

ALICE MARIA GONÇALVES SANTOS

**MANEJO DE PODRIDÕES PÓS-COLHEITA EM MANGA
CV. TOMMY ATKINS PELO USO DA RADIAÇÃO GAMA,
ATMOSFERA MODIFICADA E REFRIGERAÇÃO**

**RECIFE - PERNAMBUCO
FEVEREIRO – 2010**

ALICE MARIA GONÇALVES SANTOS

**MANEJO DE PODRIDÕES PÓS-COLHEITA EM MANGA
CV. TOMMY ATKINS PELO USO DA RADIAÇÃO GAMA,
ATMOSFERA MODIFICADA E REFRIGERAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitopatologia.

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Prof^a Dr^a Sônia Maria Alves de Oliveira – Orientadora

Dr^a Josenilda Maria da Silva – Co-Orientadora

**RECIFE - PERNAMBUCO
FEVEREIRO – 2010**

**MANEJO DE PODRIDÕES PÓS-COLHEITA EM MANGA
CV. TOMMY ATKINS PELO USO DA RADIAÇÃO GAMA,
ATMOSFERA MODIFICADA E REFRIGERAÇÃO**

ALICE MARIA GONÇALVES SANTOS

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: 25/02/2010

ORIENTADOR:

Prof^a. Dr^a. Sônia Maria Alves de Oliveira (UFRPE)

EXAMINADORES:

Prof^a Dr^a Elvira Maria Régis Pedrosa (DEPA/UFRPE)

Prof. Dr. Rinaldo Malaquias Lima Filho (IFPE-Campus Barreiros)

Dr^a Josenilda Maria da Silva (CRCN-NE)

**RECIFE - PERNAMBUCO
FEVEREIRO – 2010**

A minha mãe Maria Joana da Silva Santos, ao meu pai Romildo Gonçalves Santos e a minha irmã Patrícia Gonçalves Santos, por todos os momentos vividos. Com carinho e agradecimento

DEDICO

A Diego Meireles Monteiro por tudo que compartilhamos

OFEREÇO

Tenho amigos que não sabem o quanto são meus amigos. Não percebem o amor que lhes devoto e a absoluta necessidade que tenho deles.

A amizade é um sentimento mais nobre do que o amor, eis que permite que o objeto dela se divida em outros afetos, enquanto o amor tem intrínseco o ciúme, que não admite a rivalidade. Até mesmo aqueles que não percebem o quanto são meus amigos e o quanto minha vida depende de suas existências...

A alguns deles não procuro, basta-me saber que eles existem.

Esta mera condição me encoraja a seguir em frente pela vida.

Mas, porque não os procuro com assiduidade, não posso lhes dizer o quanto gosto deles.

Eles não iriam acreditar. Muitos deles estão lendo esta crônica e não sabem que estão incluídos na sagrada relação de meus amigos.

Mas é delicioso que eu saiba e sinta que os adoro, embora não declare e não os procure.

E às vezes, quando os procuro, noto que eles não têm noção de como me são necessários, de como são indispensáveis ao meu equilíbrio vital, porque eles fazem parte do mundo que eu, tremulamente, construí e se tornaram alicerces do meu encanto pela vida.

Se um deles morrer, eu ficarei torto para um lado. Se todos eles morrerem, eu desabo!

Por isso é que, sem que eles saibam, eu rezo pela vida deles. E me envergonho, por que essa minha prece é, em síntese, dirigida ao meu bem estar. Ela é, talvez, fruto do meu egoísmo.

Por vezes, mergulho em pensamentos sobre alguns deles.

Se alguma coisa me consome e me envelhece é que a roda furiosa da vida não me permite ter sempre ao meu lado, morando comigo, andando comigo, falando comigo, vivendo comigo, todos os meus amigos, e, principalmente os que só desconfiam ou talvez nunca vão saber que são meus amigos!

"A gente não faz amigos, reconhece-os"

Vinicius de Moraes

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por nunca me faltar.

A **Universidade Federal Rural de Pernambuco**, pela oportunidade e ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico** pela concessão da bolsa de estudo.

A minha Co-orientadora **Dr^a Josenilda Maria da Silva**, pela paciência, gentileza e lição de humildade.

