kGy	0,01aA	0,013aA	0,01bA	0,013aA	0,01aA
CV (%)	22,68				
Média	0,01				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tremocoldi (2011) analisou abacates ‘Hass’ verdes e amadurecidos e notou que o valor médio de acidez para o fruto verde foi 0.50 g de ácido cítrico 100g⁻¹ de polpa e para o fruto amadurecido foi de 0.94 g de ácido cítrico 100g⁻¹ de polpa, discordando dos valores apresentados durante este experimento. Bleinroth e Castro (1992) relataram que os frutos de abacate possuem baixa acidez, sendo menor nos frutos amadurecidos.

As frutas, durante amadurecimento, perdem rapidamente a acidez, porém, em alguns casos, acontece um pequeno aumento nos valores no decorrer da maturação (CHITARRA; CHITARRA. 2005).

Os sólidos solúveis (SS) indicam a quantidade, em gramas, dos sólidos que se encontram dissolvidos nos sucos ou polpa de frutas, são designados como °Brix e apresentam tendência de aumento conforme o avanço do amadurecimento. Os SS são constituídos principalmente por açúcares, variando com a espécie, cultivar, estágio de maturação e clima, com valores entre 8% a 14%, podendo variar entre 2% a 25% (CHITARRA; CHITARRA. 2005).

A tabela 3 apresenta os valores de SS para abacate ‘Hass’ submetido a diferentes doses de irradiação (0.0; 0.2; 0.4; 0.6 e 1.0 kGy) e armazenados em temperatura ambiente (21±1°C e 70±5% UR).

Tabela 3: Teor de sólidos solúveis (°Brix) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação e armazenados em temperatura ambiente (21±1°C e 70±5% UR) durante 12 dias (Botucatu. UNESP. 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento				
	0	3	6	9	12
0,0kGy	10,33aA	14,33bA	10,66aA	15,00aA	13,33bA
0,2kGy	10,33aB	14,66abAB	12,33aAB	13,66aAB	17,33abA
0,4kGy	10,33aA	12,66abA	13,66aA	13,66aA	13,66abA
0,6 kGy	10,33aA	15,00abA	15,00aA	13,66aA	10,00aA
1,0 kGy	10,33aB	15,33aAB	14,33aAB	16,33aA	11,00abAB
CV (%)	18,11				
Média	13,09				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se que para o controle não houve diferença estatística até o ultimo dia de armazenamento. Já para a dose 0.2 kGy, observou-se aumento no valor de SS no 12ºdia de armazenamento diferindo dos demais dias nesta dose. As doses 0.4 e 0.6

kGy não diferem estatisticamente entre si até o 12º dia do armazenamento. Para a dose de 1.0 kGy, notou-se uma diferença após 9 dias de armazenamento.

Os dados encontrados discordam dos reportados por Daiuto et al. (2010) quando avaliaram polpas de abacates ‘Hass’ mantidos sob refrigeração e tratados com diferentes doses de irradiação, os quais não proporcionaram diferenças estatísticas.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a relação sólido solúveis/acidez titulável (SS/AT) é uma das formas mais utilizadas para avaliação do sabor, sendo mais representativa do que a medição isolada de açúcares ou de acidez. Essa relação SS/AT dá uma boa indicação do equilíbrio entre os dois componentes, devendo especificar o teor mínimo de sólidos e o máximo de acidez.

Os valores do índice de maturação “ratio” (SS/AT) para abacate ‘Hass’ submetido a diferentes doses de irradiação podem ser verificados na tabela 4.

Tabela 4: Índice de maturação (SS/AT) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação gama e armazenados em temperatura ambiente ($21\pm 1^\circ\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR) durante 12 dias (Botucatu, UNESP, 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento				
	0	3	6	9	12
0,0 kGy	1368,66aA	1234,66aA	1153,00 aA	1771,33aA	1036,00aA
0,2 kGy	1368,66aA	1749,00 aA	1763,33 aA	1098,66aA	1810,00aA
0,4 kGy	1368,66aA	1215,33 aA	1562,66 aA	1750,33aA	1322,66aA
0,6 kGy	1368,66aA	1488,33 aA	1637,00 aA	1331,00aA	1824,00aA
1,0 kGy	1368,66aA	1089,33 aA	1322,66 aA	1267,33aA	1514,66aA
CV (%)	18,94				
Média	1431,38				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados do índice de maturação (SS/AT) nas polpas de abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação não apresentaram diferenças estatísticas entre os dias de armazenamento e nem entre as doses de irradiação gama testadas.

Os valores observados nesta pesquisa concordam com os encontrados por Daiuto et al. (2010) que avaliaram o índice de maturação de abacate ‘Hass’ submetido a diferentes doses de irradiação (0.2; 0.4; 0.6 e 0.8 kGy) e armazenados sob

refrigeração $10\pm1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm5\%$ de UR durante 35 dias. Os autores verificaram que não houve diferença entre as doses de irradiação bem como nos dias de armazenamento.

Chitarra e Chitarra (2005) relataram que a firmeza é um atributo físico de qualidade que resulta dos constituintes estruturais do produto, sendo avaliada sensorialmente ou com auxílio de equipamentos. A firmeza do abacate está estreitamente relacionada com a solubilização de substâncias pécicas. Durante o amadurecimento há a conversão da pectina insolúvel em pectina solúvel, amolecendo e diminuindo a resistência dos frutos.

Os valores de firmeza para abacate ‘Hass’ submetido a diferentes doses de irradiação são apresentados na tabela 5.

Tabela 5: Firmeza (g f cm^2) obtida em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação gama e armazenados em temperatura ambiente ($21\pm1^{\circ}\text{C}$ e $70\pm5\%$ UR) durante 12 dias (Botucatu. UNESP. 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento				
	0	3	6	9	12
0,0 kGy	1018,66aA	925,33aA	958,33aA	195,66aB	239,66aB
0,2 kGy	1018,66aA	550,66bB	348,00aB	267,33bcB	281,00abcB
0,4 kGy	1018,66aA	1018,66bA	467,66bB	551,33bcB	348,00cB
0,6 kGy	1018,66aA	899,66bAB	603,33bBC	719,33abAB	246,33abC
1,0 kGy	1018,66aA	741,66bABC	465,66bC	528,66cBC	855,66bcAB
CV (%)	24,41				
Média	652,21				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verificou-se nesta pesquisa que os frutos do tratamento controle apresentaram-se variáveis até o 9º dia de armazenamento, onde notou-se diminuição dos valores para firmeza. Já para a dose 0.2 kGy, verificou-se tendência de diminuição nos valores encontrados, sendo que o dia zero apresentou o maior valor de firmeza diminuindo durante o armazenamento. fato decorrente do amadurecimento de frutos.

Para a dose 0.4 kGy. os dias zero e 3º apresentam-se iguais durante o acondicionamento. A partir do 6º dia, observou-se um decréscimo nos valores. porem estes diferiram dos dias iniciais. As doses 0.6 e 1.0 kGy diferiram durante os dias de armazenamento. Notou-se que para a dose 0.6 kGy houve diminuição no valor no ultimo

dia de armazenamento. Já para a dose 1.0 kGy, observou-se uma diminuição de valores até o sexto dia de acondicionamento, voltando a apresentar valores maiores para o 9º e 12º dia.

Para os valores médios de firmeza houve diferença estatística entre as doses de radiação do 3º ao 12º dia, porém. Daiuto et al. (2010) verificaram que para o parâmetro firmeza nos abacates ‘Hass’ refrigerados houve influência da dose nos valores de firmeza.

Conforme já relatado por Sies e Stahl (1995), os antioxidantes podem ser definidos como quaisquer substâncias que, presentes em baixas concentrações quando comparada a um substrato oxidável, atrasam ou inibem a oxidação deste substrato de maneira eficaz.

A tabela 6 apresenta os valores de capacidade antioxidante (%) para polpas de abacate ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação (0.0; 0.2; 0.4; 0.6 e 1.0 kGy) e armazenados em temperatura ambiente ($21\pm1^{\circ}\text{C}$ e $70\pm5\%$ UR).

Tabela 6: Capacidade antioxidante (%) por DPPH obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação gama e armazenados em temperatura ambiente ($21\pm1^{\circ}\text{C}$ e $70\pm5\%$ UR) durante 12 dias (Botucatu. UNESP. 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento				
	0	3	6	9	12
0,0 kGy	61,66aA	39,66aA	52,66aA	55,30aA	56,33aA
0,2 kGy	61,66aA	34,00aA	59,00aA	67,33aA	27,33aA
0,4 kGy	61,66aA	35,66aA	58,00aA	62,33aA	45,33aA
0,6 kGy	61,66aA	38,00aA	56,66aA	59,00aA	33,33aA
1,0 kGy	61,66aA	66,33aA	47,66aA	41,00aA	55,33aA
CV (%)	34,99				
Média	51,94				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados da atividade antioxidante nas polpas de abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação não apresentaram diferenças estatísticas entre os dias de armazenamento e nem entre as doses de irradiação gama testadas.

Para o controle, dose 0.2. 0.4 e 0.6 kGy houve um decréscimo da capacidade antioxidante do fruto do dia zero para o dia 3 de armazenamento. No entanto, a

partir do dia 6. para o controle esses valores voltaram a subir até o 12º dia de armazenamento.

Para as doses 0.2 e 0.4 kGy notou-se aumento da capacidade antioxidante do dia 3 até o dia 9 de armazenamento, tornando a diminuir o valor no dia 12. Verificou-se que para a dose 1.0 kGy, no dia 3 em relação ao dia zero. houve aumento dos antioxidantes. Nos dias 6 e 9 os frutos apresentaram queda da atividade desses compostos. voltando a aumentar no 12º dia de armazenamento. Dessa forma. Kaur e Kapoor (2001) relataram que os compostos antioxidantes de ocorrência natural podem ser significativamente perdidos como consequência de processamento e armazenamento afetando assim a capacidade antioxidante do alimento.

Santos (2008), trabalhando com pequi irradiados, observou que a capacidade antioxidante dos frutos diminuiu proporcionalmente ao aumento da dose aplicada, sendo que nas doses de 0.6 e 1.0kGy esta redução foi de 5.26 e 11.52% respectivamente.

Rodriguez. Lopez e Garcia (2010), trabalhando com amora, maracujá, goiaba e mamão, observaram que a capacidade antioxidante aumentou durante o amadurecimento dos frutos.

Tremocoldi (2011) avaliou abacates ‘Hass’, mantidos em ambiente ($21\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR) tratados com radiação gama (^{60}Co) nas doses 0.2. 0.4. 0.6 e 1.0 kGy. Notou que para o controle. dose 0.2 e 0.4 kGy houve aumento nos valores da atividade antioxidante durante o armazenamento. A dose 1.0 kGy diminuiu com o decorrer do armazenamento até o nono dia. onde os frutos entraram em senescencia.

Neste trabalho a média geral encontrada para a capacidade antioxidante foi de 51.94%, dados esses que diferem de Tremocoldi (2011), que observou uma média de 46%.

Cuvelier; Richard e Berset (1992); Maillard et al. (1996) relataram que os compostos fenólicos agem como antioxidantes tanto pela habilidade em doar hidrogênio ou elétrons. como também impedir a oxidação de vários componentes dos alimentos, principalmente de ácidos graxos e de óleos.

Os valores de compostos fenólicos presentes nos abacates podem ser obserados na tabela 7

Tabela 7: Compostos fenólicos totais (mg ácido gálico 100g⁻¹ polpa) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação gama e armazenados em temperatura ambiente (21±1°C e 70±5% UR) durante 12 dias (Botucatu. UNESP. 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento				
	0	3	6	9	12
0,0 kGy	57,00aA	59,33aA	54,33aA	56,00aA	81,33aA
0,2 kGy	57,00aA	57,00aA	60,33aA	68,66aA	64,33aA
0,4 kGy	57,00aA	55,00aA	53,66aA	65,66aA	60,00aA
0,6 kGy	57,00aA	53,33aA	54,00aA	86,66aA	51,66aA
1,0 kGy	57,00aA	61,33aA	50,66aA	59,00aA	74,66aA
CV (%)	24,11				
Média	60,48				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verificou-se que o controle não diferiu estatisticamente durante os 12 dias de armazenamento podendo, no entanto, observar aumento dos compostos fenólicos totais no ultimo dia.

Para a dose 0.2 kGy verificou-se aumento nos compostos fenólicos até o 6º dia de armazenamento, vindo a diminuir os valores no 12º dia, fato esse também observado para a dose 0.6 kGy. Na dose 0.4 kGy pode-se observar que houve diminuição nos valores dos compostos fenólicos totais até o 6º dia de armazenamento, quando estes valores voltam a aumentar.

Rodriguez. Lopez e Garcia (2010) trabalhando com amora. Maracujá, goiaba e mamão, verificaram que os compostos fenólicos aumentaram durante o amadurecimento dos frutos, fato esse também observado por Lima. Mélo e Lima (2002) que trabalharam com pitangas, em dois estádios de amadurecimento e verificaram que nos frutos amadurecidos o teor de compostos fenólicos foi maior do que nos frutos no início do amadurecimento.

Morgado (2009) trabalhando com goiaba, em temperatura ambiente, observou que para as variedades ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’ houve aumento nos teores de compostos fenólicos totais durante o armazenamento.

Tremocoldi (2011) analisando abacates ‘Hass’ mantidos em temperatura ambiente e tratados com diferentes doses de irradiação observou que a dose 0.2 kGy foi a que obteve maior teor de compostos fenólicos durante todo o armazenamento. Esses dados discordam dos encontrados na atual pesquisa que, neste experimento, no

ultimo dia de armazenamento. os maiores teores de compostos fenólicos puderam ser observados no controle e dose 1.0 kGy.

A média geral apresentada neste experimento foi de 60.48 mg ácido gálico 100g⁻¹ polpa que apresentou valores maiores do que os encontrados por Tremocoldi (2011) em abacates ‘Hass’ irradiados com as mesmas doses e mantidos sob temperatura ambiente.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005). a pectinametilesterase (PME) atua removendo grupos metoxílicos (OCH₃) das substâncias pécticas, reduzindo o grau de metoxilação, liberando metanol e íons hidrogênio (H⁺).

Os valores obtidos para enzima PME em frutos de abacate podem ser observados na tabela 8.

