

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABA BRANCA KUMAGAI POR IRRADIAÇÃO GAMA: ASPECTOS FÍSICOS, QUÍMICOS E SENSORIAIS

ALINE CRISTINE GARCIA DE OLIVEIRA*
CINTIA FERNANDA PEDROSO ZANÃO**
ANA PAULA PAGLIONE ANICETO***
MARTA HELENA FILLET SPOTO****
SOLANGE GUIDOLIN CANNIATTI-BRAZACA*****
JÚLIO MARCOS MELGES WALDER*****

Este trabalho teve como objetivo estudar os efeitos físicos, químicos e sensoriais da radiação gama na conservação pós-colheita de goiaba branca, variedade Kumagai, *in natura*. Os frutos foram irradiados com doses de 0, 300, 600 e 900 Gy e armazenados a $8 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa durante 21 dias. A dose de radiação de 600 Gy foi a mais efetiva na conservação das goiabas, proporcionando menor perda de massa fresca, menores índices de doença, maior índice de conservação, maior firmeza e melhor aceitação sensorial durante os 21 dias de armazenamento. A dose de 900 Gy revelou-se excessiva para goiaba branca, proporcionando menor período de conservação, intensificando a velocidade de amadurecimento e reduzindo a textura. A associação da radiação gama com a refrigeração mostrou-se eficiente para conservação da goiaba branca, promovendo aumento da vida útil do fruto.

**PALAVRAS – CHAVE: GOIABA; RADIAÇÃO IONIZANTE;
CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS; IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS.**

* Bióloga, Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Escola Superior de Agricultura "LUIZ DE QUEIROZ", Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), Piracicaba-SP (e-mail: alinecgarcia@yahoo.com.br).

** Nutricionista, Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, ESALQ/USP, Piracicaba-SP (e-mail: cpedroso@claretianas.com.br).

*** Bacharel em Ciências com habilitação em Química (e-mail: ollinana@yahoo.com.br).

**** Pós-Doutora em Ciências Agrárias, Professora do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, Esalq-USP, Piracicaba-SP (e-mail: mhspoto@esalq.usp.br).

***** Doutora em Ciência dos Alimentos, Professora do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, Esalq-USP, Piracicaba-SP (e-mail: gcbraza@esalq.usp.br).

***** Professor Associado, Livre Docente em Radioentomologia, Pesquisador do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA-USP), Piracicaba - SP (e-mail: jmwalder@cena.usp.br).

INTRODUÇÃO

A goiabeira, planta da família das *Myrtaceae*, é originária da América Tropical e cultivada no Brasil desde o Rio Grande do Sul até o Maranhão. Os Estados de São Paulo e Pernambuco destacam-se como os maiores produtores (IEA, 2005).

A goiaba (*Psidium guajava* L.) ocupa lugar expressivo no contexto da fruticultura brasileira, com produção anual de aproximadamente 321 mil toneladas. A produção está concentrada nos meses de fevereiro e março, mas a comercialização da fruta para consumo ocorre durante o ano todo (AGRIANUAL, 2005).

Apesar de grande produtor, o Brasil é exportador inexpressivo de goiaba *in natura* em decorrência, principalmente, da alta perecibilidade pós-colheita do fruto. Tal fato exige exportação apenas via aérea, o que resulta em alto custo operacional (LIMA, 2004). A goiaba destinada à exportação deve apresentar polpa branca, aspecto atraente, aroma e sabor delicados, peso médio e tamanho de acordo com a classificação, bem como resistência ao transporte e ao armazenamento (GONZAGA NETO e SOARES, 1995; MANICA, 2000).

Além da expressividade econômica, a goiaba apresenta excelentes características organolépticas, elevado valor nutricional, conteúdos de açúcares, ferro, cálcio, fósforo e vitaminas A, B e C superiores à maioria das frutas e alto rendimento em polpa. Tais características tornam a fruta adequada tanto para o consumo *in natura* quanto para a industrialização (PEREIRA e MARTINEZ JÚNIOR, 1986; CARVALHO, 1994; EL-BULWK, BABIKER e EL-TINAY, 1995).

A qualidade da goiaba para o consumo *in natura* está relacionada com seus atributos físicos (aparência, tamanho, forma, coloração e firmeza) e composição química, responsável pelo sabor e aroma (GONGATTI NETO, GARCIA e ARDITO, 1996). Essas características são influenciadas pela variedade, estádio de maturação, condições climáticas do local de cultivo e práticas culturais. Manejos inadequados na colheita e na pós-colheita aceleram os processos de senescência, afetando sensivelmente a qualidade dos frutos a serem oferecidos ao consumidor (AZZOLINI et al., 2004; CARVALHO, 1994).

As goiabas de polpa branca são preferidas no mercado de frutos *in natura* por apresentarem melhor conservação pós-colheita e por exalarem perfume discreto que as torna finas e delicadas. A variedade de polpa branca Kumagai é a mais cultivada em São Paulo e a principal variedade exportada pelo Brasil (JACOMINO, 1999). Os frutos são grandes, arredondados e oblongos, firmes, com casca lisa e resistente e de coloração verde-amarelada quando maduros (PIZA JÚNIOR e KAVATI, 1994; IEA, 2005).

A expansão do mercado consumidor de goiaba *in natura* está condicionada à qualidade dos frutos e ao aumento da vida útil pós-colheita. Altamente perecível, devido ao seu intenso metabolismo durante o amadurecimento, a goiaba tem vida útil de 3 a 5 dias sob temperatura ambiente (GONGATTI NETO, GARCIA e ARDITO, 1996). Os principais aspectos de deterioração envolvem o rápido amolecimento dos frutos, a perda de coloração verde e do brilho da casca, o murchamento e a incidência de podridões dos frutos (JACOMINO, 1999).

O armazenamento e comercialização de produtos vegetais sob refrigeração constitui uma das possibilidades para manter a qualidade do fruto. O abaixamento da temperatura resulta em redução da atividade respiratória, da transpiração e produção de etileno pelos frutos, com consequente aumento do período de conservação (HARDENBURG, WATADA e WANG, 1986).