Ao **Dr. Daniel Terao**, pelo incentivo e confiança no meu trabalho.

Aos **professores** da área de Fitossanidade.

A **Romildo e Darcy** pela grande ajuda de sempre.

Aos amigos do Laboratório de Patologia Pós-Colheita, **Wagner, Rinaldo, Erlen Keyla, Nina, Jacirleide (Leila), Elizabeth (Cléo), Felipe, Luciana, Leilson, Erick Wayne, Emmanuelle, Marcelo Cruz**, por todos os momentos que compartilhamos.

Ao amigo **Roberto Luiz (Bob)**, pela grande amizade e pelos bons e inesquecíveis momentos vividos.

Aos AMIGOS, de sempre e para sempre, **Virgínia Rodrigues, Clayton Albuquerque, Jane Kelly, Kamila Câmara, João Victor Queiroz, Danyelly Sena, Socorro Cristina, Viviane Silva**. Espero contar e compartilhar com vocês todos os momentos, bons e ruins, que acaso cheguem.

Em especial a minha Orientadora **Professora Dr^a Sônia Maria Alves de Oliveira**, pela sua coragem e força o que a torna uma mulher admirável, por compartilhar sua inteligência, pela confiança que depus em mim, eu lhe serei sempre grata.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
Resumo	9
Abstract	10
Capítulo I – Introdução Geral	11
Referências Bibliográficas	25
Capítulo II - Efeito da radiação gama sobre a podridão por fusicocco em manga	35
Resumo	36
Abstract	37
Introdução	37
Material e Métodos	39
Resultados e Discussão	41
Agradecimentos	44
Referencias Bibliográficas	44
Capítulo III - Utilização da radiação gama no manejo pós-colheita da podridão por lasiodiplodia em manga	52
Resumo	53
Abstract	53
Introdução	54
Material e Métodos	56
Resultados e Discussão	58

Agradecimentos	61
Referencias Bibliográficas	61
Capítulo IV - Controle físico no manejo pós-colheita da antracnose da manga	68
Resumo	69
Abstract	70
Introdução	70
Material e Métodos	72
Resultados e Discussão	74
Agradecimentos	77
Referencias Bibliográficas	77
Conclusões Gerais	84

RESUMO

Na pós-colheita, a manga está predisposta a diversas doenças, entre elas o complexo conhecido como podridão peduncular que tem o fungo *Lasiodiplodia theobromae* como um dos principais agentes, além da podridão por fusicoccum (*Fusicoccum parvum*) e a antracnose causada por *Colletotrichum gloeosporioides*. A mangicultura é de grande importância econômica para o Brasil, mas vem perdendo espaço com as perdas que acontecem na pós-colheita, principalmente pela incidência de doenças durante o transporte e armazenamento, havendo necessidade de desenvolver tecnologias que demonstrem eficiência em retardar a senescência das frutas, melhorando a capacidade de comercialização. Entre as tecnologias destacam-se os métodos físicos como a utilização da radiação gama, o armazenamento refrigerado e o uso da atmosfera modificada. O presente trabalho objetivou avaliar os três métodos de controle físico sobre o desenvolvimento pós-colheita de manga e sobre as características físico-químicas conservadas durante os tratamentos. Para isso, as frutas foram inoculadas com os diferentes fitopatógenos, e após 24 horas aplicada a radiação gama nas doses de 0; 0,25; 0,35; 0,45 kGy, tendo como fonte o Cobalto⁶⁰. As frutas foram embaladas com filme plástico de PVC com 380 mm x 10 microns em bandejas de isopor e mantidas sob refrigeração a 13°C por 15 dias e após esse período conservadas sob temperatura ambiente, de 25°C sem o filme plástico. Foi observada uma redução do desenvolvimento da doença para os três fungos avaliados, chegando ao controle total da doença quando avaliado o desenvolvimento da antracnose nas mangas que foram submetidas à dose mais alta de 0,45 kGy. As mangas irradiadas não demonstraram diferenças significativas para alguns dos parâmetros avaliados (ácido ascórbico, acidez titulável total (ATT), pH, sólidos solúveis totais (SST), razão (STT/ATT), firmeza e cor da polpa). As mangas inoculadas com o *C. gloeosporioides* não apresentaram alterações significativas para as propriedades físico-químicas, exceto manchas nas cascas. As mangas inoculadas com *L. theobromae* e *F. parvum* não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos aplicados que comprometessem a comercialização das mesmas, demonstrando assim a eficiência dessas tecnologias no controle das doenças e não causando alterações das propriedades das mangas.