Tabela 8: Atividade da enzima pectinametilesterase (U.E. min⁻¹ g⁻¹) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação gama e armazenados em temperatura ambiente (21±1°C e 70±5% UR) durante 12 dias (Botucatu. UNESP. 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento				
	0	3	6	9	12
0,0 kGy	478,76aB	366,50bC	622,79aA	251,34bD	365,23bcC
0,2 kGy	478,76aA	162,64dC	200,40cC	398,38aAB	328,61cB
0,4 kGy	478,76aA	295,41bcCD	227,39cD	351,76aBC	408,24bcAB
0,6 kGy	478,76aA	255,89cD	356,78bBC	325,59abCD	440,98bAB
1,0 kGy	478,76aBC	461,57aBC	550,33aB	414,95aC	1159,08aA
CV (%)	9,48				
Média	413,51				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No primeiro dia de armazenamento não houve diferença estatística entre as doses. Já no segundo dia de armazenamento, notou-se que as doses 0.4 e 0.6 kGy não diferem estatisticamente entre si, mas diferem das demais doses aplicadas aos frutos. Do mesmo modo. o controle (0.0), dose 0.2 e 1.0 kGy diferem entre si no 2º dia.

No sexto dia de análise observou-se que o controle (0.0) e a dose 1.0 kGy não diferem estatisticamente entre si, mas diferem das demais doses. Fato semelhante pode ser observado pela dose 0.2 e 0.4 kGy que não diferem entre si, porém diferem das demais doses. A dose 0.6 kGy foi a que apresentou diferença em relação ao controle e todas as outras doses de irradiação.

Com relação aos dias de armazenamento, observou-se que para o controle houve diferença significativa entre os dias de armazenamento dos frutos. Para a dose 0.2 kGy verificou-se que o dia zero diferiu estatisticamente dos dias 3, 6 e 12 de armazenamento. Os dias 3 e 6 não diferiram entre si.

Quando verificou-se a aplicação da dose 0.4 kGy, notou-se que o dia zero diferiu estatisticamente em relação aos dias 3, 6 e 9 de armazenamento, mas não difere do décimo segundo dia. Já após 3 dias, notou-se que houve diferença em relação ao décimo segundo dia e do sexto dia em relação ao nono e décimo segundo dias de armazenamento. Para a dose 0.6 kGy, o dia zero diferiu estatisticamente em relação aos demais dias de armazenamento. Observação semelhante a essa pode ser verificada para o dia 3, que também diferiu do dia 6 e 12 de armazenamento.

Para a dose 1.0 kGy, notou-se que o dia zero diferiu estatisticamente do último dia de análise (12º) o qual diferiu estatisticamente de todos os dias de armazenamento. Verificou-se também que em relação aos dias 3 e 9 de armazenamento houve diferença estatística.

Notou-se nesta pesquisa que houve interação doses de radiação x dias de armazenamento para PME. Manoel (2008) trabalhando com bananas ‘Nanicas’ irradiadas e não irradiadas observou interação dose de irradiação x dias de armazenamento. Dados discordantes foram relatados por Vilas Boas (1995) que observou um aumento na atividade da PME em bananas ‘Prata’ com aplicação de doses de irradiação. Esse efeito causado na PME pela irradiação de frutos também pode ser observado por Somogy e Romani (1964) citados por Vilas Boas (1995) em pêras e pêssegos, e por Thomas (1986) para mangas.

Na tabela 9, pode-se observar os valores obtidos de poligalacturonase (PG) para abacates ‘Hass’ durante os dias de armazenamento e tratados com diferentes doses de irradiação.

Tabela 9: Atividade da enzima poligalacturonase ($\text{U.E min}^{-1} \text{g}^{-1}$) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação gama e armazenados em temperatura ambiente ($21^{\circ}\text{C}\pm 1$ e $70\pm 5\%$ UR) durante 12 dias (Botucatu. UNESP. 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento				
	0	3	6	9	12
0,0 kGy	469,33aA	60,00aB	113,66abB	172,66aB	145,66aB
0,2 kGy	469,33aA	165,33aB	81,33abB	127,33aB	275,66aAB
0,4 kGy	469,33aA	181,33aB	233,33aB	61,33aB	184,66aB
0,6 kGy	469,33aA	214,66aAB	15,00bB	109,66aAB	285,33aA
1,0 kGy	469,33aA	259,33aB	114,33abB	69,33aB	194,33aB
CV (%)	41,40				
Média	214,20				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença estatística para a atividade de PG para as doses aplicadas nos frutos com exceção do sexto dia onde houve diferença significativa entre as doses.

Verificou-se que o controle não sofreu alteração a partir do terceiro dia de armazenamento até o décimo segundo dia. A dose 0.2 kGy mostrou-se indiferente nos dias 3, 6 e 9 de armazenamento. O décimo segundo dia mostrou-se igual, tanto para o dia zero quanto para os demais dias.

A dose 0.4 kGy diferiu somente no primeiro dia de análise, permanecendo inalterada até o último dia de armazenamento. Este mesmo comportamento pode ser observado também para dose 1.0 kGy. A dose 0.6 kGy diferiu em todos os dias de armazenamento. Pode-se observar que o sexto dia de armazenamento apresentou valor diferente dos demais. Para a dose 1.0 kGy notou-se que somente o dia zero diferiu dos demais dias de armazenamento.

Observações mostraram que houve interação significativa entre a irradiação e o tempo de armazenamento, fato semelhante observado por Manoel (2008) que avaliou bananas ‘Nanicas’ irradiadas e não irradiadas durante 25 dias e discordantes de Vilas Boas (1995) que observou uma diminuição na atividade da PG com o uso da irradiação.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) a perda de umidade é usualmente expressa como perda percentual de massa e pode ser determinada pela pesagem do fruto após a colheita e durante todo armazenamento.

A figura 1 apresenta a perda de massa fresca em abacates variedade ‘Hass’, armazenados em temperatura ambiente ($21\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR) e tratados com irradiação nas doses 0.0; 0.2; 0.4; 0.6 e 1.0 kGy.

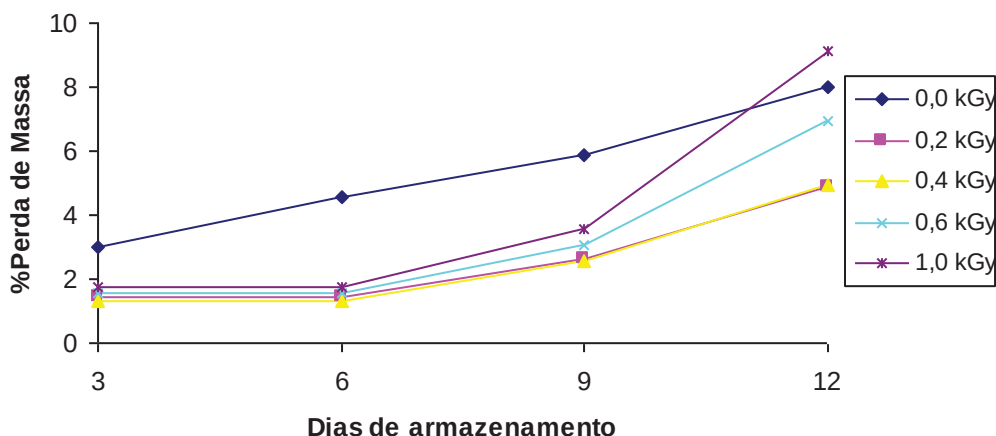


Figura 1: Variação média de perda de massa fresca (%) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação gama e armazenados em temperatura ambiente ($21^{\circ}\text{C}\pm 1$ e $70\pm 5\%$ UR) durante 12 dias (Botucatu, UNESP, 2011).

Os frutos controle e os irradiados apresentaram perda de massa fresca durante todo o decorrer do armazenamento.

Verificou-se que até o nono dia de armazenamento, o controle foi o tratamento que apresentou maior perda de massa com o passar dos dias até o 12º dia, onde observou-se que a dose 1.0 kGy foi a que apresentou a maior perda de massa, que pode ser verificado talvez pelo fato dos frutos desse tratamento apresentarem maior transpiração.

As doses 0.2 quanto e 0.4 kGy foram as que apresentaram menor perda de massa até o décimo segundo dia de armazenamento.

De acordo com Germano, Arthur e Wiendl (1996) a irradiação em abacates ‘Fortuna’ e ‘Quintal’ nas doses de 0.025; 0.050; 0.075 e 0.1 kGy e o armazenamento em temperatura ambiente e sob refrigeração, não apresentou efeito sobre a perda de massa fresca.

Daiuto et al. (2010) também avaliaram a perda de massa em abacates ‘Hass’ tratados com diferentes doses de irradiação e armazenados sob temperatura

ambiente e refrigeração. Notaram que a perda de massa não diferiu quanto às doses, porem apresentou diferenças quanto ao tipo de armazenamento, sendo que o refrigerado propiciou menor perda de massa durante os dias de análises.

Segundo Spoto e Gutierrez (2006) a manutenção da integridade das frutas depende da turgescência das células que formam os tecidos. Desta forma, a perda de água antecipa o amadurecimento e senescência dos frutos causando comprometimento na qualidade do produto vegetal. consequência da perda de massa. A perda de massa dos frutos ao longo do armazenamento é devida principalmente ao processo de transpiração (CHITARRA; CHITARRA. 2005).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005). o abacate apresenta pico climatérico apenas após ser desligado da planta. Desta forma, o aumento na taxa respiratória é rápido e o estágio de amadurecimento comestível está intimamente relacionado com o pico climatérico.

Na figura 2 observa-se a curva de respiração durante os 12 dias de armazenamento para os frutos de abacate ‘Hass’ tratados com diferentes doses de irradiação (0.2. 0.4. 0.6 e 1.0 kGy).

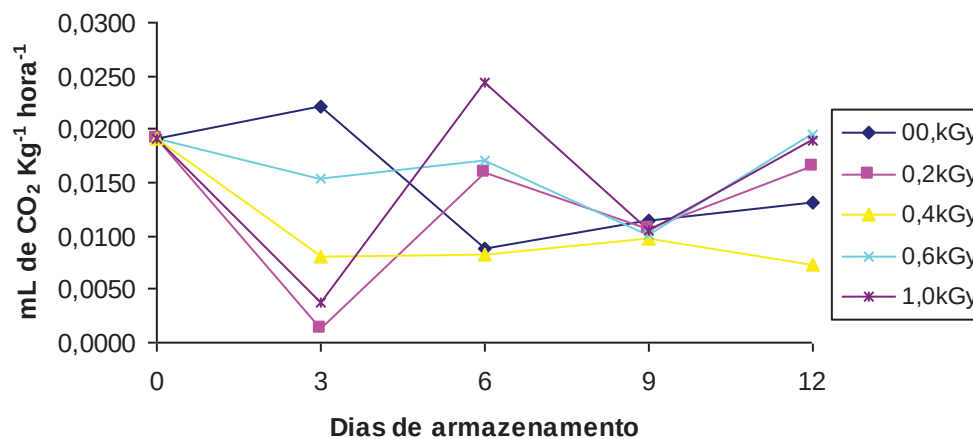


Figura 2: Variação média da taxa respiratória ($\text{mL de CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ hora}^{-1}$) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação gama e armazenados em temperatura ambiente ($21^\circ\text{C} \pm 1$ e $70 \pm 5\%$ UR) durante 12 dias (Botucatu. UNESP. 2011).

Notou-se neste experimento que o controle obteve pico respiratório após 3 dias de armazenamento. As doses 0.2, 0.6 e 1.0 kGy apresentaram pico respiratório no sexto dia de armazenamento e a dose 0.4 kGy no nono dia. Sendo assim, para a taxa respiratória, a dose 0.4 kGy foi a que apresentou melhor resposta a irradiação comparada ao controle.

Daiuto et al. (2010) avaliaram abacates ‘Hass’ mantidos sob refrigeração e tratados com diferentes doses de irradiação e observou que para a taxa respiratória a melhor dose aplicada foi a 0.2 kGy, dado esse diferente do encontrado na atual pesquisa.

Molins (2001) relatou que os abacates são umas das frutas mais sensíveis a irradiação e que em muitas variedades doses maiores que 0.1 e 0.2 kGy provocam manchas severas na pele bem como descolorações internas. Para muitas variedades, a dose ótima para retardar o amadurecimento e aumentar a vida comercial estão no intervalo entre 0.025 e 0.1 kGy. Já Vieites (2009), discordando de Molins (2001) relatou que para abacates a dose de irradiação favorável ao fruto é a 0.4 kGy.

4.2 Experimento II – Acelerador de elétrons (Mega elétron volt)

Nas condições em que o experimento foi realizado, os frutos de abacate ‘Hass’ irradiado por acelerador de elétrons em diferentes doses e armazenados sob temperatura ambiente apresentaram média geral para os valores de pH nos frutos de 6.98 (Tabela 10).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o amadurecimento dos frutos acarreta aumento nos teores de pH, fato esse não observado nesta pesquisa.

Nesta pesquisa não houve diferenças estatísticas durante todo período de armazenamento para todas as doses aplicadas, exceto no décimo segundo dia para a dose 1.12 Mev que apresentou diminuição no valor do pH.

Observou-se que não houve diferença estatística entre as doses aplicadas em relação aos frutos sem tratamento (controle - 0.0 Mev) e aqueles com tratamento que apresentaram valores de pH 7,0, com exceção da dose 1.12 Mev que apresentou pH 6.66.

Souza et al. (2009) trabalhando com pêssegos (cv. Douradão) notaram uma variação nos valores de pH quando tratados por irradiação UV-C em diferentes tempos e mantidos sob refrigeração.

Oliveira (2000) observou aumento nos valores de pH de pêssegos ‘Biuti’ em decorrência do amadurecimento, quando mantidos sob refrigeração. Já Calore (2000) verificou diminuição nos valores de pH em pêssegos ‘Biuti’ irradiados e armazenados sob refrigeração.

Coutinho et al. (2003) avaliou pêssegos cultivar ‘Jade’ armazenados sob temperatura ambiente e tratados com benomil (0.06%) e exposição a irradiação UV-C (10 e 30 minutos de exposição a luz) e relataram que não houve variação significativa entre os tratamentos durante todo o armazenamento, dados esses corroborantes com os encontrados neste experimento.

Nas condições em que o experimento foi realizado observou-se média geral para acidez de 0.01 (g de ácido cítrico 100g^{-1} de polpa) e coeficiente de variação de 11.40% (Tabela 10).