Diversos tratamentos pós-colheita têm sido testados em goiabas como, o uso de absorvedores de etileno (AHLAWAT, YAMDAGNI e JINDAL, 1980), aplicações de cálcio (XISTO, 2002; SING, SING e CHAUHAN, 1980), ceras (OJEDA, 2001; COMBRINK, KOCH e VAN EEDEN, 1990; JACOMINO, 2003), reguladores de crescimento (SAHA, 1971), fungicidas (OJEDA, 2001; CASTRO e SIGRIST, 1991), termoterapia (YUSOF e HASHIM, 1992), atmosfera modificada (JACOMINO, 1999; GASPAR, COUTO e SALOMÃO, 1997) e tratamento com 1-metilciclopropeno (BASSETTO, JACOMINO e PINHEIRO, 2005) dentre outros. Embora muitos desses tratamentos sejam eficientes em retardar a maturação e conservar a qualidade dos frutos, alguns interferem nas características sensoriais do fruto. Outros estendem a vida útil de forma economicamente inexpressiva, ou deixam resíduos químicos (BASSETTO, 2002).

A radiação gama, associada com procedimentos pós-colheita tem se mostrado bastante eficiente para prolongar a vida comercial de frutas frescas. Retardam os processos de amadurecimento e senescênciia, reduzindo o apodrecimento sem provocar alterações significativas em seu aspecto, sabor e qualidade nutritiva (KAFERSTEIN e MOY, 1993; DOMARCO et al., 1996).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos físicos, químicos e sensoriais da radiação gama na conservação da goiaba branca *in natura*, variedade Kumagai, armazenada sob refrigeração a fim de aumentar o período pós-colheita.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Goiabas (*Psidium guajava*) da variedade Kumagai, provenientes do município de Campinas/SP, foram colhidas no estádio de maturidade fisiológica. As amostras foram irradiadas no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP - Piracicaba-SP) em irradiador Gammabeam-650 que tem como fonte o cobalto-60. Foram selecionados frutos de coloração e tamanho semelhantes, sendo as goiabas com defeitos fisiológicos ou injúrias descartadas.

Os frutos receberam as seguintes doses de radiação gama: 0, 300, 600 e 900 Gy. Em seguida foram armazenados sob refrigeração a $8 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 21 dias, efetuando-se análises físicas, químicas e sensoriais a cada 7 dias. O experimento foi realizado em três repetições com cinco frutos por repetição.

2.1 ANÁLISES FÍSICAS

Determinou-se a perda de massa fresca pela relação entre o peso inicial do fruto e o peso no momento da amostragem, expressa em porcentagem (CALORE e VIEITES, 2003).

A coloração da casca foi determinada por meio de colorímetro Color Meter-Minolta 200b. O aparelho foi calibrado com iluminante D65 (6900°K), abertura de 10°, equivalente à luz do dia, modo de leitura Transmissão Regular, usando-se placa de referência branca (C6299 Hunter Color Standard). Foram considerados 5 frutos por tratamento

e duas leituras em lados opostos de cada fruto, segundo SACKS e SHAW (1994). Os resultados foram expressos em valores de L (luminosidade), que varia do negro (0) ao branco (100), a* (-a: verde; +a: vermelho) e b* (-b: azul; +b: amarelo) (MINOLTA, 1994).

Determinou-se o índice de doença pela detecção visual de frutos com sintoma inicial de doenças, calculando-se a porcentagem de incidência (CALORE e VIEITES, 2003).

A conservação pós-colheita foi determinada visualmente, contando-se o número de dias em que os frutos conservaram sua qualidade comercial (CALORE e VIEITES, 2003).

Usou-se penetrômetro com diâmetro de 8 mm, Fruit Pressure Test, modelo FT327 (3-271b) da EFFEGI para determinar a firmeza das amostras. As medições foram efetuadas em 5 frutos com 2 medições diametralmente opostas, expressando os resultados em $N \times 10^5$.

2.2 ANÁLISES QUÍMICAS

Para análise do pH utilizou-se potenciômetro DIGIMED, modelo DMPH, segundo metodologia da AOAC (1995).

Determinou-se a acidez titulável (AT) como o volume em mililitros de NaOH 0,1N requeridos para titular 100 mL de polpa até o pH 8,1 (AOAC, 1995). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico por 100 g de polpa de goiaba.

O teor de sólidos solúveis (TSS) foi determinado conforme a AOAC (1995), utilizando-se refratômetro marca Auto Abbe, modelo 10500/10501, sendo os resultados expressos em °Brix (que corresponde à porcentagem em peso de sólidos solúveis presentes na amostra).

Calculou-se o Ratio pela relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável (TSS/AT).

Determinou-se o teor de ácido ascórbico por titulometria, com solução de 2,6 diclorobenzenoindofenol, segundo método proposto por LEME JR e MALAVOLTA (1950). Os resultados foram expressos em miligramas de vitamina C por 100 g da polpa de goiaba.

2.3 ANÁLISE SENSORIAL

Para a análise sensorial utilizou-se o teste afetivo de aceitação, com escala hedônica estruturada de 9 pontos (nota 9 significando gostei muitíssimo e nota 1 desgostei muitíssimo). Foram recrutados 51 julgadores não-treinados, consumidores de goiaba branca para avaliação dos atributos: aparência, cor, aroma, sabor e impressão global do produto (MEILGAARD, CIVILLE e CARR, 1999). O teste de atitude de compra foi realizado mediante escala estruturada de 5 pontos, com nota 5 significando certamente compraria e nota 1 certamente não compraria. As amostras de 15 g foram servidas em copos plásticos (poliestireno), codificados com três dígitos e acompanhadas de um copo de água e de ficha para avaliação sensorial da goiaba. Os testes sensoriais ocorreram em cabines individuais com a utilização de luz branca.