Palavras chave: pós-colheita, radiação gama, refrigeração, atmosfera modificada, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Fusicoccum parvum*.

ABSTRACT

In postharvest, the mango is predisposed to several diseases, including the complex known as stem-end rot fungus that has *Lasiodiplodia theobromae* as a major player in addition to rot by fusicocco (*Fusicoccum parvum*) and anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. The mangicultura is of great economic importance for Brazil, but has been losing ground with the losses that occur in post-harvest disease incidence mainly during transportation and storage, there is need to develop technologies that demonstrate effectiveness in delaying the senescence of fruits improving the marketing capability. Among the technologies we highlight the physical methods such as the use of gamma irradiation, cold storage and use of modified atmosphere. This study aimed to evaluate the three methods of physical control over the development of post-harvest mango and on the physico-chemical properties held for the treatments. For this, the fruit were inoculated with different firopatógenos and after 24 hours applied to gamma radiation doses of 0, 0.25, 0.35, 0.45 kGy, and as the Cobalt ⁶⁰ source. The fruits were packed with PVC film with 380 mm x 10 microns in trays and kept under refrigeration at 13 ° C for 15 days and after that period kept at room temperature, 25 ° C without the plastic film. We observed a reduction of disease development for the three fungi studied, reaching the full control of the disease when evaluating the development of anthracnose in mangoes that were subjected to higher dose of 0.45 kGy. Mangoes irradiated showed no significant differences for some parameters (ascorbic acid, total acidity (TTA), pH, total soluble solids (TSS), ratio (TSS / TTA), firmness and flesh color). Inoculated mangoes like *C. gloeosporioides* showed no significant changes to the physical and chemical properties, except for spots on the peel. The mangoes inoculated with *L. theobromae* and *F. parvum* showed no significant differences between the treatments that compromise the marketing thereof, thus demonstrating the efficiency of these technologies in disease control and not causing changes in properties of the sleeves.

Keywords: postharvest, gamma radiation, cooling, modified atmosphere, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Fusicoccum parvum*.

CAPÍTULO I

Introdução Geral

TÍTULO: Manejo de podridões pós-colheita em manga cv. Tommy Atkins pelo uso da radiação gama, atmosfera modificada e refrigeração

INTRODUÇÃO GERAL

Características gerais

A manga (*Mangifera indica* L.) é cultivada em 98 países, ocupando em 2008, uma área de 4.690.120 milhões de hectares e com uma produção de 34.343.083 milhões de toneladas (FAO, 2009). Ainda de acordo com dados da FAO, o Brasil é o quinto maior produtor de manga no mundo ficando atrás da Índia, México, Indonésia e Tailândia e o segundo maior exportador, perdendo apenas para o México. O Brasil apresenta uma produção de 1.272.184 t numa área de 79.246 ha. A Região Nordeste encontra-se como principal produtora e exportadora de manga, contribuindo com 970.786 t, tendo a Bahia com 65,38%, seguida por Pernambuco com 18,90%, Ceará com 4,22%, Rio Grande do Norte com 3,86% e Sergipe com 2,85% do total produzido (IBGE, 2007).

De acordo com Almeida et al. (2005), a mangicultura é uma das principais atividades do agronegócio frutícola do Brasil, apresentando desempenho crescente nos últimos anos. O Brasil vem ampliando sua participação nas exportações mundiais e gerando empregos e renda em todo o território nacional. As exportações de manga em 2008 atingiram US\$ 118 milhões, conferindo a fruta o terceiro lugar em exportação perdendo para uva (*Vitis* spp.) e melão (*Cucumis melo* L.) (IBRAF, 2009). A manga é considerada a segunda fruta tropical mais importante cultivada no mundo (LIZADA, 1993), na região asiática existem mais de 1.000 cultivares, enquanto no Brasil são mais de 300.