Tabela 10: Potencial hidrogenionico (pH) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação por acelerador de elétrons e armazenados em temperatura ambiente ($21\pm 1^\circ\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR) durante 12 dias (Botucatu. UNESP. 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento				
	0	3	6	9	12
0,0Mev	7,0aA	7,0aA	7,0aA	7,0aA	7,0aA
0,48 Mev	7,0aA	7,0aA	7,0aA	7,0aA	7,0aA
0,8 Mev	7,0aA	7,0aA	7,0aA	7,0aA	7,0aA
1,12 Mev	7,0aA	7,0aA	7,0aA	7,0aA	6,6bB
1,45 Mev	7,0aA	7,0aA	7,0aA	7,0aA	7,0aA
CV (%)	1,65				
Média	6,98				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A tabela 11 apresenta os valores médios de acidez (g de ácido cítrico 100g^{-1} de polpa) nas polpas dos abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação (0.48; 0.8; 1.12 e 1.45 Mev) e armazenados em temperatura ambiente ($21\pm 1^\circ\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).

Tabela 11: Acidez titulável (g de ácido cítrico.100g⁻¹ de polpa) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação por acelerador de elétrons e armazenados em temperatura ambiente (21±1°C e 70±5% UR) durante 12 dias (Botucatu. UNESP. 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento				
	0	3	6	9	12
0,0 Mev	0,01aA	0,01aA	0,01aA	0,01aA	0,01aA
0,48 Mev	0,01aA	0,01aA	0,01aA	0,01aA	0,01aA
0,8 Mev	0,01aA	0,01aA	0,01aA	0,01aA	0,01aA
1,12 Mev	0,01aA	0,01aA	0,01aA	0,01aA	0,01aA
1,45 Mev	0,01aA	0,01aA	0,01aA	0,01aA	0,01aA
CV (%)	11,40				
Média	0,01				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A tabela 11 mostra que não houve diferenças estatísticas entre os dias de armazenamento bem como entre as doses aplicadas aos frutos quando comparados aos frutos controle (0.0 Mev). Desta forma,,observou-se que não houve interação doses x dias de armazenamento durante os doze dias.

Coutinho et al. (2003) avaliou pêssegos cultivar Jade armazenados sob temperatura ambiente e tratados com benomil (0.06%) e exposição a irradiação UV-C (10 e 30 minutos de exposição a luz) e verificaram que a acidez titulável (AT) após 4 dias de armazenamento foi maior para os frutos controle (sem tratamento) diferindo estatisticamente do tratamento com UV-C por 30 minutos. Do mesmo modo, após 8 dias de armazenamento. Coutinho et al. (2003) não observaram diferenças estatísticas entre o controle e os tratamentos.

Os dados discordam dos encontrados por Souza et al. (2009) que relataram uma diminuição nos valores de acidez durante o armazenamento dos frutos. fato esse já relatado por Chitarra e Chitarra (2005).

Nesta pesquisa verificou-se que a média de sólidos solúveis (SS) encontrada para os frutos armazenados em temperatura ambiente durante 12 dias foi de 13.68% (Tabela 12).

Tabela 12: Valores médios do teor de sólidos solúveis (°Brix) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação por acelerador de elétrons e armazenados em temperatura ambiente ($21\pm1^{\circ}\text{C}$ e $70\pm5\%$ UR) durante 12 dias (Botucatu. UNESP. 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento				
	0	3	6	9	12
0,0 Mev	18,33aA	17,33aAB	12,33aAB	8,0bB	11,66aAB
0,48 Mev	18,33aA	13,00aA	14,66aA	19,00aA	11,66aA
0,8 Mev	18,33aA	11,00aA	14,66aA	13,33abA	9,0aA
1,12 Mev	18,33aA	12,00aA	13,66aA	17,00abA	9,0aA
1,45 Mev	18,33aA	10,66aAB	10,33aAB	13,33abAB	7,0aB
CV (%)	31,01				
Média	13,68				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verificou-se que não houve diferença estatística entre as doses até 12º dia. Notou-se que a dose 0.48 Mev no nono dia de armazenamento apresentou aumento significativo (19°Brix) em relação aos demais dias. Em relação aos dias de armazenamento, verificou-se que para os frutos tratados com as doses 0.48. 0.8 e 1.12 Mev não houve diferença estatística até o ultimo dia de armazenamento. Já para o tratamento controle e para a dose 1.45 Mev diferença pode ser observada entre o dia zero e o nono e. zero e o décimo segundo dia respectivamente. Conforme já relatado por Molins (2001). essa variação nos teores de sólidos solúveis se deve a baixa penetração da irradiação que faz com que os frutos não amadureçam uniformemente.

Souza et al. (2009) avaliando o teor de sólidos solúveis em pêssgo ‘Douradão’ acondicionados sob refrigeração e tratados com irradiação UV-C em diferentes tempos, notaram que 20 minutos de exposição a luz UV-C foi a que manteve o teor de SS a partir do décimo dia de armazenamento, porem diferiu dos demais tratamentos no vigésimo dia de armazenamento.

Coutinho et al. (2003) trabalharam com pêssgos cultivar Jade tratados com benomil (0.06%) e irradiação UV-C durante 10 e 30 minutos de exposição e observaram que após 4 dias de armazenamento os frutos que ficaram expostos por 30 minutos a UV-C apresentaram maiores valores de SS quando comparados ao controle e ao benomil. Já após 8 dias de armazenamento, notaram que não houve diferença nos valores de SS entre os tratamentos.

Observou-se para ratio que a média geral encontrada para os frutos foi de 1647.85 e coeficiente de variação de 32.32% (Tabela 13).

Notou-se que para o dia zero, 6, 9 e 12 de armazenamento não houve diferenças estatísticas entre as doses utilizadas. No dia 3, pode-se verificar que a dose 0.48 Mev diferiu estatisticamente do controle (0.0 Mev). As doses 0.8, 1.12 e 1.45 Mev assemelham-se tanto com o controle quanto com as demais doses aplicadas.

Tabela 13: Índice de maturação (SS/AT) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação por acelerador de elétrons e armazenados em temperatura ambiente ($21\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR) durante 12 dias (Botucatu, UNESP, 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento				
	0	3	6	9	12
0,0 Mev	2667,00aA	2603,33aA	1490,00aAB	776,33aB	1322,66aB
0,48 Mev	2667,00aA	1283,33bB	1486,66aAB	1732,66aAB	1696,33aAB
0,8 Mev	2667,00aA	1775,66abB	1143,66aAB	1105,66aB	964,00aB
1,12 Mev	2667,00aA	1439,33abAB	1577,33aA	1471,00aAB	1176,00aB
1,45 Mev	2667,00aA	1473,00abAB	1060,00aB	1316,00aB	968,33aB
CV (%)	32,32				
Média	1647,85				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verificou-se que durante os dias de armazenamento, o controle manteve-se estável até o terceiro dia. No nono e décimo segundo dias de armazenamento, estes diferiram estatisticamente dos dias zero e 3. Para o sexto dia pode-se observar que este assemelha-se tanto aos dias zero e 3 quanto aos demais dias de análises. Para a dose 0.48 Mev, notou-se diferença estatística entre os dias zero e 3º de armazenamento. A partir do sexto dia, os valores observados não diferiram até o décimo segundo dia e foram semelhantes estatisticamente aos demais.

Na dose 0.8 Mev, notou-se que não houve diferença estatística entre os dias 3, 6, 9 e 12 de armazenamento, porém, com exceção do sexto dia de armazenamento, houve diferença estatística em relação ao dia zero. Para a dose 1.12 Mev não houve diferença estatística em relação ao dia zero até o 9º dia de armazenamento. No ultimo dia houve diferença estatística em relação ao dia zero, mas não houve diferença em relação aos demais dias. A dose 1.45 Mev diferiu estatisticamente a partir do sexto dia de

armazenamento em relação ao dia zero. O dia 3 não apresenta diferença em relação aos demais dias de armazenamento.

De acordo com Souza et al. (2009), os valores de “Ratio” para pêssegos ‘Douradão’ mantidos sob refrigeração e tratados com UV-C em diferentes tempos apresentaram elevação nos teores durante o armazenamento em todos os frutos, porém diferenças significativas foram observadas após 10 dias de armazenamento no qual o tratamento por 10 minutos apresentou maiores valores caracterizando avanço no amadurecimento dos frutos.

A média apresentada neste experimento para o parâmetro firmeza foi de 652.21 g f cm² (Tabela 14).

Tabela 14: Firmeza (g f cm²) obtida em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação por acelerador de elétrons e armazenados em temperatura ambiente (21±1°C e 70±5% UR) durante 12 dias (Botucatu. UNESP. 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento				
	0	3	6	9	12
0,0 Mev	1018,66aA	925,33aA	958,33aA	195,66bB	239,66bB
0,48 Mev	1018,66aA	550,66bB	348,00bB	267,33bB	281,00bB
0,8 Mev	1018,66aA	1018,66aA	467,66bB	551,33abB	348,00bB
1,12 Mev	1018,66aA	899,66abAB	603,33abBC	719,33aAB	246,33bC
1,45 Mev	1018,66aA	741,66abABC	465,66bC	528,66abBC	855,66aAB
CV (%)	24,41				
Média	652,21				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No dia zero não houve diferença estatística entre as doses analisadas, onde o valor encontrado para firmeza nos frutos foi de 1018.66 gf cm⁻². No terceiro dia de análise, a dose 0.8 não difere da testemunha, fato este que pode ser observado também para as doses 1.12 e 1.45 Mev. Já para a dose 0.48 Mev, observou-se que esta difere estatisticamente do controle e dose 0.8 Mev, porém, apresenta-se semelhante as demais doses aplicadas nos frutos.

Verificou-se que no sexto dia de armazenamento, diferenças estatísticas foram observadas para as doses 0.48. 0.8 e 1.45 Mev em relação ao controle. A dose 1.12 Mev não apresentou diferença estatística, quando comparada as demais doses. Observou-se no nono dia que somente a dose 1.12 Mev foi a que obteve diferença

estatística em relação aos frutos controle e dose 0.48 Mev. Já no décimo segundo dia, a dose que diferiu estatisticamente dos demais tratamentos foi a 1.45 Mev.

Durante os 6 primeiros dias de análise, os frutos não apresentaram diferença estatística para o controle, diferente dos dias 9 e 12, que se mostraram diferentes dos demais com redução significativa nos valores médios de firmeza.

Já para a dose 0.48 Mev, após o dia zero de análise, esta não apresentou diferença estatística até o final do armazenamento. Para a dose 0.8 Mev verificou-se que esta não difere nos valores a partir do sexto dia de armazenamento ambiente.

Verificou-se que a dose 1.12 Mev diferiu estatisticamente no dia zero, 6 e 12 de armazenamento, os quais apresentaram menores valores. Nos demais dias, não foram encontradas diferenças. Para a dose 1.45 Mev notou-se que os dias 6 e 9 diferem do controle por apresentarem valores menores do que os encontrados nos demais dias. Mesmo assim, assemelham-se aos dias 3 e 12 de armazenamento. Nesta análise houve interação dose de irradiação x dias de armazenamento neste experimento.

Fontes et al. (2008) trabalhando com mamão (cvs. ‘Sunrise Solo’ e ‘Tainung’) armazenados em temperatura ambiente, notaram evolução da redução de firmeza da polpa durante o período de amadurecimento dos frutos, sendo que a cultivar ‘Sunrise Solo’ apresentou redução mais acentuada do que a ‘Tainung’.

Coutinho et al. (2003) avaliaram a aplicação de luz ultravioleta (UV-C 10 e 30 minutos) e benomil (0.06%) em pêssegos cultivar ‘Jade’ mantidos sob temperatura ambiente (26°C e 70-80% UR) e notaram que o benomil manteve a firmeza dos frutos nos dois tempos de armazenamento (4 e 8 dias) quando comparado a UV-C.

Verificou-se que para a capacidade antioxidante (Tabela 15) não houve diferenças estatísticas entre as doses aplicadas até o nono dia de armazenamento. No último dia notou-se que as doses 0.8, 1.12 e 1.45 Mev diferiram estatisticamente do controle. As doses 0.8 e 1.45 Mev também diferiram da dose 0.48 Mev.

Os valores da capacidade antioxidante para polpa de abacate ‘Hass’ são apresentados na tabela 15.

Tabela 15: Capacidade antioxidante (%) po DPPH obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação e armazenados em temperatura ambiente ($21\pm1^{\circ}\text{C}$ e $70\pm5\%$ UR) durante 12 dias (Botucatu. UNESP. 2011).

Tratamento	Dia de Armazenamento				
	0	3	6	9	12
0,0 Mev	56,00aB	85,00aA	76,66aAB	79,66aA	73,66aAB
0,48 Mev	56,00aB	79,66aA	72,66aAB	73,00aAB	64,66abAB
0,8 Mev	56,00aB	78,66aA	73,33aAB	74,33aAB	33,33bcC
1,12 Mev	56,00aBC	78,66aA	77,00aAB	67,66aABC	47,00cC
1,45 Mev	56,00aBC	69,33aB	91,00aA	71,33aAB	35,33cC
CV (%)	13,72				
Média	67,28				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o controle houve diferença estatística entre o primeiro, terceiro e nono dia de armazenamento. Para a dose 0.48 Mev, observou-se diferença estatística somente entre o dia zero e terceiro de armazenamento. Já para a dose 0.8 Mev, observou-se que a partir do dia 3 houve diferenças estatísticas quando comparado ao dia zero. Para a dose 1.12 Mev notou-se que somente no décimo segundo dia de armazenamento é que apresentou diferença em relação aos primeiros dias de análises.

Para a dose 1.45 Mev verificou-se que o sexto dia de armazenamento diferiu do dia zero. Já para os demais dias, 3, 9 e 12, não houve diferença quando comparado ao primeiro dia de análise. Desta forma pode-se observar que houve interação dose de irradiação x dias de armazenamento

Tremocoldi (2011) observou que a radiação UV-C não foi efetiva na manutenção da capacidade antioxidante em frutos de abacates ‘Hass’, como também pode ser observado na irradiação utilizada neste experimento. Em contrapartida. Rodriguez. Lopez e Garcia (2010) avaliando amora, maracujá, goiaba e mamão, ressaltaram que a capacidade antioxidante aumentou durante o amadurecimento dos frutos.

Segundo Kaur e Kapoor (2001) os compostos antioxidantes de ocorrência natural podem ser significativamente perdidos como consequência de processamento e armazenamento afetando, dessa forma, a capacidade antioxidante do alimento.