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com 4 tratamentos, 4 períodos de armazenamento e 3 repetições por tratamento. Os resultados referentes às análises sensoriais foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste F para determinar a existência ou não de diferença significativa nas avaliações da goiaba em função do tempo de armazenamento e diferentes doses de irradiação. Os resultados das análises físicas e químicas foram analisados pelo programa Statistical Analysis System (SAS, 1996). Para a comparação das médias, ao nível de significância de 5% ($p<0,05$), foi aplicado o teste de Tukey.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISES FÍSICAS

Verificou-se aumento gradual na perda de massa fresca com o decorrer do período de armazenamento. Os frutos irradiados com a dose de 600 Gy diferiram significativamente dos demais ($p=0,05$), apresentando as menores perdas de peso durante o período de armazenamento (Tabela 1).

**TABELA 1 – VARIAÇÃO MÉDIA DA PERDA DE MASSA FRESCA
(EM PORCENTAGEM) DE GOIABAS BRANCAS
IRRADIADAS E ARMAZENADAS POR 21 DIAS SOB
REFRIGERAÇÃO**

Dose (Gy)	Dias	0	7	14	21
0	0,70 ± 0,04abA	4,33 ± 0,7aB	6,88 ± 1,4aB	12,19 ± 1,1aC	
300	0,90 ± 0,10aA	3,66 ± 1,4aB	5,41 ± 0,7aB	10,96 ± 0,1aC	
600	0,50 ± 0,20bA	3,55 ± 0,9aB	5,39 ± 0,3aBC	6,19 ± 1,0bC	
900	0,43 ± 0,06bA	2,68 ± 0,3aB	7,04 ± 0,4aC	10,61 ± 1,3aD	

Média ± Desvio-Padrão de 5 repetições. Médias de tratamentos seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A transpiração, maior causa de perda de massa dos frutos, está relacionada diretamente com a respiração (AWAD, 1993). Os valores aceitáveis de perda de massa fresca para diferentes cultivares de goiaba encontram-se na faixa entre 10 e 15% (DALAL, EIPERSON e SINGH, 1971).

PANTASTICO, CHATTOPADHYAY e SUBRAMANYAM (1975) verificaram relação positiva entre a irradiação e a refrigeração como métodos para prolongar a vida-de-prateleira de frutos. BLEINROTH (1996) afirmou que temperaturas entre 8 a 10°C, associadas com a umidade entre 85%-95% evitam perdas excessivas de massa fresca e permitem a manutenção da aparência do fruto.

Com relação ao valor L da casca, não houve diferença significativa entre as doses analisadas durante o período de armazenamento. Os resultados encontrados para o valor a* não evidenciaram diferença significativa ($p>0,05$) entre as doses analisadas durante os tempos 0 e 7 de armazenamento. No final do período de armazenamento, as goiabas irradiadas com 900 Gy e o controle apresentaram maior perda da coloração verde. Os frutos irradiados com 300 e 600 Gy mantiveram a coloração da casca, não diferindo significativamente ($p>0,05$) entre si durante o armazenamento. Os principais processos envolvidos na perda da coloração verde dos frutos durante o amadurecimento são

as degradações da clorofila e do caroteno (CROSS, 1987). O valor b* evidenciou diferença significativa ($p=0,05$) durante o período de armazenamento entre os tratamentos, ocorrendo mudanças de coloração da casca de verde para amarela entre os períodos 0 e 21 dias.

O aparecimento de doenças nos frutos foi registrado apenas no vigésimo primeiro dia de armazenamento refrigerado, sendo a porcentagem de incidência de 80%, 20%, 20% e 60% para as doses controle, 300, 600 e 900Gy, respectivamente. O maior índice de doenças foi encontrado nos frutos controle. A radiação gama com doses de 300 e 600 Gy, combinada com a refrigeração, foram os tratamentos mais eficazes para combater doenças pós-colheita em goiabas brancas da variedade Kumagai.

A conservação das goiabas brancas alcançou 100% até o sétimo dia de armazenamento refrigerado para o controle e as doses de 300 e 900 Gy. As goiabas irradiadas com a dose de 600 Gy mantiveram esse percentual de conservação (100%) até o décimo quarto dia de armazenamento refrigerado. Ao final do período de 21 dias de armazenamento, a conservação dos frutos correspondeu a 20%, 40%, 60% e 40% para o controle e doses de 300, 600 e 900 Gy, respectivamente. A irradiação gama auxiliou a conservação de goiaba branca variedade Kumagai, sendo a dose de 600 Gy a mais eficaz para aumentar o período de armazenamento pós-colheita dos frutos.

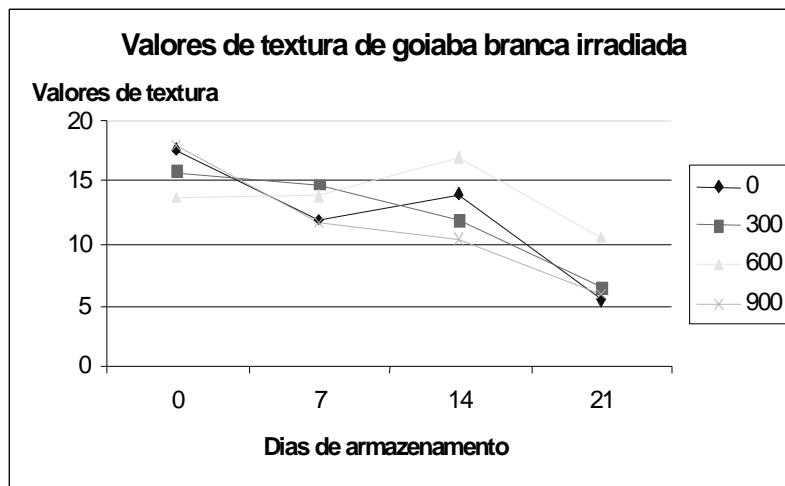
Depois da alteração da cor, o amaciamento do fruto representa a mudança mais importante que ocorre no seu processo de maturação (AWAD, 1993). A textura envolve propriedades constituídas por características físicas percebidas pelo tato e que se relacionam com a deformação e desintegração dos frutos sob aplicação de força (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Verificou-se diminuição da firmeza dos frutos controles e dos irradiados com 300 e 900 Gy (Figura 1) armazenados sob refrigeração. Não houve diferença significativa entre todos os tratamentos durante os dias 0 e 7 de armazenamento. Do 14º até o 21º dia de armazenamento, o fruto tratado com dose de 600 Gy mostrou-se significativamente mais firme que os demais. O maior e o menor valor de firmeza registrados durante todo o período estudado foram de $17,86 \text{ N} \times 10^5$

após a colheita e $5,46 \text{ N} \times 10^5$ no último dia para o controle.