A mangueira é uma planta Dicotiledônea da família Anacardiaceae. Existem duas raças distintas, uma originária da Índia pouco tolerante à umidade, de formato oblongo-ovalado, coloração vermelho intenso e forte aroma e outra das Filipinas e sudoeste da Ásia mais resistentes à umidade, de formato longo, coloração do verde ao amarelo (PINTO, 2002; SILVA, 2006). O gênero *Mangifera* inclui cerca de 60 espécies, das quais a *M. indica* é a mais importante, embora existam outras espécies que produzem frutas comestíveis, como *M. altissima*, *M. caesia*, *M. lagenifera*, *M. macrocarpa*, *M. odorata* e *M. sylvatica*. As frutas dos diversos cultivares têm grande variação em relação à cor, formato, tamanho e sabor. A cor varia do verde ao vermelho, em relação ao estágio de desenvolvimento e do cultivar, o formato de oval a oblíquo e o peso de algumas gramas a quase um quilo (PFAFFEMBACH, 2003).

A cv. Tommy Atkins é americana obtida na Flórida, EUA, originada nos anos 20 em Fort Lauderdale, como uma progênie da cv. Haden, pois devido o alto grau de heterozigose, cada planta, sem a interferência do homem, é considerada um híbrido F1. A árvore é cheia, densa e precoce, com frutas de tamanho médio a grande, pesando de 530 a 620g, de forma oval-oblonga, base arredondada, com pedúnculo inserido na região central e ápice largo e arredondado (Bleinroth, 1989). De acordo com Donadio et al. (1982), a cor básica da fruta é amarelo-alaranjada, com manchas que podem ser de vermelho-claro a escuro e pode cobrir a maior parte de muitas frutas. A casca é lisa, brilhante, grossa e resistente a danos mecânicos, apresentando lenticelas esparsas e bem visíveis. A polpa é firme, de cor amarelo-médio a escuro e de sabor muito suave e doce. Bleinroth (1989) relatou que quando maduras as mangas ‘Tommy Atkins’ apresentam pH de 4,29, Brix de 15,60° e acidez de 0,38%. Atualmente, essa é a variedade mais produzida e a que possui a maior participação no volume comercializado no mundo, devido principalmente a produções elevadas e resistência ao transporte a longas distâncias. Essa variedade representa 90% das exportações de manga no Brasil (COSTA; SANTOS, 2004).

A fruta madura serve de alimento, fortificante e é considerada um diurético. A manga é uma fonte de caroteno, um precursor natural de vitamina A, que são pigmentos carotenóides de cor amarela, os quais se desenvolvem durante o amadurecimento e atingem o seu máximo valor quando as frutas estão maduras. A quantidade de pró-vitamina A para 100 gramas de polpa comestível pode variar de 770 a 12.340 unidades internacionais, o que lhe garante o título de fruta campeã mundial como fonte desta vitamina. O ácido ascórbico (vitamina C) varia de 32 a 200mg para 100g de polpa comestível, o valor decresce com o amadurecimento, sendo a manga considerada como fonte de vitamina C de boa à excelente qualidade (BROISLER, 2007).

Doenças

A mangueira é afetada por doenças de importância econômica, decorrentes do ataque de bactérias e fungos como a mancha angular (*Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae* (Patel, Moniz; Kulkarni) Robbs, Ribeiro; Kimura), antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.), seca da mangueira (*Ceratocystis fimbriata* Ellis; Halsted), oídio (*Oidium mangiferae* Bert), malformação floral e vegetativa (*Fusarium subglutinans* Wollenweb; Reinking), verrugose (*Elsinoe mangiferae* Bit; Jenkins), mancha de alternaria (*Alternaria* spp.) e morte descendente (*Botryosphaeriae* spp.) (SANTOS FILHO et al., 2002; TAVARES; COSTA, 2002; RIBEIRO, 2005).

Na pós-colheita é afetada principalmente pela antracnose, podridão por lasiodiplodia (*Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon; Maubl.) (TAVARES; COSTA, 2002), podridão por fusicocco (*Fusicoccum parvum* Pennycook; Samuels) (SLIPPERS et al., 2004) e podridão por aspergilos (*Aspergillus niger* Van Tieghem) (NIETO-ÁNGEL et al., 2006).