Nas condições deste experimento, verificou-se que não houve diferenças estatísticas para os compostos fenólicos totais entre as doses aplicadas aos frutos

durante os doze dias de armazenamentos. Da mesma forma também não houve diferenças estatísticas entre os dias de armazenamento para o tratamento controle (0.0 Mev), dose 0.48, 0.8 e 1.45 Mev. Diferença estatística pode ser observada para a dose 1.12 Mev, onde o 9º dia diferiu estatisticamente do 12º dia de armazenamento.

Notou-se nesta pesquisa que o tratamento controle apresentou aumento dos compostos fenólicos totais no décimo segundo dia de armazenamento. Fato semelhante pode ser observado pela dose 1.45 Mev aplicada aos frutos. As doses 0.48, 0.8 e 1.12 Mev apresentaram maiores valores médios de compostos fenólicos totais no nono dia de armazenamento, sendo que o maior valor encontrado foi de 86.66 mg ácido gálico 100g⁻¹ polpa para a dose 1.12 Mev.

A tabela 16 apresenta os valores médios de compostos fenólicos totais nas polpas de abacate 'Hass' submetido a diferentes doses de irradiação (0.48; 0.8; 1.12 e 1.45 Mev) e armazenados em temperatura ambiente (21±1°C e 70±5% UR).

Tabela 16: Compostos fenólicos totais (mg ácido gálico 100g⁻¹ polpa) obtidos em abacates 'Hass' submetidos a diferentes doses de irradiação por acelerador de elétrons e armazenados em temperatura ambiente (21±1°C e 70±5% UR) durante 12 dias (Botucatu, UNESP, 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento				
	0	3	6	9	12
0,0 Mev	57,00aA	59,33aA	54,33aA	56,00aA	81,33aA
0,48 Mev	57,00aA	57,00aA	60,33aA	68,66aA	64,33aA
0,8 Mev	57,00aA	55,00aA	53,66aA	65,66aA	60,00aA
1,12 Mev	57,00aAB	53,33aAB	54,00aAB	86,66aA	51,66aB
1,45 Mev	57,00aA	61,33aA	50,66aA	59,00aA	74,66aA
CV (%)	24,11				
Média	60,48				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Diferente do observado neste experimento, muitos estudos têm mostrado que os compostos fenólicos geralmente diminuem em frutos climatérios, como tomates, bananas, mangas e goiabas durante o amadurecimento (HAARD; CHISM. 1996; LAKSHMINARAYANA; SUBHADRA; SUBRAMANYAM. 1970; MITRA; BALDWIN. 1997; SELVARAJ; KUMAR. 1989).

Tremocoldi (2011) avaliou abacates ‘Hass’ armazenados sob condições de temperatura ambiente e observou que não houve diferença entre os dias de armazenamento e o tempo de aplicação da radiação UV-C.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005). a pectinametilesterase (PME) atua removendo grupos metoxílicos (OCH_3) das substâncias pécticas, reduzindo o grau de metoxilação. liberando metanol e íons hidrogênio (H^+).

Para a atividade da enzima PME, pode-se observar no dia zero que não houve diferença estatística entre as doses aplicadas nos frutos (Tabela 17).

Após 3 dias de armazenamento, notou-se que tanto o controle quanto a dose 0.48 Mev diferiram entre si e entre as demais doses de irradiação aplicada, porem, as doses 0.8. 1.12 e 1.45 Mev não apresentaram diferenças entre si.

Tabela 17: Atividade da enzima pectinametilesterase ($\text{U.E. min}^{-1} \text{g}^{-1}$) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação por acelerador de elétrons e armazenados em temperatura ambiente ($21 \pm 1^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ UR) durante 12 dias (Botucatu. UNESP. 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento				
	0	3	6	9	12
0,0 Mev	249,52aC	281,84cB	536,37bA	299,19aB	542,04bA
0,48 Mev	249,52aB	318,47bA	144,58eC	263,56bB	145,76cC
0,8 Mev	249,52aC	359,05aB	676,46aA	189,98cD	680,51aA
1,12 Mev	249,52aC	374,82aA	342,34cB	261,96bC	342,01cB
1,45 Mev	249,52aB	367,30aA	239,74dB	135,19dC	238,74dB
CV (%)	3,16				
Média	319,50				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No 6º e 12º dias de armazenamento verificou-se que houve diferença significativa para todas as doses analisadas, inclusive para os frutos sem tratamento. Já no nono dia. a dose 0.48 e 1.12 não diferem entre si estatisticamente, fato esse que não foi observado para as demais doses que apresentam diferenças significativas.

Em condições de temperatura ambiente. Lima (2004) observou diminuição na atividade de PME em polpa de goiabas ‘Pedro Sato’ durante todo período de armazenamento. Diferente destes dados. Carvalho et al. (2001) avaliaram os componentes da parede celular de goiabas ‘Kumagai’ e notaram que com a evolução do amadurecimento houve aumento da atividade de PME seguido por declínio até o fim do experimento.

De acordo com o parâmetro PG, observou-se que não houve diferenças estatísticas significativas entre o controle e as doses de irradiação aplicadas nos frutos no primeiro dia de análise (Tabela 18).

Após 3 dias de armazenamento ambiente, notou-se que o controle (0.0 Mev), dose 0.8 e 1.45 Mev não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si, mas diferiram das demais doses. As doses 0.48 e 1.12 Mev não diferiram entre si estatisticamente.

Tabela 18: Valores médios de PG (U.E. $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação por acelerador de elétrons e armazenados em temperatura ambiente ($21 \pm 1^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ UR) durante 12 dias (Botucatu, UNESP, 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento				
	0	3	6	9	12
0,0 Mev	363,33aAB	432,66aA	250,00aB	308,00aAB	277,33aB
0,48 Mev	363,33aA	263,66bA	320,66aA	267,33aA	299,33aA
0,8 Mev	363,33aA	442,66aA	332,33aAB	194,00aB	316,33aAB
1,12 Mev	363,33aA	244,00bA	244,33aA	304,00aA	285,66aA
1,45 Mev	363,33aAB	430,66aA	229,66aBC	217,33aC	273,66aBC
CV (%)	19,90				
Média	305,06				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o sexto dia de armazenamento, observou-se que não houve diferença estatística entre as doses aplicadas e o controle. Esse mesmo resultado pode ser observado no nono dia de armazenamento, que também não apresentou diferenças entre as doses. Após 12 dias de armazenamento, não foram encontradas diferenças estatísticas entre o controle e todas as doses aplicadas aos frutos. Segundo Molins (2001), a baixa penetração da radiação por aceleradores de elétrons e sua disformidade podem ser um dos fatores que afetam o amadurecimento dos frutos, fato este que pode ser atribuído a variação na atividade da enzima.

A perda de massa fresca está relacionada diretamente com a perda de umidade do fruto. Neste experimento, notou-se que os frutos controle (0.0 Mev) e aqueles tratados por irradiação através de acelerador de elétrons nas doses 1.12, 0.8 e 0.48 Mev respectivamente, foram os que obtiveram maiores perdas de massa fresca durante os 12 dias de armazenamento (Figura 3). Verificou-se que os frutos tratados na dose 1.45 Mev

não obtiveram grandes perdas de massa no decorrer do armazenamento, sugerindo que essa dose seria a melhor na manutenção e conservação da umidade dos frutos.

Daiuto et al (2010) avaliaram abacates ‘Hass’ tratados com irradiação UV-C armazenados em temperatura ambiente e refrigerados. e notaram que houve efeito na redução da perda de massa para as duas temperaturas de armazenamento. sendo que em ambiente o tempo de exposição que favoreceu a menor perda de massa foi a irradiação de 15 minutos e, para os frutos mantidos sob refrigeração, a menor perda de massa pode ser observada tanto para 5 quanto para 10 minutos de exposição.

De acordo com Pan et al. (2004) a exposição de frutos a irradiação UV-C prejudica o amolecimento dos mesmos, sendo este um dos fatores determinantes na vida pós colheita. Dessa mesma forma. Stevens et al. (2004) comprovaram que frutos tratados com UV-C mostraram-se mais firmes do que aqueles não tratados (controle) dentro do mesmo estágio de maturação.

A figura 3 evidencia a perda de massa fresca dos frutos irradiados por acelerador de elétrons em diferentes doses durante 12 dias de armazenamento em condições de temperatura ambiente $21 \pm 1^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ UR.

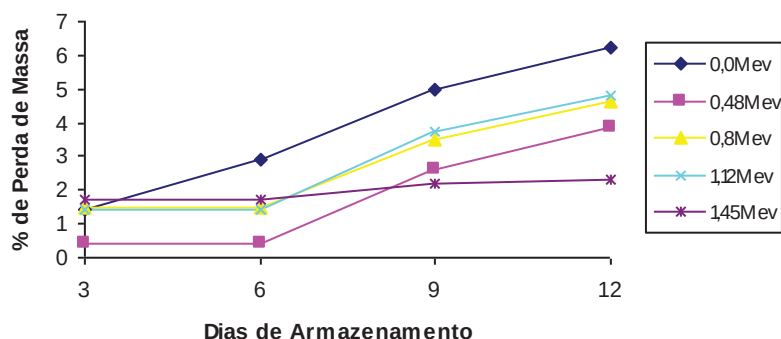


Figura 3: Variação média de perda de massa fresca (%) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de irradiação por acelerador de elétrons e armazenados em temperatura ambiente ($21 \pm 1^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ UR) durante 12 dias (Botucatu. UNESP. 2011).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), após a colheita dos frutos. a respiração é o principal processo fisiológico onde os frutos passam a utilizar suas reservas até atingir o seu completo desenvolvimento. Neste experimento, observou-se que para

todos os frutos que receberam tratamento de irradiação através de acelerador de elétrons obtiveram pico respiratório após 6 dias de armazenamento (Figura 4).

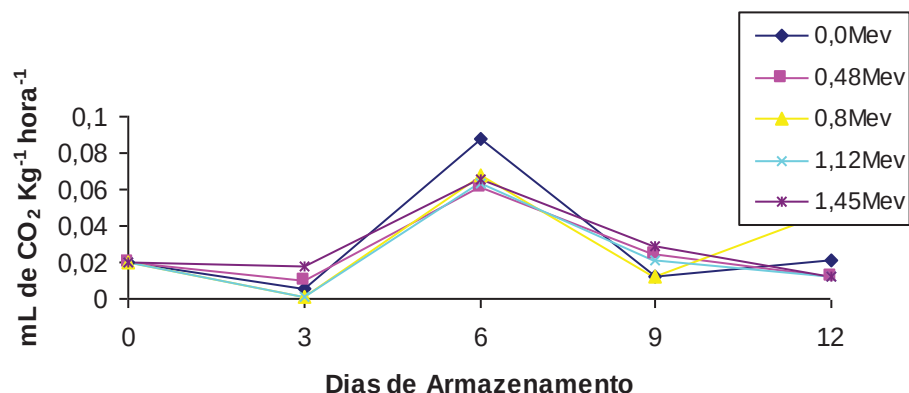


Figura 4: Variação média da taxa respiratória (mL de CO₂ kg⁻¹ hora⁻¹) obtidos em abacates 'Hass' submetidos a diferentes doses de irradiação por acelerador de elétrons e armazenados em temperatura ambiente (21±1°C e 70±5% UR) durante 12 dias (Botucatu. UNESP. 2011).

Fato semelhante a este também pode ser observado para o controle que obteve seu pico respiratório após 6 dias de armazenamento. Verificou-se que o controle foi o tratamento que apresentou a maior taxa respiratória em relação às doses aplicadas. Para as diferentes doses de irradiação, verificou-se que os picos climatéricos destas ficaram bem próximas em relação à taxa respiratória, não sendo possível observar diferença estatística.

Manolopoulou e Papadopoulou (1998) e Chitarra (1998), citados por Daiuto et al. (2010) afirmaram que a intensidade da taxa respiratória está relacionada com a capacidade de armazenamento do produto, e que, quanto maior a taxa respiratória, menor é o tempo de armazenamento. Estes autores citam que a intensidade da taxa respiratória está inversamente relacionada com o potencial de armazenamento do fruto.

Em relação à irradiação UV-C em abacates 'Hass' armazenados sob temperatura ambiente e também sob refrigeração. Daiuto et al. (2010) observaram que sob refrigeração os frutos apresentaram redução na taxa respiratória em relação ao controle principalmente para o tempo de 5 minutos de aplicação UV-C.

4.3 Experimento III – Guacamole

De acordo com o parâmetro pH (Tabela 19), observou-se que houve significância no fatorial duplo dose x dias de armazenamento. Esta interação promoveu efeito significativo nos dados.

Tabela 19: Potencial hidrogenionico (pH) obtidos em guacamole com e sem irradiação. dose 0.4 kGy armazenados sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C) (Botucatu. UNESP. 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento						
	0	7AR	30AC	60AC	90AC	90+3ARDC	90+7ARDC
0,0kGy	4,15aA	4,27aA	4,05aDE	4,12aBC	3,91aF	4,08aCD	3,99aE
0,4 kGy	4,07bB	4,14bA	4,0bCD	4,14aA	3,95aD	4,0aBC	3,98aD
CV(%)	0,66						
Média	4,06						

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Legenda: T0 (tempo zero); AR (armazenamento refrigerado); AC (armazenamento congelado); ARDC (armazenamento refrigerado depois de descongelado); 7. 30. 60. 90. 90+3 e 90+7 (dias de análises).

Nas condições em que o experimento foi analisado, notou-se que para os dias zero, 7 e 30 de armazenamento houve diferença nos valores de pH para o guacamole controle (0.0 kGy) quando comparado ao guacamole com frutos irradiados (0.4 kGy). Após o armazenamento de 60 e 90 dias congelado. 90+3 e 90+7 dias congelado e depois mantidos sob refrigeração, verificou-se que não houve diferenças entre os guacamos avaliados.

Mesmo apresentando valores médios diferentes durante o armazenamento, os teores de pH apresentaram-se próximos durante todo período de armazenamento, dados semelhantes aos encontrados por Daiuto et al. (2010) em guacamole elaborado com frutos que sofreram tratamento térmico.

Verificou-se neste experimento que o fatorial duplo dose x dias e armazenamento foi significativo para acidez titulável (Tabela 20). A média geral de acidez

titulável nos produtos foi de 0.21 g de ácido cítrico 100g^{-1} de polpa e coeficiente de variação de 8.41%.

Em relação aos dias de armazenamento, o controle apresentou valores próximos durante todo armazenamento não diferindo estatisticamente do primeiro dia de análise com exceção do dia 90. Já para o guacamole cujos frutos foram previamente irradiados, o valor de acidez manteve-se igual estatisticamente desde o dia zero até o dia 90+3, onde este teve diminuição no teor de acidez titulável voltando a aumentar no tempo 90+7 dias de armazenamento refrigerado após descongelamento.