A perda da firmeza durante o amadurecimento de goiabas pode ser creditada à atividade das enzimas hidrolíticas, como a poligalacturonase e pectinametilesterase (JAIN et al, 2001), que promovem intensa solubilização das pectinas constituintes da parede celular (TUCKER, 1993).

FIGURA 1 – VALORES MÉDIOS DE TEXTURA DE GOIABAS BRANCAS VARIEDADE KUMAGAI IRRADIADAS COM 0, 300, 600 E 900 GY AOS 0, 7, 14 E 21 DIAS DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO, EXPRESSO EM N X 10^5



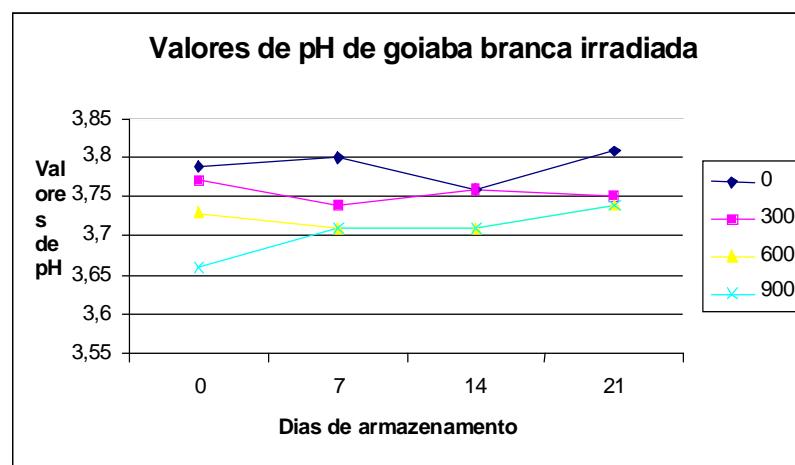
3.2 ANÁLISES QUÍMICAS

Os valores de pH não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, variando de 3,53 a 3,81 durante os 21 dias de armazenamento sob refrigeração (Figura 2).

Não foi verificada diferença significativa ($p > 0,05$) da acidez titulável (AT) das goiabas irradiadas com as dose de 300 e 900 Gy durante

todo o período de armazenamento. As goiabas controle apresentaram aumento na AT ao final do armazenamento e as irradiadas com a dose de 600 Gy revelaram pico de aumento na AT no 14º dia de armazenamento (Figura 3). Durante a maturação de goiabas, aumento de AT foi constatado por YUSOF e MOHAMED (1987) entre a 4ª e 6ª semana após a formação do fruto. Aumento de AT foi relatado por SIDDIQUI, SHARMA e GUPTA (1991) com goiabas cV. kumagai, armazenadas em temperatura ambiente. CARVALHO (1999) e GIANONNI (2000), também observaram aumento na AT em goiabas armazenadas sob refrigeração.

FIGURA 2 - VALORES MÉDIOS DE pH DE GOIABAS BRANCAS VARIEDADE KUMAGAI IRRADIADAS COM 0, 300, 600 E 900 Gy AOS 0, 7, 14 E 21 DIAS DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO



A faixa de variação dos teores de sólidos solúveis (TSS) ficou entre 6,75 – 9,1ºBrix, sendo o menor valor verificado nos frutos irradiados com 300 Gy no primeiro dia de armazenamento e o maior aos 21 dias para os frutos irradiados com a dose de 900 Gy. Entre os tratamentos controle e 600 Gy não houve diferença estatística significativa durante todo o período de armazenamento para esse parâmetro. Os teores de TSS apresentaram pouca variação durante o amadurecimento dos frutos em todos os estádios de maturação (Figura 4).

FIGURA 3 - VALORES MÉDIOS DE ACIDEZ TITULÁVEL DE GOIABAS BRANCAS VARIEDADE KUMAGAI IRRADIADAS COM 0,300, 600 E 900 GY AOS 0, 7, 14 E 21 DIAS DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