As doenças pós-colheita se desenvolvem em produtos hortifrutícolas durante a colheita, classificação, embalagem, transporte, amadurecimento e comercialização até chegar ao consumidor (OLIVEIRA et al., 2000). Os frutos podem exibir sintomas de podridões ocasionadas por microrganismos, principalmente fungos, que se encontra em quiescência. Muitas vezes, substâncias tóxicas também podem ser sintetizadas pelos microrganismos, as chamadas micotoxinas, que reduzem ou limitam a segurança no uso do produto vegetal, diminuindo assim seu valor nutricional e comercial (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A antracnose é a principal doença pós-colheita da manga (JUNQUEIRA et al., 2002) sendo problema em frutas não refrigeradas para o comércio interno, como também em frutas refrigeradas para exportação. *C. gloeosporioides* é o mais importante agente causal de doenças pós-colheita em frutos, tem como teleomorfo *Glomerella cingulata* (Stoneman) Spaulding & Schrenk. As características morfológicas do *C. gloeosporioides* de acordo com Sutton (1980), podem formar colônias com coloração de branca acinzentada a cinza escura, micélio aéreo uniforme, associado com conidiomata acervular, o reverso da cultura com coloração branca a cinza escura, e pode ser visualizado especialmente em culturas mais velhas. As setas podem estar presentes ou ausentes nos acérvulos, escleródios ausentes, apressórios com formato clavado, irregular ou oval, de cor marron-escura (castanha), medindo 6 - 20 x 4 - 12 mm. Conídios retos, lisos, cilíndricos, ápice obtuso, e algumas vezes com base truncada, medindo 12 - 17 (9-24) x 3.5-6 mm. Os conídios são formados em massa com aspecto mucilaginoso de coloração salmão. O teleomorfo pode apresentar formas homotáticas e heterotáticas, dando origem aos peritécios contendo ascos e ascosporos unicelulares e hialinos (MENEZES; HANLIN, 1996).

O patógeno, além de infectar frutas maduras, pode também infectar frutas imaturas pela penetração direta na cutícula (DICKMAN; ALVAREZ, 1983; MARIN et al., 2003). O desenvolvimento é favorecido por temperatura (ótimo de 28°C) e umidade relativa elevadas. Seus conídios são liberados e disseminados quando os acérvulos se encontram úmidos. Os conídios germinam na presença de água, após sua germinação produzem o apressório e iniciam a penetração no tecido do hospedeiro. As infecções iniciam-se usualmente em nível de campo, nos estádios iniciais do desenvolvimento da fruta, permanecendo quiescente até o

amadurecimento da mesma. Os sintomas iniciais caracterizam-se por lesões circulares deprimidas e encharcadas, que aumentam de tamanho, produzindo na porção central, massas de esporos de coloração alaranjada ou rosada, frequentemente em anéis concêntricos. O tecido interno da área infectada é firme com uma descoloração branca-acizentada, tornando-se posteriormente marrom (RESENDE; MARTINS, 2005). As hifas crescem muito rapidamente, tanto de forma intercelular como intracelular, mas ocorre pouco ou nenhum sintoma nos tecidos. A doença é mais severa quando as frutas começam a amadurecer (AGRIOS, 2005).

A podridão peduncular, causada por um complexo de fungos, sendo o *L. theobromae* o mais comum em regiões de clima úmido e quente (FREITAS-SILVA et al., 2002). Tavares (2002) levantou a hipótese que *L. theobromae* tenha evoluído em patogenicidade em consequência das pressões ambientais, especialmente nas regiões semi-áridas, onde as condições climáticas lhes são favoráveis.

Produz micélio fofo de coloração cinza-preto em BDA (Batata-Dextrose-Ágar) (JOHNSON, 1994). A conidiomata pode ser simples ou pode se desenvolver em corpos de agregados, em cultura pura de BDA. As colônias de *L. theobromae* são acinzentadas a negras, com abundante micélio aéreo e ao reverso da cultura em placa de Petri são foscas ou negras. Formam picnídios simples ou compostos, freqüentemente agregados, estromáticos, ostiolados, subovóides para elipsóides – oblongos, com parede espessa e base truncada.