Os teores de acidez encontrados para o guacamole são maiores do que aqueles encontrados para as polpas de abacate, pois de acordo com Daiuto et al. (2010) são adicionados outros ingredientes na formulação que colaboram para alterar esses valores.

A tabela 20 apresenta os valores médios de acidez titulável para o guacamole controle e irradiado com dose 0.4 kGy.

Tabela 20: Valores médios de acidez titulável (g de ácido cítrico 100g^{-1} de polpa) obtidos em guacamole com e sem irradiação gama dose 0.4 kGy, armazenados sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C) (Botucatu. UNESP. 2011)).

Tratamento	Dias de Armazenamento						
	0	7AR	30AC	60AC	90AC	90+3ARDC	90+7ARDC
0.0 kGy	0.20aBC	0.19aC	0.21bBC	0.24aAB	0.28aA	0.19aC	0.22Abc
0.4 kGy	0.22aAB	0.21aAB	0.24aA	0.21aAB	0.23bA	0.15bC	0.18bBC
CV(%)	8.41						
Média	0.21						

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Legenda: T0 (tempo zero); AR (armazenamento refrigerado); AC (armazenamento congelado); ARDC (armazenamento refrigerado depois de descongelado); 7. 30. 60. 90. 90+3 e 90+7 (dias de análises).

Na atual pesquisa para o teor de umidade, não foi observado interação dupla significativa em relação a dose x dias de armazenamento, sendo verificada diferença estatística apenas para os fatores isolados (dias de armazenamento). A figura 5

demonstra os valores de umidade para o guacamole controle (0.0 kGy) e com aplicação da dose 0.4 kGy de irradiação gama (^{60}Co) nos frutos.

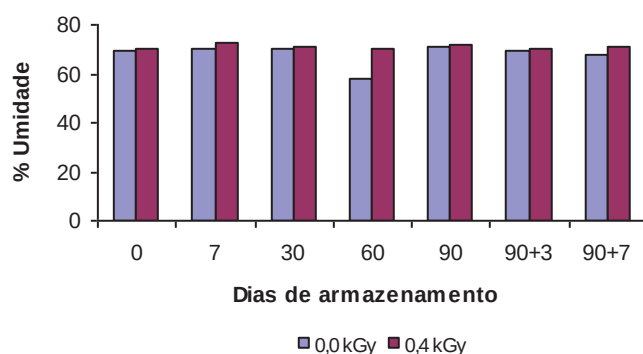


Figura 5: Variação média do teor de umidade (%) obtidos em guacamole com e sem irradiação gama dose 0.4 kGy, armazenados sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C) (Botucatu. UNESP. 2011).

Legenda: T0 (tempo zero) e 7 (armazenamento refrigerado); 30. 60. 90 (armazenamento congelado); 90+3 e 90+7 (armazenamento refrigerado depois de descongelado).

Pode-se verificar para o guacamole elaborado com frutos irradiados apresentaram porcentagem de umidade maior quando comparados ao controle durante o armazenamento.

Notadamente, após 60 dias de armazenamento congelado, o guacamole controle mostrou teor de umidade menor que os frutos irradiados. Desta maneira, observou-se que a irradiação foi mais efetiva no controle da umidade do produto processado quando comparado ao produto não irradiado.

Os dados encontrados nesta pesquisa corroboram com os relatados por Daiuto et al. (2010) que avaliaram a porcentagem de umidade do guacamole elaborado com abacate ‘Hass’ submetido à hidrotermia (banho maria) na temperatura de 45°C por 5. 10. 15 e 20 minutos e aquele cujos frutos não sofreram tratamento e relataram que os valores de umidade mantiveram-se estáveis durante todo o armazenamento.

Sendo assim, constatou-se que o guacamole é um produto processado fresco com elevado teor de umidade, o que caracteriza o produto como sendo altamente perecível conforme já relatado por Daiuto et al. (2010).

Neste experimento, para o teor de gordura (Figura 6), não foi observado efeito significativo na interação dupla dose x dias de armazenamento, sendo verificado diferenças estatísticas somente para os fatores isolados (dias).

O dia zero foi representado pelos mesmos teores de gordura presente no produto controle e naquele em que os frutos foram irradiados.

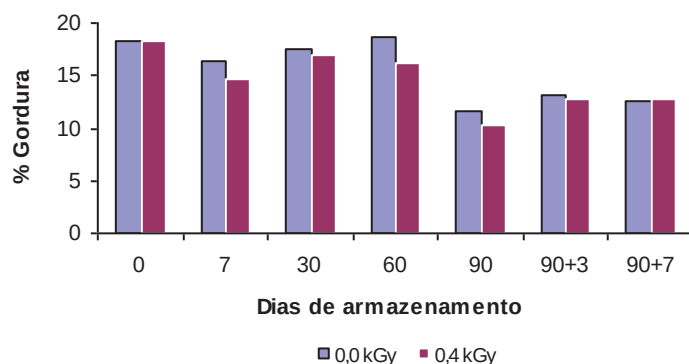


Figura 6: Variação média do teor de gordura (%) obtidos em guacamole com e sem irradiação gama dose 0.4 kGy. armazenados sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C) (Botucatu. UNESP. 2011).

Legenda: T0 (tempo zero) e 7 (armazenamento refrigerado); 30. 60. 90 (armazenamento congelado); 90+3 e 90+7 (armazenamento refrigerado depois de descongelado).

Em relação aos dias de armazenamento, notou-se que o guacamole controle obteve maiores teores de gordura quando comparados ao guacamole irradiado. desde o dia 7 refrigerado até os 90 dias de produto congelado.

Após 90 dias de armazenamento congelado e 3 dias de refrigeração, os dois tratamentos voltaram a apresentar teores de gordura bem próximos. Já para 90 dias de produto congelado e 7 de refrigerado. o guacamole irradiado apresentou ligeiro aumento nos teores de gordura.

Daiuto et al. (2010) verificaram valores maiores para produto de abacate conservado pelo frio e com diferentes embalagens (polietileno. aplicação de vácuo e sem vácuo) no dia zero, após 3 dias de refrigeração em embalagem de polietileno e após 7

dias de produto mantido sob refrigeração e embalagem de polietileno e embalagem sem vácuo. Notaram também resultados satisfatórios para o tratamento de congelamento lento sem vácuo após 7 dias de armazenamento.

Os dados relatados por Daiuto et al. (2010) corroboram com os encontrados nesta pesquisa para o armazenamento no dia zero e discordam quanto ao dia 7, visto que na atual pesquisa o melhor resultado apresentado foi após 60 dias de armazenamento.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a avaliação da atividade de algumas enzimas pode ser uma maneira confiável para o monitoramento da vida de prateleira e da qualidade dos hortícolas. As polifenoloxidasas (PFO. EC 1.14.18.1) atuam sobre os compostos fenólicos, causando sua oxidação a quinonas na presença de O₂. com escurecimento dos tecidos devido a polimerização delas ou sua reação com aminoácidos e proteínas. A tabela 21 contém os valores médios de polifenoloxidase (PFO) nos guacamoles controle e irradiado durante todo o armazenamento refrigerado, congelado e congelado seguido de refrigeração.

Tabela 21: Atividade da enzima polifenoloxidase ($\mu\text{mol catecol min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ massa fresca) obtidos em guacamole com e sem irradiação gama dose 0.4 kGy, armazenados sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C) (Botucatu. UNESP. 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento						
	0	7AR	30AC	60AC	90AC	90+3ARDC	90+7ARDC
0,0 kGy	0,26aAB	0,32aA	0,21aAB	0,25aAB	0,17bB	0,002aC	0,17aB
0,4 kGy	0,17bBC	0,28aAB	0,12bCD	0,02bD	0,30aA	0,06aCD	0,04bCD
CV(%)	27,75						
Média	0,17						

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Legenda: T0 (tempo zero); AR (armazenamento refrigerado); AC (armazenamento congelado); ARDC (armazenamento refrigerado depois de descongelado); 7, 30, 60, 90, 90+3 e 90+7 (dias de análises).

O guacamole controle notou-se que este não apresentou diferenças entre o dia de elaboração do produto até o nonagésimo dia de acondicionamento. No tempo 90+3. houve diferença tanto em relação ao dia zero quanto aos demais dias, obtendo-se valor muito baixo para esta enzima.

O maior valor médio apresentado para atividade da polifenoloxidase pode ser observado no sétimo dia de armazenamento refrigerado e o menor pelo último dia de armazenamento. 90+7. Para o guacamole irradiado observou-se diferença estatística durante o armazenamento, tanto refrigerado quanto congelado. Verificou-se que o maior valor médio encontrado foi para o armazenamento refrigerado após 7 dias de acondicionamento. Foi observado também que após 60 e 90 dias de armazenamento congelado, 90 de congelamento + 3 refrigerado e 90 congelado + 7 refrigerado apresentaram os menores valores quando comparados aos demais dias de armazenamento.

Daiuto et al. (2010) avaliaram a atividade da polifenoloxidase em guacamole elaborado com frutos de abacate 'Hass' submetidos a hidrotérmi e notaram que houve diminuição dessa enzima do dia de elaboração do produto até o fim do armazenamento, isso sendo devido aos ingredientes utilizados no guacamole, como limão, por exemplo, que tem efeito sobre a destruição enzimática, reduzindo o pH e complexando com o grupo Cu^{+2} da polifenoloxidase.

Daiuto e Vieites (2008) também avaliaram a atividade da polifenoloxidase em frutos submetidos a hidrotérmi e relataram que esta diminuiu naqueles que foram mantidos por 10 minutos a 45°C. Os autores esperavam encontrar menor atividade enzimática no guacamole cuja elaboração foi realizada com frutos que foram submetidos à hidrotérmi.

A variação na atividade enzimática nesta pesquisa também se deve a adição de ácido ascórbico e cítrico na formulação do produto. Spoto e Miguel (2006) relataram que o ácido ascórbico reduz a formação de produtos intermediários da ação enzimática, pode ser utilizado amplamente em elevadas concentrações sem interferir nos atributos como sabor e aroma.

Conforme já relatado por Sies e Stahl (1995), os antioxidantes podem ser definidos como quaisquer substâncias que, presentes em baixas concentrações quando comparada a um substrato oxidável, atrasam ou inibem a oxidação deste substrato de maneira eficaz.

Nas condições em que o experimento foi realizado, observou-se que houve diferença tanto em relação à dose de aplicação nos frutos para elaboração do

guacamole quanto àquele que não sofreu tratamento irradiado e também em relação aos prazos de armazenamento. Verificou-se para o guacamole controle que a partir do sexagésimo dia de armazenamento sob congelamento houve diminuição nos valores obtidos para capacidade antioxidante (Tabela 22).

Já para o guacamole cujos frutos foram irradiados, notou-se que não houve tendência na capacidade antioxidante, o que pode ser verificado também para os frutos do experimento I e II, os quais não apresentaram diferenças durante todo armazenamento. Observou-se média geral de 81,21 (%) de capacidade antioxidante e coeficiente de variação de 0,012% conforme tabela 22.

Tabela 22: Valores médios da capacidade antioxidantes (%) por DPPH obtidos em guacamole com e sem irradiação gama dose 0.4 kGy, armazenados sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C) (Botucatu. UNESP. 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento						
	0	7AR	30AC	60AC	90AC	90+3ARDC	90+7ARDC
0,0 kGy	85,48aC	59,17bG	90,59aB	93,21aA	84,76aD	78,45bE	73,90bF
0,4 kGy	80,22bF	82,45aC	66,82bG	91,10bA	80,99bE	81,90aD	87,94aB
CV(%)	0,012						
Média	81,21						

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Legenda: T0 (tempo zero) e 7 (armazenamento refrigerado); 30. 60. 90 (armazenamento congelado); 90+3 e 90+7 (armazenamento refrigerado depois de descongelado).

Para o parâmetro compostos fenólicos (Tabela 23), neste experimento verificou-se diferenças tanto entre os guacamoses quanto em relação aos dias de armazenamento. Para os dois produtos, no 60º dia de armazenamento congelado, notou-se diminuição nos valores apresentados de compostos fenólicos. Para ambos, verificou-se que após 90 dias de armazenamento congelado + 7 de refrigerado os produtos apresentaram valores superiores quando comparados ao dia de elaboração do produto.

Assim como para os abacates, tanto aqueles tratados por irradiação gama quanto por acelerador de elétrons, não houve tendência nos valores, talvez pelo fato do produto não apresentar boa homogeneização e conter mais ácido ascórbico em uma

parte do que em outra. Os valores médios de compostos fenólicos obtidos em guacamole durante todo o período de armazenamento encontram-se na tabela 23.

Tabela 23: Compostos fenólicos totais (mg ácido gálico 100g⁻¹ polpa) obtidos em guacamole sem tratamento e com aplicação de irradiação, dose 0.4 kGy armazenado sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C) (Botucatu. UNESP. 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento						
	0	7AR	30AC	60AC	90AC	90+3ACD	90+7ACD
0,0 kGy	49,51aB	49,78aB	46,70aC	34,34aF	44,91aD	43,24aE	54,85aA
0,4 kGy	45,83bB	40,40bF	46,05bC	28,20bG	44,73aD	41,94bE	50,32bA
CV(%)	0,34						
Média	44,30						

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Legenda: T0 (tempo zero) e 7 (armazenamento refrigerado); 30. 60. 90 (armazenamento congelado); 90+3 e 90+7 (armazenamento refrigerado depois de descongelado).

As tabelas 24 e 25 demonstram os resultados obtidos na avaliação microbiológica do guacamole com e sem irradiação nos prazos máximo de armazenamento.

Tabela 24: Resultados das análises microbiológicas de coliformes termotolerantes. *Salmonella* e *Staphylococcus aureus* no guacamole.

DIAS ARMAZENADOS	GUACAMOLE		
	Coliformes termotolerantes (NMP/g)	<i>Salmonella</i> (Ausência em 25 g)	<i>Staphylococcus</i> . <i>aureus</i> (UFC/g)
T0	< 3,0	ausente	< 100
7AR	< 3,0	ausente	< 100
30AC	< 3,0	ausente	< 100
60AC	< 3,0	ausente	< 100
90AC	< 3,0	ausente	< 100
90+3ARDC	< 3,0	ausente	< 100
90+7ARDC	< 3,0	ausente	< 100

Legenda: T0 (tempo zero) e 7 (armazenamento refrigerado); 30. 60. 90 (armazenamento congelado); 90+3 e 90+7 (armazenamento refrigerado depois de descongelado).