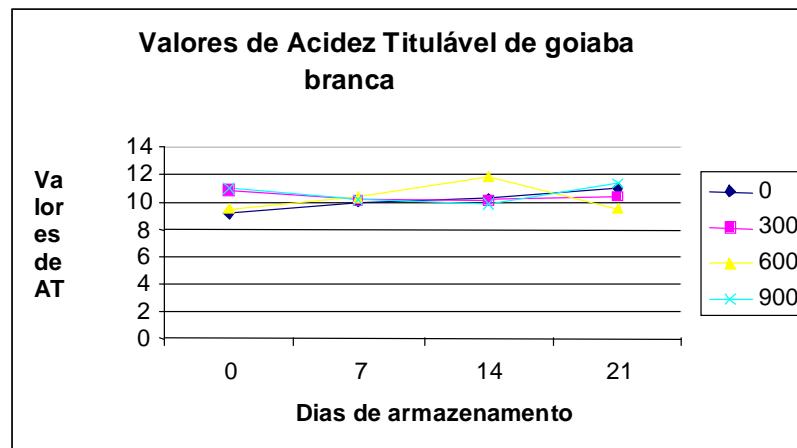
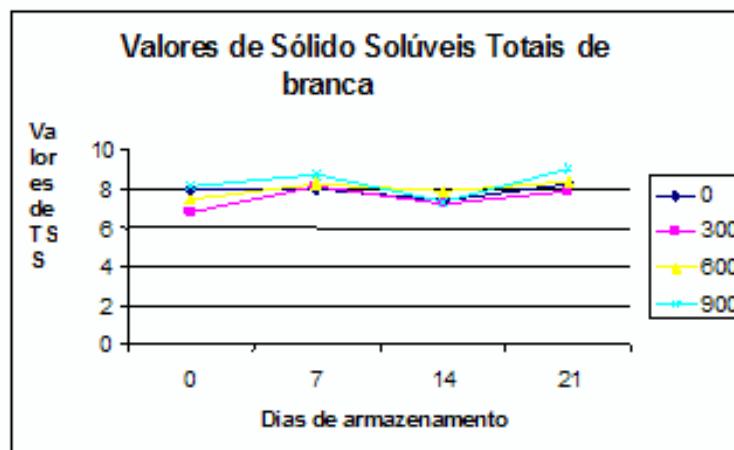
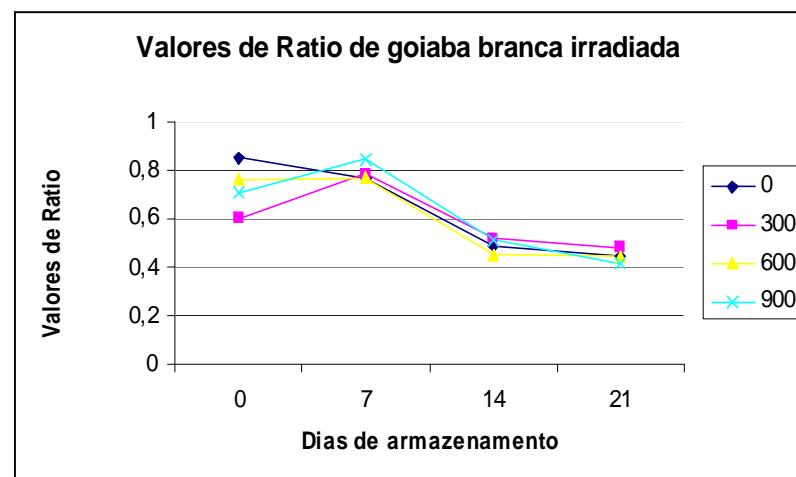


FIGURA 4- VALORES MÉDIOS DE SÓLIDOS SOLÚVEIS DE GOIABAS BRANCAS VARIEDADE KUMAGAI IRRADIADAS COM 0, 300, 600 E 900 GY AOS 0, 7, 14 E 21 DIAS DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO



O ratio, relação sólidos solúveis totais/acidez titulável (TSS/AT) é utilizado como índice de maturação para goiabas. Os resultados obtidos para a relação TSS/AT apresentaram diminuição durante o período estudado (Figura 5), concordando com os constatados por FRATESCHI (1999). O ratio encontrado variou de 0,85 a 0,40 com maior valor verificado no início do período de conservação para o controle e menor ao final de 21 dias de armazenamento refrigerado para os frutos irradiados com a dose de 900 Gy.

FIGURA 5 – VALORES MÉDIOS DE RATIO DE GOIABAS BRANCAS VARIEDADE KUMAGAI IRRADIADAS COM 0, 300, 600 E 900 GY AOS 0, 7, 14 E 21 DIAS DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO



Excelente fonte de ácido ascórbico, a goiaba apresenta teores de vitamina C entre 80 e 372 mg/100 g (SEYMORE, TAYLOR e TUCKER, 1993). O teor de ácido ascórbico na goiaba sofre influência da condição climática, temperatura, umidade do solo, cultivo e variedade (CHITARRA, 1996). Danos mecânicos, apodrecimento e senescênciia, promovem a desorganização da parede celular resultando em oxidação do ácido ascórbico, provavelmente, devido à presença das enzimas polifenol oxidase e ácido ascórbico oxidase (MOKADY, COGAN e LIEBERMAN, 1984). O teor de ácido ascórbico aumenta no fruto

durante os estádios iniciais de desenvolvimento até a maturação total e quando excessivamente maduro, o conteúdo diminui significativamente (JACOMINO, 1999). A elevação do teor de ácido ascórbico em goiabas durante o inicio do amadurecimento está associada ao aumento da síntese de intermediários metabólicos, os quais são precursores do ácido ascórbico. Durante o amadurecimento ocorre a oxidação dos ácidos com conseqüente redução do teor de ácido ascórbico, indicando a senescência do fruto (TUCKER, 1993). Os dados da Tabela 2 mostram que os picos máximos de vitamina C foram registrados no sétimo dia para os tratamentos com doses de 600 e 900 Gy e no décimo quarto dia de armazenamento para o controle e os frutos irradiados com 300 Gy. No final do período de armazenamento refrigerado, os menores valores foram registrados para os tratamentos com 600 e 900 Gy. Os teores encontrados estão enquadrados nos parâmetros considerados normais para goiaba, sendo possível o tratamento de irradiação e refrigeração para conservação pós-colheita do fruto.

TABELA 2 – VARIAÇÃO MÉDIA DO TEOR DE ÁCIDO ASCÓRBICO DE GOIABAS BRANCAS SUBMETIDAS À RADIAÇÃO GAMA DURANTE 21 DIAS DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

Dose	Dias			
	0	7	14	21
0 Gy	109,30 ± 0,6cA	142,50 ± 1,2bB	162,50 ± 1,2aC	144,37 ± 0,6aB
300 Gy	103,10 ± 0,6dA	133,50 ± 0,1dB	135,62 ± 0,6cC	128,12 ± 0,6bD
600 Gy	123,12 ± 0,6aA	171,85 ± 0,6bB	138,73 ± 0,6bC	113,12 ± 0,6cD
900 Gy	111,25 ± 0,6bA	185,62 ± 0,6aB	133,12 ± 0,6dC	104,32 ± 0,6dD

Média ± Desvio-Padrão de 3 repetições.