Os conídios maduros de *L. theobromae* tornam-se uniseptados e de coloração castanho – amarelado, sendo longitudinalmente estriados (BURGESS et al., 2006). As paráfises quando presentes são hialinas, cilíndricas, algumas vezes septadas, tendo mais de 50 µm de comprimento. Nas folhas, caules e frutas de plantas infectadas por este fungo, os picnídios são imersos, tornando-se erumpentes. Podem ocorrer isoladamente ou agrupados, apresentando 2 a 4 mm de largura. São ostiolados e freqüentemente pilosos e podem apresentar extrusão de conídios com aspecto de uma massa preta. Em sua fase sexuada, o fungo foi identificado como *Physalospora rhodina* Berk e Curt. Apud. Cooke. (RODRIGUES, 2003). Existem 19 sinónímias para *Botryodiplodia theobromae* (Pat.), incluindo *Diplodia gossypina* Cooke e *L. theobromae* (PUNITHALINGAN, 1976).

Os sintomas da doença são lesões úmidas que surgem, principalmente, na região do pedúnculo tornando-se marrom escura circundada por áreas encharcadas que resultam em podridão das frutas (LIBERATO; ZAMBOLIM, 2002; PEREIRA et al., 2006). Em condições de umidade elevada, as lesões tornam-se cobertas com o micélio cinza do fungo e muitos picnídios (ZAMBOLIM et al., 2002). É um fungo de rápido crescimento que geralmente

provoca apodrecimento e mumificação da fruta (LIBERATO; ZAMBOLIM, 2002; REZENDE; MARTINS, 2005). Na pós-colheita, a doença é mais severa em temperaturas na faixa de 25 a 30°C e em condições de alta umidade relativa (GUPTA; NEMA, 1979).

De acordo com Oliveira et al. (2008), estudos têm relatado que espécie de *F. parvum* tem sido encontrada causando doenças em mangas. Isolados de *Dothiorella dominicana* Petr. & Cif. foram encontrados infectando mangas na Austrália (JOHNSON, 1992), sendo identificados como a espécie *F. parvum* (SLIPPERS et al., 2004; 2005). Os sintomas descritos são a morte dos ponteiros, queima de botão e podridão peduncular em frutas.

Segundo Crous et al. (2006) a denominação atual para o patógeno deve ser *Neofusicoccum parvum* (Pennycook e Samuels) (correspondente ao *F. parvum*), tendo como teleomorfo *Botryosphaeria* antigamente *B. parva* Pennycook e Samuels) (SLIPPERS et al., 2005). Muita discussão gira em torno da denominação desse patógeno, assim como também pode ser considerado um sinônimo do fungo *D. dominicana* Petro e Cif. Johnson (1992).

N. parvum produz micélio cotonoso de coloração cinzenta e discreta formação de picnídios, os corpos de frutificação pode ser estromático e multilocular quando cultivado em meio BDA (JOHNSON et al., 1992). O picnídio encontra-se imersos em uma camada subcuticular e podem ser produzidos em manga (SLIPPERS et al., 2005). Às vezes, são observados conídios biseptados. O seu teleomorfo foi achado em ramos de mangueira caídos e dentro de árvores na Austrália (JOHNSON et al., 1992). Em ramos, os pseudotécios são subglobosos para piriformes, e se forma abaixo da epiderme. Apresentam ascostromata hemilenticular, os ascos apresentam oito ascósporos e são bitunicados e basipetais. Os ascósporos são hialinos, unicelular, fusiformes.

O desenvolvimento de métodos adequados no controle de doenças exige inicialmente que se tenha conhecimento relacionado a aspectos nutricionais e fatores ambientais que influenciam o crescimento do fitopatógeno e, conseqüentemente, na relação patógeno-hospedeiro-ambiente (AGRIOS, 2005).

Colheita

O grau de maturação da fruta na colheita é importante, pois condiciona a qualidade pós-colheita. Segundo Pessoa (2009), diversas metodologias de colheita têm sido estabelecidas para muitos produtores, sendo que a mais importante meta de manuseio de toda a colheita e pós-colheita é a prevenção de injúrias e declínio da senescência do produto colhido.