Tabela 25: Resultados das análises microbiológicas de coliformes termotolerantes. *Salmonella* e *Staphylococcus aureus* no guacamole com frutos irradiados (0.4 kGy).

DIAS ARMAZENADOS	GUACAMOLE		
	Coliformes termotolerantes (NMP/g)	<i>Salmonella</i> (Ausência em 25 g)	<i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i> (UFC/g)
T0	< 3,0	ausente	< 100
7AR	< 3,0	ausente	< 100
30AC	< 3,0	ausente	< 100
60AC	< 3,0	ausente	< 100
90AC	< 3,0	ausente	< 100
90+3ARDC	< 3,0	ausente	< 100
90+7ARDC	< 3,0	ausente	< 100

Legenda: T0 (tempo zero) e 7 (armazenamento refrigerado); 30. 60. 90 (armazenamento congelado); 90+3 e 90+7 (armazenamento refrigerado depois de descongelado).

O guacamole elaborado com frutos irradiados e não irradiados não apresentaram contaminação microbiológica quanto à pesquisa de bactérias do grupo coliformes. no caso termotolerantes (45°C), pesquisa de *Salmonella* ssp. e *Staphylococcus* coagulase positiva., ficando em acordo com a RDC de 02 de janeiro de 2001 da ANVISA. A investigação dessas bactérias nos alimentos indica sobre as qualidades higiênicas do produto, sendo a *E. coli* o único indicador apropriado de contaminação fecal. Nos alimentos processado, como é o caso do guacamole, a contaminação por essas bactérias pode incidir devido a um processamento inadequado, matéria prima contaminada, equipamento sujo e manipulação sem os cuidados de higiene (FRANCO; LANDGRAF. 1996).

Esses dados apresentam-se em desacordo com os reportados por Arvizu-Medrano. Iturriaga e Escartín (2001) os quais relataram que guacamole coletados de restaurantes e vendedores de rua da cidade de Querétaro no México, apresentaram contaminação de 60% de bactérias *E. coli* nas 29 amostras coletadas. Essas amostras expressaram um valor de 3.5×10^3 NMP/g de contaminação, caracterizando condições precárias durante o preparo e armazenamento do produto.

Arvizu-Medrano. Iturriaga e Escartín (2001) pesuisaram a contagem de *Staphylococcus aureus* em guacamole e encontraram valores que variaram entre 10^3 e

10⁵ UFC/g. apresentando um total de 6.7% de amostras positivas, sendo mais freqüentes entre os vendedores de rua. Segundo alguns estudos. as amostras de guacamole coletadas de restaurantes apresentaram-se isentas de *Salmonella spp.* E, nas amostras coletadas de vendedores de rua. foi encontrada uma amostra contaminada, visto que a *Salmonella sp.* não é comum em vegetais frescos e frutas.

Dados semelhantes ao apresentado no presente trabalho foram verificados por Ramtahal. Akingbala e Baccus-Taylor (2007). que ao analisar o guacamole fresco e após armazenamento refrigerado a 5°C durante 2. 4. 6. 8 e 10 dias de estocagem não apresentaram o crescimento de *Salmonella* e *Staphylococcus aureus.*, caracterizando uma boa higiene, produção e estocagem.

Os dados apresentados nesse trabalho corroboram com os dados apresentados por Simon (2008). Simon (2009) e Daiuto et al. (2010) que ao analisar guacamole tanto refrigerado quanto congelado também verificou a ausência de bactérias no produto, caracterizando o mesmo como apto ao consumo. Bierren (1963) citado por Ferreira (1981), relatou que a venda de um produto torna-se um sucesso ou fracasso através da visualização da cor. Alguns estudos indicaram que testes realizado com produtos iguais, mas com diferentes colorações exerceu influência no sabor do produto, mesmo essa não existindo. Ferreira (1991) também relatou que a cor exerce grande influência na venda de um produto, visto que se esta não for atraente dificilmente um produto será consumido ou até mesmo provado.

Nas condições em que o experimento foi realizado. verificou-se média geral para luminosidade de 62.16 e coeficiente de variação de 0.32%. A tabela 26 contém os dados de luminosidade para o guacamole com e sem tratamento prévio dos frutos por irradiação gama ⁶⁰Co.

Tabela 26: Valores médios de luminosidade (L) obtidos em guacamole sem tratamento e com aplicação de irradiação, dose 0.4 kGy armazenado sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C) (Botucatu. UNESP. 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento						
	0	7AR	30AC	60AC	90AC	90+3ARDC	90+7ARDC
0,0 kGy	62,52aE	60,46bF	65,76bC	69,72aA	66,29aB	62,97aD	51,70bG
0,4 kGy	59,44bD	62,18aC	67,27aA	65,37bB	59,27bE	59,26bE	58,13aF
CV(%)	0,32						
Média	62,16						

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Legenda: T0 (tempo zero) e 7 (armazenamento refrigerado); 30. 60. 90 (armazenamento congelado); 90+3 e 90+7 (armazenamento refrigerado depois de descongelado).

De acordo com a luminosidade, observou-se que houve significância no fatorial duplo dose x dias de armazenamento. Verificou-se que o guacamole controle apresentou valores constantes até o dia 90 de armazenamento congelado + 3 dias de refrigeração. No ultimo dia de armazenamento. este apresentou declínio no valor de luminosidade apontando escurecimento do produto. fato esse decorrente da ação de enzimas de escurecimento como polifenoloxidase.

Já para o guacamole cujos frutos foram previamente irradiados observou-se que este apresentou valores médios semelhantes ao controle somente nos dias 7. 30 e 60 de armazenamento. Nos demais dias de armazenamento, este apresentou valores estatisticamente mais baixos para o fator luminosidade.

Pesis et al. (1999) citados por Ramtahal, Okingbala e Baccus-Taylor (2007) descreveram que a luminosidade do produto diminui com o tempo de armazenamento, apontando escurecimento no guacamole, que provavelmente é devido ao efeito enzimático. Os mesmos relataram que esse escurecimento enzimático se intensifica durante o armazenamento do guacamole a 5°C, devido à presença de etileno na polpa. Este relato corrobora com os dados encontrados na atual pesquisa para o tratamento controle.

Flores et al. (2006) observaram mudanças nas propriedades físicas (textura e cor) e sensoriais em pasta de abacate elaborado com a variedade Hass, com uso de agentes anti-escurecimento (ácido ascórbico e sulfito de sódio), após manter o produto armazenado sob refrigeração durante 1, 5, 10, e 15 dias numa temperatura de $5 \pm 1^\circ\text{C}$. O mesmo autor relatou que a luminosidade do abacate se manteve através da concentração de

sulfito de sódio, diminuindo a cor verde com o passar dos dias de armazenamento refrigerado, entretanto houve melhoria através da concentração de ácido ascórbico e sulfito de sódio. O uso desses agentes permite manter a pasta de abacate armazenada por no máximo 15 dias, porém seu aroma e sabor permanecem somente por 10 dias quando utilizada uma concentração de 330.9 ppm de sulfito de sódio e 4902 ppm de ácido ascórbico (FLORES et al.. 2006).

Simon (2009) analisou dois produtos de abacate, guacamole e pasta, acondicionados em sacos de nylon+polietileno com aplicação de vácuo e verificou que para os dois produtos, os valores encontrados de luminosidade foram satisfatórios durante todo armazenamento, ficando próximos aos valores encontrados no tempo zero. o qual foi o dia de elaboração do produto, portanto caracterizando que este não sofreu escurecimento.

Daiuto et al. (2010) avaliaram a estabilidade de um produto de abacate acondicionado em diferentes embalagens (polietileno e nylon+polietileno com e sem vácuo) e conservado pelo frio (refrigeração. congelamento lento e rápido) e verificaram que a embalagem de nylon+polietileno utilizadas nas amostras mantidas sob refrigeração contribuiu para evitar o escurecimento das mesmas. Relataram ainda que as amostras congeladas, tanto por processo lento quanto rápido, não escureceram, independente do tipo de embalagem e período de armazenamento. Além disso, observaram que as amostras mantidas sob refrigeração em embalagens de polietileno não são boa alternativa para manutenção do guacamole.

Segundo Daiuto et al. (2010). ao analisar a coloração em guacamole verificou que o produto acondicionado em embalagem de polietileno e mantido sob refrigeração apresentou valores médios de luminosidade decrescente durante os 7 dias de armazenamento. o que indicou escurecimento do produto. dados estes que concordam com os encontrados nesta pesquisa.

Já para embalagem de nylon+polietileno com e sem aplicação de vácuo nos tratamentos de congelamento lento e rápido. Daiuto et al. (2010) reportou que não houve a mesma diminuição nos valores de luminosidade e alguns valores foram até superiores ao da testemunha. o que também pode ser observado neste trabalho. Os autores explicam que isto pode ter ocorrido devido ao produto guacamole não ser composto apenas

de abacate, já que além deste componente existem outros ingredientes que são adicionados, como é o caso do tomate por exemplo.

O componente de cor a^* negativo está relacionado com a coloração verde no produto e pode ser observado a tendência dessa coloração na tabela 27. Verificou-se que o guacamole cujos frutos foram previamente irradiados mantiveram a coloração verde durante o armazenamento e com valores médios maiores quando comparados ao controle.

Tabela 27: Componente de cor a^* obtidos em guacamole sem tratamento e com aplicação de irradiação, dose 0.4 kGy armazenado sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C) (Botucatu. UNESP, 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento						
	0	7AR	30AC	60AC	90AC	90+3ARDC	90+7ARDC
0,0 kGy	-12,09aA	-8,22bB	-5,68bG	-6,72bE	-7,86bC	-7,36bD	-6,65bF
0,4 kGy	-9,74bB	-8,55aD	-9,07aC	-8,44aE	-11,67aA	-8,16aF	-7,72aG
CV(%)	-0,23						
Média	-8,42						

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Legenda: T0 (tempo zero) e 7 (armazenamento refrigerado); 30. 60. 90 (armazenamento congelado); 90+3 e 90+7 (armazenamento refrigerado depois de descongelado).

Guzmán (1998) observou que ao utilizar 12 ppm de cloreto cúprico e 120 ppm de cloreto de zinco aquecido em microondas por 30 segundos manteve-se a cor verde por até 7 dias quando comparada a pasta de abacate tratada somente com microondas.

Ramtahal, Okingbala e Baccus-Taylor (2007) afirmaram que o valor de a^* diminui com o decorrer do tempo de estocagem, o que indica redução na coloração verde do guacamole. Resultados semelhantes foram observados por Palou et al. (2000) durante o armazenamento de guacamole submetido à alta pressão.

Palou et al. (2000) ao analisar a cor a^* no guacamole submetido à alta pressão observaram que este não exerceu efeito sobre a coloração do produto. Os mesmos observaram que a coloração do guacamole durante o armazenamento de 30 dias à temperatura de 5, 15 e 25°C diminui gradativamente.

Simon (2009) analisou guacamole e pasta de abacate, armazenados em embalagem de nylon+polietileno com vácuo e notou que a pasta apresentou resultados mais satisfatórios do que o guacamole durante o armazenamento.

Daiuto et al. (2010) relataram que quando o guacamole foi armazenado em saco de polietileno e mantido sob refrigeração, este apresentou valores de cor a^* positivos para os 5 e 7 dias de análise. Já para o produto congelado, mantido em embalagem de nylon+polietileno com e sem vácuo os valores foram melhores e ficaram próximos ao controle.

Da mesma forma. Daiuto et al. (2010) avaliando a estabilidade de um produto de abacate acondicionado em diferentes embalagens e conservado pelo frio reportou que a embalagem de nylon+polietileno aliado ao congelamento é uma boa alternativa para conservação do guacamole.

O componente de cor b^* está relacionado com a coloração amarela no produto. Valores positivos indicam a presença deste componente (Tabela 28).

Tabela 28: Componente cor b^* obtidos em guacamole sem tratamento e com aplicação de irradiação, dose 0.4 kGy armazenado sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C) (Botucatu. UNESP. 2011).

Tratamento	Dias de Armazenamento						
	0	7AR	30AC	60AC	90AC	90+3ARDC	90+7ARDC
0,0 kGy	39,34aB	36,33aD	39,05aC	34,98bE	36,30bD	44,19aA	30,37bF
0,4 kGy	35,76bE	34,74bF	37,84bB	37,56aC	37,27aD	41,05bA	34,56aG
CV(%)	0,05						
Média	37,09						

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Legenda: T0 (tempo zero) e 7 (armazenamento refrigerado); 30. 60. 90 (armazenamento congelado); 90+3 e 90+7 (armazenamento refrigerado depois de descongelado).

Notou-se que o guacamole controle foi o que apresentou os maiores valores médios para o parâmetro de cor b^* quando comparado com o guacamole nos quais os frutos foram previamente irradiados quando armazenado após 7 dias refrigerado. 30 congelado e 90 de congelado + 3 de refrigeração.

No entanto, o guacamole irradiado manteve seus valores mais próximos durante todo armazenamento, mostrando que a irradiação prévia pode manter a cor b^* no produto mais estável durante armazenamento.

Ramtahal, Okingbala e Baccus-Taylor (2007) avaliaram o guacamole armazenados em sacos de polietileno à temperatura de 5°C durante 2 semanas e notaram que o valor de b^* diminuiu durante o armazenamento indicando uma redução na coloração amarela no guacamole, que pode ser atribuída ao escurecimento do produto devido à ação de enzimas presentes. Este fato também pode ser verificada neste experimento.

Dados relatados por Simon (2009) indicaram que dois produtos elaborados a base de abacate, guacamole e pasta, apresentaram resultados semelhantes ao dia de elaboração dos mesmos quando armazenados sob refrigeração e congelamento durante o armazenamento.

Dados semelhantes foram relatados por Daiuto et al. (2010) que observaram que não houve muita variação do componente de cor b^* durante armazenamento por congelamento lento ou rápido, com utilização de embalagem de nylon+polietileno e com ou sem aplicação de vácuo. Porém, quando avaliou o mesmo produto utilizando embalagem de polietileno a temperatura de 5°C por 2 semanas notou uma redução no componente de cor b^* indicando que escurecimento do produto pela presença de enzimas.

A avaliação sensorial de um produto tem como objetivo sugerir a aceitação de um produto perante a compra do mesmo segundo alguns parâmetros tais como, cor, sabor, aparência e textura do produto (Figura 8).