Médias de tratamentos seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

3.3 ANÁLISE SENSORIAL

A Tabela 3 mostra as médias das notas para os atributos cor, aroma e atitude de compra. Verificou-se diferença significativa para os atributos cor e aroma ao final do período de armazenamento para os frutos irradiados com a dose de 600 Gy em relação aos demais tratamentos (recebendo avaliação média superior a 7,0).

TABELA 3 – MÉDIAS DAS NOTAS DOS ATRIBUTOS COR, AROMA E ATITUDE DE COMPRA DAS GOIABAS IRRADIADAS DURANTE OS 21 DIAS DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

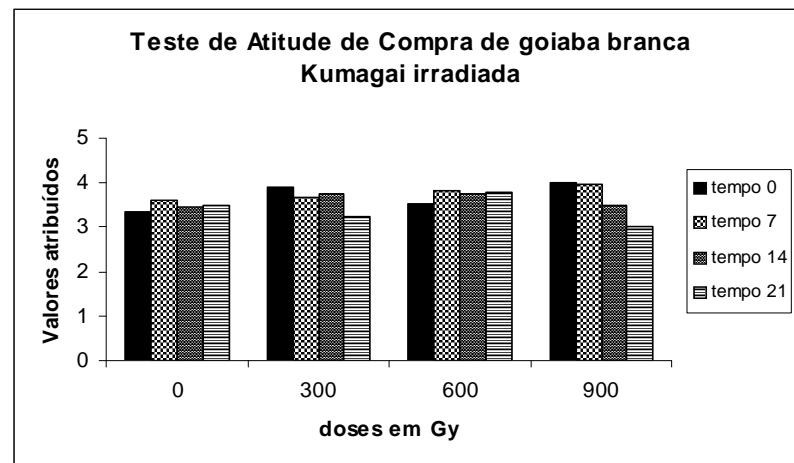
Atributo	Dose (Gy)	Dias		
		0	7	14
Cor	0	6,75a	7,16a	6,90a
	300	7,27b	7,49a	7,25a
	600	7,14ab	7,55a	7,43a
	900	7,39b	7,39a	7,29a
Aroma	0	6,51a	6,65a	6,25a
	300	7,41b	6,75abc	7,10b
	600	6,88c	7,39b	7,18b
	900	7,18bc	7,41cb	6,98b
Atitude de compra	0	3,33a	3,61a	3,47a
	300	3,90a	3,69a	3,75a
	600	3,53a	3,82a	3,76a
	900	4,0a	3,96a	3,49a

Médias de tratamentos seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A Figura 6 ilustra a atitude de compra dos consumidores em relação as goiabas brancas variedade Kumagai irradiadas. A maior porcentagem das notas de atitude de compra atribuídas ficou entre 3,0 e 4,0, evidenciando que todas as goiabas tiveram boa aceitação mesmo ao final dos 21 dias de armazenamento refrigerado. As goiabas irradiadas com a dose de 900 Gy foram as preferidas durante os tempos 0 e 7 dias de armazenamento refrigerado. FRATESCHI (1999) afirmou que a dose de 900 Gy é excessiva para a conservação da goiaba branca,

provocando maior amolecimento do fruto e maior perda de coloração verde da casca. Dessa forma, os frutos irradiados com 900 Gy durante os tempos 0 e 7 dias de armazenamento foram melhor avaliados sensorialmente já que encontravam-se mais amadurecidos e exalavam aroma mais pronunciado. No entanto, com o decorrer do período de armazenamento, esses frutos iniciaram a senescência mais rapidamente do que os irradiados com as doses de 300 Gy e 600 Gy que mantiveram a firmeza e a coloração da casca mais verde. Aos 14 e 21 dias as goiabas irradiadas com 600 Gy apresentaram as maiores médias de intenção de compra, consistindo no tratamento que melhor atendeu às expectativas do consumidor durante todo o período de armazenamento.

FIGURA 6 - TESTE DE ATITUDE DE COMPRA DAS GOIABAS BRANCAS VARIEDADE KUMAGAI IRRADIADAS COM 0, 300, 600 E 900 Gy SUBMETIDAS À ANÁLISE SENSORIAL AOS 0, 7, 14 E 21 DIAS DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO



A Tabela 4 apresenta as médias de notas para os atributos aparência, sabor e impressão global. Observou-se diferença significativa ($p>0,05$) para os atributos aparência e impressão global ao final do período de armazenamento para os frutos irradiados com a dose de 600 Gy em relação aos demais tratamentos (avaliação média superior a 7,0).

TABELA 4 - MÉDIAS DAS NOTAS DOS ATRIBUTOS APARÊNCIA, SABOR E IMPRESSÃO GLOBAL DAS GOIABAS IRRADIADAS DURANTE TODO O PERÍODO DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DE 21 DIAS

Atributo	Dose (Gy)	Dias		
		0	7	14
aparência	0	6,69a	7,2a	6,59a
	300	7,35a	7,39a	7,24a
	600	7,04a	7,51a	7,31a
	900	7,37a	7,24a	7,27a
Sabor	0	6,37a	6,73a	6,41a
	300	7,04a	6,76a	7,04a
	600	6,45a	7,18a	6,78a
	900	6,76a	6,82a	6,51a
Impressão global	0	6,47a	7,00a	6,67a
	300	7,12a	6,65a	7,04a
	600	6,96a	7,24a	7,29a
	900	7,08a	7,14a	7,06a

Médias de tratamentos seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As piores médias para os atributos aparência, cor, aroma, sabor e impressão global foram registradas no 21º dia de armazenamento para a dose de 900 Gy. Essa dose foi considerada excessiva para goiaba branca, pois intensificou a velocidade de amadurecimento e ocasionou perda na textura e baixo índice de conservação pós-colheita. As melhores médias durante o período de armazenamento foram registrados para a dose de 600 Gy.

4 CONCLUSÃO

A associação da irradiação gama com a temperatura de refrigeração de $8 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $85 \pm 5\%$ mostrou-se eficiente para a conservação da goiaba branca variedade Kumagai. Tais condições aumentaram a vida útil dos frutos em função do atraso no aparecimento de doenças e retardou na velocidade de amadurecimento. Não foram verificados bronzeamentos na casca dos frutos irradiados. A dose de 600 Gy pode ser usada para reduzir as perdas pós-colheita de goiabas branca variedade Kumagai.

Abstract

POST-HARVEST CONSERVATION OF KUMAGAI WHITE GUAVAS BY GAMA RADIATION: PHYSICO, CHEMICAL AND SENSORY ASPECTS

This work had as objective to study the physical, chemical and sensory effects produced by gamma radiation in post-harvest conservation of white guava variety Kumagai *in nature*. The fruits were irradiated with doses of 0, 300, 600 and 900Gy and stored at $8 \pm 1^\circ\text{C}$ and $85 \pm 5\%$ of relative humidity during 21 days. The radiation dose of 600 Gy was more effective to preserve the guavas, leading to less fresh mass loss, minor index of disease, larger index of preservation, larger firmness and better sensory acceptance during the 21 days of storage period. The dose of 900Gy was excessive for white guava, providing smaller conservation period, intensifying the ripening and causing loss in the texture. The association of gamma radiation with refrigeration was efficient for conservation of the white guava, promoting an increase of the fruit shelf life.

KEY WORDS: GUAVA; IONIZING RADIATION; FOOD PRESERVATION; FOOD IRRADIATION.

REFERÊNCIAS

- 1 AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. 10. ed. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2005. p. 349-352.
- 2 AHLAWAT, V.P.; YAMDAGNI, R.; JINDAL, D.C. Studies on the effect of post-harvest treatments on storage behavior of guava (*Psidium guajava* L.) cv. Sardar (L49). **Haryana Agricultural University Journal of Research**, v.10, n.2, p.244-247, 1980.
- 3 AOAC. Association of Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the **AOAC International**. 16thed. Arlington, 1995. 1141 p.
- 4 AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.
- 5 AZZOLINI, M.; JACOMINO, A.P.; BRON, I.U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.39, n.2, p.139-145, 2004.

- 6 BASSETTO, E. **Conservação de goiabas “Pedro Sato” tratadas com 1-metilciclopropeno:** concentrações e tempos de exposição. Piracicaba, 2002, 71 f. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP.
- 7 BASSETTO, E.; JACOMINO, A.P.; PINHEIRO, A.L. Conservation of “Pedro Sato” guavas under treatment with 1-methylcyclopropene. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.5, p.433-440, 2005.
- 8 BLEINROTH, E.W. Colheita e beneficiamento. In: GONGATTI NETO, A.; GARCIA, A.E.; ARDITO, E.F.G.; GARCIA, E.E.C.; BLEINROTH, E.W.; MATALLO, M.; CHITARRA, M.I.F.; BORDIN, M.R. **Goiaba para exportação:** procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: EMBRAPA, 1996. cap.2; p. 12-23. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 20).
- 9 CALORE, L.; VIEITES, R.L. Conservação de pêssegos “Biuti” por irradiação. **Ciência e Tecnol. Alimentos**, n.23, p.53-57, 2003.
- 10 CARVALHO, H.A. de. **Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita da goiaba “Kumagai”.** Lavras, 1999. 115 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras.
- 11 CARVALHO, V.D. Qualidade e conservação pós-colheita de goiabas. **Informe Agropecuário**, v.17, n.179, p.48-54, 1994.
- 12 CASTRO, J.V.; SIGRIST, J.M.M. Matéria-prima. In: GOIABA: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2. ed. Campinas: ITAL, 1991. p.121-139.
- 13 CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Armazenamento pós-colheita de frutos e hortaliças:** fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293 p.
- 14 CHITARRA, M.I.F. Características das frutas de exportação. In: GONGATTI NETO, A.; GARCIA, A.E.; ARDITO, E.F.G.; GARCIA, E.E.C.; BLEINROTH, E.W.; MATALLO, M.; CHITARRA, M.I.F.; BORDIN, M.R. **Goiaba para exportação:** procedimentos de colheita e pos-colhetia. Brasília: EMBRAPA, 1996. cap. 1,

p. 9-11. (Serie Publicações Técnicas FRUPEX, 20).

- 15 COMBRINK, J.C.; KOCK, S.L.; VAN EEDEN, C. Effect of post-harvest treatment and packaging on the keeping quality of fresh guava fruit. **Acta Horticulturae**, n.275, p.639-645, 1990.
- 16 CROSS, J. **Pigments in fruit**. London: Academic, 1987. 303 p.
- 17 DALAL, V.B.; EIPERSON, W.E.; SINGH, N.S. Wax emulsion for fresh fruits and vegetables to extend their storage life. **Indian Food Packer**, v. 25, n.2, p 9-15, 1971.
- 18 DOMARCO, R.E.; WALDER, J.M.M.; SPOTO, M.H.F.; BLUMER, L.; MATRAIA, C. Inibição do amadurecimento de bananas por radiação gama: aspectos físicos, químicos e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.16, n.2, p.137-142, 1996.
- 19 EL-BULUK, R.E.; BABIKER, E.E.; EL-TINAY, A.H. Biochemical and physical changes in fruits of four guava cultivars during growth and development. **Food Chemistry**, v.54, p.279-282, 1995.
- 20 FRATESCHI, P. W. B. **Radiação gama com ^{60}Co na conservação pós-colheita de goiaba branca**. Goiás, 1999. 141 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Goiás.
- 21 GASPAR, J.W.; COUTO, F.A.A.; SALOMÃO, L.C. Effect of low temperature and plastic flims on post-harvest life of guava (*Psidium guajava L.*). **Acta Horticulturae**, n.452, p.107-114, 1997.
- 22 GIANNONI, J. A. **Efeito da radiação gama e do cálcio na conservação pós-colheita da goiaba branca armazenada sob refrigeração**. Botucatu, 2000. 181 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo.
- 23 GONGATTI NETO, A.; GARCIA, A.E.; ARDITO, E.F.G. **Goiaba para exportação**: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: EMBRAPA, 1996. 35 p.
- 24 GONZAGA NETO, L. **Cultura da goiabeira**. Petrolina, PE: B.CEPPA, Curitiba, v. 24, n. 2, jul./dez. 2006

EMBRAPA-CPATSA, 1990. 26 p. (Circular Técnica, 23).