Não houve diferença estatística entre o guacamole e aquele elaborado com frutos irradiados. Notou-se somente diferença estatística em relação aos dias de armazenamento.

A figura 8 mostra a relação entre os parâmetros sensoriais avaliados para o produto guacamole ao longo do período de armazenamento nas amostras refrigeradas e congeladas.

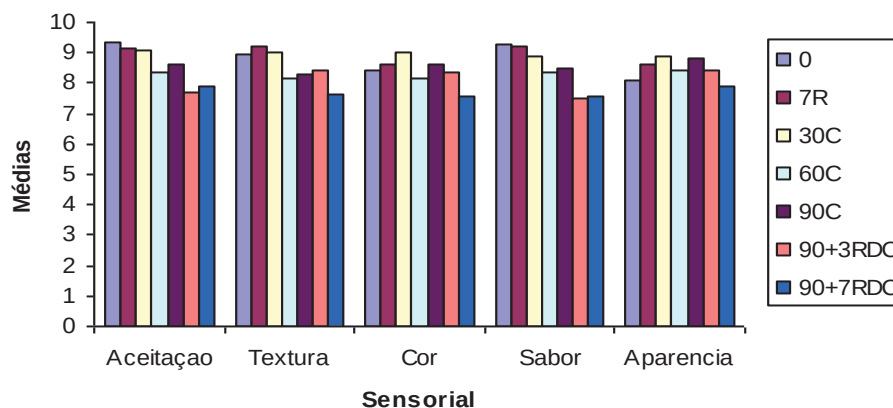


Figura 8: Variação média dos parâmetros sensoriais (aceitação, textura, cor, sabor e aparência) obtidos em guacamole com e sem irradiação gama dose 0.4 kGy, armazenados sob refrigeração (4°C) e congelamento (-18°C) (Botucatu, UNESP, 2011).

Legenda: T0 (tempo zero) e 7 (armazenamento refrigerado); 30, 60, 90 (armazenamento congelado); 90+3 e 90+7 (armazenamento refrigerado depois de descongelado).

Para o parâmetro aceitação, notou-se diminuição nos valores médios conforme os dias de armazenamento. O dia zero, que foi o dia de elaboração do produto, apresentou o resultado mais satisfatório seguido pelo armazenamento refrigerado de 7 dias e congelamento após 30 e 90 dias.

Em relação à textura do produto, verificou-se que o dia zero, 7 de refrigeração e 30 de congelamento foram os que apresentaram os maiores valores médios para este parâmetro dentro dos prazos de armazenamento. O menor valor pode ser verificado para o produto que ficou armazenado por 90 dias congelado e que foi descongelado e mantido sob refrigeração após 7 dias.

O parâmetro cor é um dos atributos avaliados na aquisição de um produto, visto que na maioria das vezes, a compra de um produto é feita através da cor que este apresenta. O maior valor médio encontrado para cor pode ser observado para o armazenamento sob congelamento durante 30 dias, seguido pelo tempo de 7 dias de refrigeração e 90 dias de congelamento. O resultado menos satisfatório foi apresentado pelo armazenamento sob congelamento durante 90 dias e que foi descongelado e mantido sob refrigeração por mais 7 dias.

Com relação ao sabor, este é um fator também de escolha na elaboração de um produto e na sua comercialização. Desta forma, observou-se que o maior valor médio encontrado foi no dia zero, que caracteriza a elaboração do produto, seguido pelo pelos dias 7, 30 e 90 de armazenamento. Os menores valores foram verificados para os armazenamentos de 90+3 e 90+7 dias.

A aparência é um dos atributos mais importantes, já que é ela quem determina a aquisição de um produto. Não foi observada diferença estatística entre os dias de armazenamento e nem entre as doses. Os maiores valores encontrados nesta pesquisa são para o armazenamento depois de 30 dias de congelamento bem como após 90 dias de congelamento. Já os tempos 7 de refrigerado, 60 de congelamento e 90 congelado e 3 refrigerado apresentaram valores mais baixos. Os piores resultados foram observados no dia de elaboração do produto, dia zero e após 90+3 e 90+7 de armazenamento.

Ramthal et al. (2007) elaboraram guacamole sem adição de aditivos químicos, conservado sob refrigeração a 5°C e embalagem *pet* (*polyethylene terephthalate*) e avaliaram o produto em relação a aparência, cor, aroma, consistência, textura e aceitabilidade geral. Notaram que o período de conservação nesta temperatura foi de 6 dias e após este período, textura e aroma foram deteriorados pela produção de 'off flavor', decorrente da hidrólise de ácidos graxos e da oxidação de compostos fenólicos.

Flores et al. (2008) fizeram análise sensorial em guacamole adicionado de antioxidantes, ácido ascórbico e sulfito de sódio para evitar o escurecimento. Utilizaram para tal escala hedônica de 9 pontos e observaram que as notas para os parâmetros de aceitação foram baixas e diminuíram de 6.45, dia de produção do produto para 3.65 após 10 dias de armazenamento refrigerado ($5\pm 1^{\circ}\text{C}$). Concluíram desta forma que o ácido ascórbico e sulfito de sódio conservaram o produto por até 10 dias sob refrigeração, porém o sabor característico do produto foi mantido por até 7 dias.

Simon (2008) trabalhou com guacamole, embalado com diferentes embalagens, polietileno e polietileno+nylon, com e sem presença de vácuo e notou que a embalagem de polietileno não foi a melhor para conservação do produto. Notou também que a presença ou ausência de vácuo não interfere na qualidade sensorial do guacamole. Relatou que o melhor valor encontrado foi para o produto armazenado por até 60 dias de congelamento.

Simon (2009) avaliou sensorialmente dois produtos de abacate, guacamole e pasta, e verificou que nos prazos máximos de armazenamento, a pasta obteve resultados melhores do que o guacamole, porém, o autor notou que a pasta, quando descongelada, liberou mais óleo em comparação ao guacamole.

Daiuto et al. (2010) avaliaram sensorialmente o guacamole com adição de α tocoferol e ácido ascórbico, acondicionadas em embalagens com barreira contra gases (polietileno e polietileno+nylon), com e sem aplicação de vácuo e mantidas sob refrigeração e congelamento lento e rápido. Notaram que o tempo de armazenamento foi o que mais influenciou na qualidade do guacamole. Para o produto submetido ao congelamento lento verificaram que este pode ser armazenado por até 30 dias, independente do tipo de embalagem e apresentou médias de aceitabilidade semelhantes ao dia de elaboração do produto.

Daiuto et al. (2010) analisaram a manutenção da qualidade do guacamole elaborado com abacates ‘Hass’ submetidos a hidrotermia e relataram que para todos os parâmetros sensoriais analisados as notas obtidas foram superiores a 7, como também pode ser observado nesta pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para os dois primeiros experimentos, com frutos de abacate ‘Hass’ os tratamentos interferiram no amadurecimento normal dos frutos/, causando uma variação nos valores médios dos parâmetros analisados.

No experimento I a maior perda de massa foi observada pela dose 1.0 kGy que também apresentou a maior taxa respiratória. No experimento II, a maior perda de massa foi verificada nos frutos controle. que também apresentaram a maior taxa respiratória.

Para o guacamole.,houve diferenças entre os produtos elaborados com e sem tratamento nos frutos. Na análise sensorial do guacamole, a aplicação de irradiação não apresentou diferenças quando comparado ao guacamole elaborado com frutos sem irradiação.

A irradiação tanto gama quanto por acelerador de elétrons conservaram os frutos por 12 dias quando mantidos em temperatura ambiente. Após esse período, os frutos entraram em senescencia, tornando-os impróprios para o consumo.

As variações encontradas nas análises durante todo o armazenamneto podem ter sido causadas tanto pela irradiação quanto pelo amadurecimento desuniforme dos frutos.

6 CONCLUSÕES

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

- O uso da radiação gama controlou o amadurecimento dos frutos independente da dose aplicada por 12 dias;
- O uso da radiação por acelerador de elétrons também favoreceu a conservação dos frutos por 12 dias independente da dose utilizada.
- Para as análises microbiológicas, tanto o guacamole sem tratamento quanto o irradiado apresentaram-se insentos de contaminação em todos os prazos de armazenamento;
- Em relação à análise sensorial, o produto foi bem aceito durante todo armazenamento;

7 REFERÊNCIAS

- AHMED, E. M.; BARMORE, C. R. Avocado. In: NAGY. S.; SHAW. P. E.; WARDOWSKI, W. F. (Ed.). **Fruits of tropical and subtropical origin: composition, properties and rises**. Lake Alfred: AVI, 1990. p. 121-156.
- AJAIKUMAR, K. B. et al. The inhibition of gastric mucosal injury by Punica granatum L. (pomegranate) methanolic extract. **Journal Ethnopharmacol**, Lausanne, v. 96. n. 1/2, p. 171-76, 2005.
- ARAÚJO. J. M. A. **Química dos alimentos**. Viçosa: UFV, 1999, p.416.
- ARVIZU-MEDRANO, S. M.; ITURRIAGA, M. H.; ESCARTÍN, E. F. Indicator and pathogenic bacteria in guacamole and their behavior in avocado pulp. **Journal of Food Safety**, Querato, v. 21, p. 233 – 241, 2001.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry international**. 18. ed. Washington, DC, 2005. 1015 p.
- BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 113-123, 2006.
- BEN-ET, G. et al. Compounds contributing to heat-induced bitter off-flavor in avocado. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 38, p. 546-547, 1973.
- BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.
- BLEINROTH, E. W.; CASTRO, J. V. **Matéria-prima**. In: ABACATE-cultura. matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. Campinas: ITAL, 1992. p. 58-147.

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

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química dos alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1995, p. 231.

BOWER, J.; CUTTING, J. G. Avocado fruit development and ripening physiology. **Horticultural Review**, London, v.10, p.229-271, 1988.

BRASIL. Decreto nº 72.718 de 29 de agosto de 1973. Estabelece normas gerais sobre irradiação de alimentos. **Diário Oficial**, Brasília, DF, 30 de agosto de 1973. Seção I, pt. I.

BRASIL. Portaria nº 09. de 08 de março de 1985. Aprova as normas gerais para irradiação de alimentos” - (Anexo I). a “Relação de alimentos cuja irradiação é autorizada” – (Anexo II). **Diário Oficial**, Brasília, DF, 13 de março de 1985. Seção I.

BRASIL. Resolução nº 21. de 26 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos. **Diário Oficial**, Brasília, DF, 29 de janeiro de 2001. Seção I.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. **Nutrition Reviews**, Washington, DC, v. 56, n. 11, p. 317-333, 1998.

BRON, I. U.; JACOMINO, A. P.; APPEZZATO-DA-GLORIA, B. Alterações anatômicas e físico-químicas associadas ao armazenamento refrigerado de pêssegos 'Aurora-1' e 'Dourado-2'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n.10, p.1349-1358, 2002.

CARVALHO, P. G. B. et al. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 4, p. 397-404, 2006.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: UFV, 1999. p. 45-46. (Cadernos Didáticos, 66).

CHITARRA, M. I. F. Fisiologia e qualidade de produtos vegetais. In: BOREM, F. M. (Coord.). **Armazenamento e processamento de produtos agrícolas**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 1-58.

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

CLOUGH, R. L. High energy radiation and polymers. A review of comercial processes and emerging applications. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research**, Albuquerque, USA, v. 185, p. 8-33, 2001.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Codex general standards for irradiated foods and recommended international code of practice for the operation of radiation facilities used for the treatment of foods**. Rome: FAO, 1984. v. 15. E-1.

CORRALES-GARCÍA, J. Experiências y problemática de la industrialización del aguacate. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DEL AGUACATE, 1991, **Poscosecha y Comercialización** : Memórias... 1991. p. 64-71.

COUTINHO, E. F. Aplicação pós-colheita de luz ultravioleta (uv-c) em pêssegos cultivar 'Jade'. armazenados em condição ambiente. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 663-666, jul/ago. 2003.

CREDE, R. G. **Estudos dos efeitos da radiação gama e de acelerador de elétrons na detecção de grãos de milho (*Zea mays*) geneticamente modificado**. 2005. 92 f. Dissertação (Mestrado em...)-Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CUVELIER, M. E.; RICHARD, H.; BERSET, C. Comparison of the antioxidative activity of some acid phenols: structure-activity relationship. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, Tokyo, v. 59, n. 2, p. 324-325, 1992.

DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L. Atividade da peroxidase e polifenoloxidase em abacate da variedade hass. submetidos ao tratamento térmico. **Revista Iberoamericana Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, México, v. 9, n. 2, p. 106-112, 2008.

DAIUTO, E. R. et al. Avaliação sensorial do guacamole conservado pelo frio. **Revista de Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.18, p. 405-412, 2007.

DAIUTO, E. R. et al. Avaliação da coloração. teor de fenóis e atividade da peroxidase no guacamole conservado pelo frio. **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 59, n. 3, p. 331-342, 2009.

DAIUTO, E. R. et al. Estabilidade físico- química de um produto de abacate acondicionado em diferentes embalagens e conservado pelo frio. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 1, p. 97-105, 2010a.

DAIUTO, E. R. et al. Taxa respiratória de abacate 'Hass' submetido a diferentes tratamentos físicos. **Revista Iberoamericana Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, México, v. 10, n. 2, p. 101-109, 2010b.

DAIUTO, E. R.; TREMOCOLDI, M. A.; VIEITES, R. L. Conservação pós colheita de abacate 'Hass' irradiado. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, Mexico, v. 10, n. 2, p. 94-100, 2010c.

DICKSON, J. S. Inactivación de microorganismos por radiación. In: MOLINS. R. **Irradiación de alimentos: principios y aplicaciones**. Zaragoza: Acribia, 2001. p. 21-33.

DIEHL, J. F. **Safety of irradiated foods**. New York: Marcel Dekker, 1995.

DOMARCO, R. E. et al. Inibição do amadurecimento de bananas por radiação gama: aspectos físicos, químicos e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 137-142, jul/set. 1996.

DONADIO, L. C. **Abacate para exportação**: aspectos técnicos da produção. Brasília, DF: DENACOO, 1995. 53 p. (FRUPEX).

DONADON, J. R. **Distúrbio fisiológico provocado pelo frio e prevenção com tratamentos térmicos em abacates**. 2009. 216 p. Tese (Doutorado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

DOROSHOW, J. H. Effect of anthracycline antibiotics on oxygen radical formation in rat heart. **Cancer Research**, Baltimore, v. 43, n. 2, p. 460-472, 1983.

DURAN, R. M.; PADILLA, R. B. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos. **Grasas Y Aceites**, Sevilla, v. 44, n. 2, p. 101-106, 1993.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1998. 674p.

EVANS, E.; NALAMPANG, S. **World. U.S. and Florida avocado situation and outlook**. Gainesville: Food and Resource Economics Department, University of Florida, 2006. 10 p. (EDIS Publication FE639).

FAO. **Medium-term projections for world supply and demand to 2010 for tropical fruits**. Intergovernmental Group on Banana and on Tropical Fruits. Roma, 2003. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 6 jan. 2011.

FARKAS, J. Radiation treatment of spices. **Prehrambeno-biotechnology**, v. 30, p.159-163, 1992.

FLORES, J. M. et al. Tecnología antiobscurecimiento en una formulation de pasta de aguacte (guacamole). Disponível em: <<http://www.respyn.uanl.mx/especiales/2006/ee-14-2006/documentos/Art34.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2011.

FRANCISCO, V. L. F. dos. S.; BAPTISTELLA, C. da S. L. Cultura do abacate no estado de São Paulo. **Informações econômicas**, v. 35, n. 5, p. 27-41, 2005.

FRANCO, B. G. M. F.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu. 1996. 182 p.

FRY, S. C. Cross-linking of matrix polymers in the growing cell walls of angiosperms. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 37, p. 165-186, 1986.

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

GERMANO, R. M. de A.; ARTHUR, V.; WIENDL, F. M. Conservação pós-colheita de abacates Persia americana Mill.. variedades Fortuna e Quintal. por irradiação. **Science Agrícola**, Piracicaba, v. 53, n. 2/3, p. 249-253, 1996.

GIADA, M. L. R.; MANCINI FILHO, J. Importância dos compostos fenólicos da dieta na promoção da saúde humana. **Ciências Biológicas e da Saúde**, Ponta Grossa, v. 12, n. 4, p. 7-15, 2006.

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

HAARD, N. F.; CHISM, G. W. Characteristics of edible plant tissues. In: DAMODARAN, S. **Fennema's food chemistry**. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 943-1011.

HALLIWELL, B. et al. The characterization on antioxidants. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 33, n. 7, p. 601-617, 1995.

HARDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. **The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks**. Washington, DC: USDA, 1986. 130 p. (Agriculture Handbook, 66).

HIRATA, L. L.; SATO, M. E. O.; SANTOS, C. A. M. Radicais livres e o envelhecimento cutâneo. **Acta Farmacéutica Bonaerense**, Buenos Aires, v. 23, n. 3, p. 418-424, 2004.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005. 1018 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Estados*. Rio de Janeiro, s.d.. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/>>. Acesso em: 6 jan. 2011.

ITURRIAGA, M. H.; ARVIZU-MEDRANO, S. M.; ESCARTÍN, E. F. Behavior of *Listeria monocytogenes* in Avocado Pulp and Processed Guacamole. **Journal of Food Protection**, Queretaro, v. 65, n. 11, p. 1745-1749, 2002.

KADAN, S. S.; SALUNKHE, D. K. Avocado. In: SALUNKHE, D. K.; KADAN, S. S. (Ed). **Handbook of fruit science and technology**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 363 – 375.

KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. In: ____ **Postharvest technology of horticultural crops**. 2. ed. Davis: University of California, Division to Agriculture and Natural Resources, 1992. 295 p.

KANESIRO, M. A. B. et al. Efeito da irradiação na conservação pós-colheita de abacates 'Breda'. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DOS ALIMENTOS, 4.,

2001, Campinas. **Anais...** Campinas: Unicamp, 2001. p. 201.

KARAKAYA, S. Bioavailability of phenolic compounds. **Food Science Nutrition**, Boca Raton, v. 44, n. 6, p. 453-64, 2004.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Anti- oxidant activity and total phenolic- the millennium's health. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 36, n. 7, p. 703-725, 2001.

KIEBER, J. Etileno: o hormônio gasoso. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. p. 541-559.

KLUGE, R. A. et al. Inibição do amadurecimento de abacate com 1-metilciclopropeno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 7, p. 895-901, 2002.

KONICA MINOLTA. **Comunicação precisa da cor**: controle de qualidade da percepção à Instrumentação. 1998. 59 p.

KUBOW, S. Lipid oxidation products in food and atherogenesis. **Nutrition Reviews**, New York, v. 51, n. 2, p. 33-40, 1993.

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

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

LEONEL, S.; SAMPAIO, A. C. **Abacate**: aspectos técnicos da produção. São Paulo: UNESP; Cultura Acadêmica, 2008. 239 p.

LOPEZ – MALO, A. et al. Polyphenol oxidase activity and color changes during of high hydrostatic pressure treated avocado puree. **Food Research International**, Italy, v. 31, 549-556, 1999.

LUDFORD, P. M. Postharvest hormone changes in vegetables and fruit. In: DAVIES, P. J. (Ed.). **Plant hormones and their role in plant growth and development**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1987. p. 574-592.

LUÍZ, R. C.; HIRATA, T. A. M.; CLEMENTE, E. Cinética de inativação da polifenoloxidase e peroxidase de abacate (*Persea americana* Mill). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1766-1773, 2007.

MAILLARD, M. N. et al. Antioxidant activity of barley and malt: relationship with phenolic content. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, London, v. 29, n. 3, p. 238-244, 1996.

MANOEL, L. **Qualidade e conservação de banana 'Nanica' irradiada. climatizada e refrigerada.** 2008. 122 f. Tese (Doutorado)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

MANOLOPOULOU, H.; PAPADOPOULOU, P., A study of respiratory and physico-chemical changes of four kiwi fruit cultivars during cool-storage. **Food Chemistry**, Greece, v. 63, p. 529-534, 1998.

MARTIN, Z. J. Processamento: produtos, características e utilização. In: _____. **Abacate:** cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos. 2. ed. Campinas: ITAL, 1991. p. 148-155.

MARTINEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; ROS. G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 50, n. 1, p. 5-18, 2000.

MEDINA, J. C. et al. **Abacate:** da cultura ao processamento e comercialização. Campinas: ITAL, 1978. 212 p.

MEIR, S. et al. Prolonged storage of 'Hass' avocado fruit using modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology**, Wageningen, v. 12, n. 1, p. 51-60, 1997.

MELO, E. A. et al. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 193-201, 2008.

MENSOR, L. L. et al. Screening of brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, London, v. 15, n. 2, p. 127-130, 2001.

MOLINS, R. Introducción. In: MOLINS, R. **Irradiación de alimentos:** principios y aplicaciones. Zaragoza: Acirbia, 2001. p. 1-20.

MONDELAERS, W. **Low-energy electron accelerators in industry and applied research.** Nuclear instruments and methods in physics Research. Section B: Beam Interactions with materials and atoms. Singapore, v. 139, p. 43-45, 1998.

MORGADO, C. M. A. **Qualidade e conservação pós-colheita de cultivares de goiaba: inteiras e minimamente processadas.** 2010. 83 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

MOURA, N. C. et al. Avaliação sensorial do feijão preto submetido à radiação de cobalto-60. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, p.370-374, 2005.

McKEOWN, J. Radiation processing using electron LINACS, IEE Transaction on Nuclear Science, New Cork, v. 32, n. 5, p. 3292-3296, 1985.

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

NINFALI, P. et al. Antioxidant capacity of vegetables, spices and dressings relevant to nutrition. **Brazilian Journal Nutrition**, Wallingford, v. 93, n. 2, p. 257-66, 2005.

OLEATA, A. A. Industrialización del aguacate: estado actual y perspectivas futuras. In: WORLD AVOCADO CONGRESS, 5., 2003, Granada. **Proceedings...** Granada: Torremolinos Convention Center, 2003. p. 749-754 .

OLIVEIRA, M. A. et al. Ceras para conservação pós-colheita de frutos de abacateiro cultivar *Fuerte* armazenados em temperatura ambiente. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 777-780, 2000.

ORNELLAS, C. B. D. et al. Atitude do consumidor frente à irradiação de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, p. 211-213, 2006.

PAN, J. et al. Combined use of UV-C irradiation and heat treatment to improve postharvest life of strawberry fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 84, n. 14, p. 1831-1838, 2004.

PICANÇO, N. F. M. **Qualidade de caqui armazenado sob refrigeração: estádios de maturação, destanização e irradiação ionizante**. 2009. 125 p. Tese (Doutorado Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2009.

PALOU, E. et al. Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 64, p. 42-45, 1999.

PALOU, E. et al. High pressure-processed guacamole. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Chicago, v. 1, p. 69-75, 2000.

PRABHA, T. N.; PATWARDHAN, M. V. Polyphenoloxidase (PPO) and peroxidase (POD) enzyme activities and their isoenzyme patterns in ripening fruits. **Acta Alimentaria**, Budapeste, v. 15, p. 199-207, 1996.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

RAMTAHAL, G. A.; AKINGBALA, J. O.; BACCUS-TAYLOR, G. S. H. Laboratory preparation and evaluation of Pollock variety avocado (*Persea americana* Mill) guacamole. **Food Science & Technology**, St Augustine, v. 87, p. 2068-2074, 2007.

REBOLLO, A. J. G. et al. Effects of consumption of meat product rich in monounsaturated fatty acids (the ham from the Iberian pig) on plasma lipids. **Nutrition Research**, Tarrytown, v. 18, p. 743-750, 1998.

RIOS, P. B. **Linha de transporte de feixado acelerador microton do IFUSP**. 2002. 70 f. Dissertação (Mestrado em...)-Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, 2002.

RODRIGUEZ, L.; LOPEZ, L.; GARCIA, M. Determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual en Colombia. mora (*Rubus glaucus* B.). maracuyá (*Passiflora edulis* S.). guayaba (*Psidium guajava* L.) y papayuela (*Carica cundinamarcensis* J.), **Alimentos Hoy**, Bogotá, n. 21, p. 16-34, 2010.

SANTOS, M. R. L. **Efeitos da radiação gama do cobalto-60 em frutos de pequi** (*Caryocar brasiliense* Camb). 2008. 92 f. Tese (Doutorado em Ciências)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

SEYMOUR, G. B.; TUCKER, G. A. Avocado. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 53-76.

SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman and Hall, 1993. p.152-187.

SIES, H.; STAHL, W. Vitamins E and C. beta-carotene. and other carotenoids as antioxidants. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 62, n. 6, p. 1315-1321, 1995.

SILVA, J. A. **Tópicos da tecnologia de alimentos**. São Paulo: Varela, 2000. 231 p.

SILVA, B. M. et al. Quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit (pulp. peel. and seed) and jam: Antioxidant activity. **Journal Agriculture. Food Chemistry**, Washington, DC, v. 52, n. 15, p. 4705-12, 2004.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.

SIMON, J. W. **Avaliação microbiológica e sensorial do guacamole conservado pelo frio**. 2008. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

SIMON, J. W. **Avaliação sensorial e microbiológica de guacamole e pasta de abacate da variedade hass**. 2009. 39 f Monografia (Especialização) -Faculdade de Ciências Agrônomicas. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods of Enzymology**, New York, v. 299, p. 152-178, 1999.

SOLIVA, R. C. et al. Evaluation of browning effect on avocado purée preserved by combined methods Innov. **Food Science Emerging. Technology**, Berlin, v. 1, p. 261-268, 2001.

SOLIVA-FORTUNY, R. C. et al. Effect of combined methods of preservation on the naturally occurring microflora of avocado purée. **Food Control**, Vurrey, v. 15, p.11-17, 2004.

SOMOGYI, L. P.; ROMANI, R. J. Irradiation induced textural change in fruits and its relation to pectin metabolism. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 29, n. 3, p. 366-371, 1964.

SOUZA, A. V. et al.. Conservação pós colheita de pêssegocom o uso da refrigeração e da irradiação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1184-1189, dez. 2009.

SCHARF, W. **Biomedical particle accelerators**. New York: ALP, 1994.

SHAHIDI, F. Natural antioxidants: an overview. In: _____. **Natural antioxidants: chemistry, health effects, and applications**. Newfoundland: AOCS Press, 1996. p. 1-11.

SPOTO, M. H. F.; MIGUEL, A. C. A. Processamento mínimo e congelamento. In: OETTERER, M. et al. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, 2006. p. 453-510.

STEVENS, C. et al. The effects of low-dose ultraviolet light-C treatment on polygalacturonase activity. delay ripening and Rhizopus soft rot development of tomatoes. **Crop Protection**, Guildford, v. 23, n. 6, p. 551-554, 2004.

TEIXEIRA, C. G. et al. **Abacate: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. ed. Campinas: ITAL, 1992. 250 p.

TURATTI, J. M.; GOMES, R. A. R.; ATHIÉ, I. **Lipídios: aspectos funcionais e novas tendências**. Campinas: ITAL, 2002. p. 78.

THOMAS, P. Radiation preservation of feed of plant origin: subtropical fruits: citrus. grapes and avocados. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 24, n. 1, p.53-89, 1986.

TREMOCOLDI, M. A. **Atividade antioxidante. compostos fenólicos totais e cor em abacate ‘hass’ submetido a diferentes tratamentos físicos**. 2011. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

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

URBAIN, W. M. **Food**. New York: Academic Press, 1986. 351 p.

VIEITES, R. L. **Conservação pós-colheita do tomate através do uso da radiação gama cere e saco de polietileno armazenados em condições de refrigeração e ambiente**. 1998. 131 f. Tese (Livre-Docência)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

VIEITES, R. L. Conservação pós-colheita de frutos com a utilização de irradiação. In: NEVES, L. C. (Org.). **Manual pós-colheita da fruticultura brasileira**. Londrina: Eduep, 2009. p. 189 – 212.

VILAS BOAS, E. V. B. **Modificações pós-colheita de banana ‘Prata’ (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana*. grupo AAB) g-irradiada**. 1995. 75 f. Dissertação (Mestrado em...)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. L. Total antioxidant capacity of fruits. **Journal Agriculture Food Chemistry**. Washington, DC, v. 44, n. 3, p. 701-705, 1996.

WEIJL, N. I.; CLETON, F. J.; OSANTO, S. Free radicals and antioxidants in chemotherapy-induced toxicity. **Cancer Treatment Reviews**, London, v. 23, n. 4, p. 209-240, 1997.

WHITAKER, J. R. **Principles of enzymology for the food sciences**. 2. ed. Marcel Dekker: New York, 1994. p. 425-436.

ZAUBERMAN, M. S.; YANKO, U. The response of avocado fruits to different storage temperatures. **HortScience**, Alexandria, v. 12, n. 4, p. 353-354, 1977.