- 25 GONZAGA NETO, L.; SOARES, J.M.A. **A cultura da goiaba.** Brasília: EMBRAPA, 1995. 75 p. (Coleção plantar, 27).
- 26 HANDERBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist, and nursery stocks.** Washington: USDA, 1986. 130 p. (USDA. Agriculture Handbook, 66).
- 27 IEA. Instituto de Economia Agrícola. **A cultura da goiaba em São Paulo.** Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=1902>. Acesso em: 11 de nov. de 2005.
- 28 JACOMINO, A.P. **Conservação de goiabas “Kumagai” em diferentes temperaturas e materiais de embalagem.** Piracicaba, 1999. 90 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- 29 JACOMINO, A.P.; OJEDA, R.M.; KLUGE, R.A.; SCARPARE FILHO, J.A. Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.3, p.401-405, 2003.
- 30 JAIN, N.; DHAWAN, K.; MALHOTRA, S.P.; SIDDIQUI, S.; SINGH, R. Compositional and enzymatic changes in guava (*Psidium guajava L.*) fruits during ripening. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.23, p. 357-362, 2001.
- 31 KAFERSTEIN, F.K.; MOY, G.G. Public health aspects of food irradiation. **Journal of Public Health Policy**, v.14, n.2, p.149-163, 1993.
- 32 LEME JR, J.; MALAVOLTA, E. Determinação fotométrica de ácido ascórbico. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v.7, p.115-129, 1950.
- 33 LIMA, A.V. **Qualidade pós-colheita da goiaba “Pedro Sato” tratada com Ca ‘CI IND.2’ e 1-MCP em condições ambiente.** Lavras, 2004. 67 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal

de Lavras.

- 34 MANICA, I. Importância econômica. In: MANICA, I.; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SALVADOR, I.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Goiaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. p.9-22 (Fruticultura tropical, 6).
- 35 MEILGAARD, M.; CIVILLE, B.; CARR, T. **Sensory evaluation techniques**. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 1999.
- 36 MINOLTA. **Precise color communication**: color control from feeling to instrumentation. Japão, 1994. 49 p.
- 37 MOKADY, S.; COGAN, U.; LIEBERMAN, L. Stability on vitamin C in fruit and fruit blends. **Journal Science Food Agricultural**, v.35, p.452-456, 1984.
- 38 OJEDA, R.M. **Utilização de ceras, fungicidas e sanitizantes na conservação de goiabas “Pedro Sato” sob condição ambiente**. Piracicaba, 2001, 57 f. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- 39 PANTASTICO, E.B.; CHATTOPADHYAY, T.K.; SUBRAMANYAM, H. Storage and commercial storage operations. In: PANTASTICO, E.B. (Ed.) **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport, Connecticut: AVI, 1975. cap. 16, p. 314-338.
- 40 PEREIRA, F.M.; MARTINEZ JUNIOR, H. **Goiabas para industrialização**. Jaboticabal: UNESP, 1986. 142 p.
- 41 PIZA JUNIOR, C.T.; KAVATI, R. **A cultura da goiabeira de mesa**. Campinas: CATI, 1994. 28 p. (Boletim Técnico, 219).
- 42 SACKS, E.J.; SHAW, D.V. Optimum allocation of objective color measurements for evaluating rash strawberries. **J. of American Society for Horticultural Science**, v.119, n.2, p.330-334, 1994.
- 43 SAHA, A.K. Effect of post harvest treatment with growth regulators

on the ripening and chemical composition of guava (*Psidium guajava L*) fruits. **Indian Journal Horticultural**, v.28, n.1, p.11-15, 1971.

- 44 SAS INSTITUTE. **Statistical analysis System**. Version 6. Cary, 1996. 1 CD-ROM
- 45 SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. 454 p.
- 46 SIDDIQUI, S.; SHARMA, R.K.; GUPTA, O.P. Physiological and quality response of guava fruits to posture during storage. **HortScience**, v. 26, n. 10, p. 1295-1297, 1991.
- 47 SING, B.P.; SING, H.K.; CHAUHAN, K.S. Effect of post-harvest calcium treatments on the storage life of guava fruits. **Indian Journal of Agricultural Science**, v.51, n.1, p.44-47, 1981.
- 48 TUCKER, G.A.; Introduction. In: SEYMOUR,G.B.; TAYLOR,J.E.; TUCKER, G.A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Champman & Hall, 1993. p. 2-51.
- 49 XISTO, A.L.R.P. **Conservação pós-colheita de goiaba “Pedro Sato” com aplicação de cloreto de cálcio em condições ambientais**. Lavras, 2002, 47 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras.
- 50 YUSOF, S.; HASHIM, H. Hot water versus vapour heat treatment and their effects on guava (*Psidium guajava L.*) fruits. **Acta Horticulturae**, v.292, p.217-221, 1992.
- 51 YSOF,S.; MOHAMED, S. Physico-chemical changes in guava (*Psidium guajava L.*) during development and maturation. **J. Science of Food & Agriculture**, v. 32, n.1, p. 31-39, Jan. 1987.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Clarice Matraia pelo auxílio com as análises físico-químicas.