O grau de maturação no qual o fruto é colhido determina sua qualidade e potencial de armazenamento. Medlicott et al. (1988) relataram que frutas de mangueiras atingem seu completo desenvolvimento em tempos diferentes, o que dificulta a determinação de seu ponto ideal de colheita. Em função disso, têm-se estabelecido métodos destrutivos e não destrutivos, nem sempre de aplicabilidade prática no campo, para determinar o estágio adequado de maturação para colheita.

As variáveis químicas são estritamente associadas com a maturação dos frutos, no entanto têm a desvantagem de serem destrutivas. Em mangas tem-se utilizado o índice de degradação do amido para a cv. Tommy Atkins (ROCHA et al., 2001), relação peso específico/amido (SOMMER, 1985), percentagens isoladas de acidez titulável e sólidos solúveis (BÁEZ-SAÑUDO et al., 1997). A medição da firmeza não é praticável em campo, mas a coloração da polpa é um parâmetro de grande confiabilidade no México (GALÁN-SAUCO, 1999). Até hoje, não se conhece nenhum método não destrutivo que determine a maturidade exata da manga. Entretanto, aspectos externos da casca como fechamento das lenticelas, o ápice mais cheio e arredondado, formação de bico em alguns cultivares, ausência de pruína (cêra) (FILGUEIRAS et al., 2000), unidade de calor (SHINDE et al., 2001), forma (MEDLICOTT et al., 1988; GALAN-SAUCO, 1999), número de dias após floração para o cv. Tommy Atkins (SALLES; TAVARES, 1999) e para os cvs. Haden e Alphonso, firmeza (compressão entre os dedos) e tamanho (MEDINA, 1981), que fornecem uma indicação aproximada da maturação. Entretanto, índices tais como componentes da cor obtidos por colorímetro para os cultivares Haden e Julie (MALEVSKI et al., 1977; MEDLICOTT et al., 1992), atenuação ultrassônica (MIZRACH et al., 1999) para o cv. Tommy Atkins, gravidade específica (KAPSE e KATRODIA, 1997) para o cv. Kesar, peso da matéria seca e o peso fresco estimados com precisão a partir do volume ou produto dos diâmetros para o cv. Tommy Atkins (MORAIS, 2001) têm oferecido meios de determinar com maior exatidão a maturidade em mangas.

Todavia, esses índices variam entre todos os cultivares, como em função do cultivo e das condições climáticas do ano de crescimento, não podendo ser generalizados para todos os genótipos existentes. Geralmente, o método considerado adequado varia em função da região produtora e constitui-se de mais de uma variável (LEDERMAN et al., 1998; GALAN-SAUCO, 1999; FILGUEIRAS et al., 2000).

Muitas das mudanças na composição das frutas que ocorrem após a colheita, influenciam sua cor, textura, sabor, aroma e valor nutritivo. Enquanto algumas destas

mudanças são desejáveis, outras prejudicam a qualidade dos produtos (PFAFFENBACH, 2003). De acordo com Alves et al. (2002), as frutas colhidas prematuramente não amadurecem ou o fazem de forma irregular. Quanto mais imaturo o fruto, maior a sensibilidade à baixa temperatura, e maior a perda de água por transpiração. As deficiências no amadurecimento da manga colhida prematuramente manifestam-se, entre outros aspectos, na cor, na firmeza, no conteúdo de açúcares e na acidez. Por sua vez, uma colheita tardia reduz a vida útil e torna a fruta mais sensível a danos mecânicos e ao ataque de microrganismos.

Os indicadores físicos são índices de colheita para manga baseados, em sua maioria, em características relacionadas à forma e ao aspecto da fruta, que podem ser percebidas visualmente sem o emprego de métodos destrutivos, tais como: formato do ombro, textura da casca, brilho da casca, distanciamento das pontuações brancas e formato do nariz (ALVES et al., 2002). Embora nem todas as frutas mudem de cor durante o amadurecimento, esta é uma das características mais associadas ao ponto de colheita e maturidade para consumo (TUCKER, 1993). Conforme Saúco (1999), apesar da avaliação da cor da polpa da manga ser um método destrutivo, é prático e confiável para definição do ponto de colheita, sendo utilizado em diversos países exportadores. Rocha et al. (2001) avaliando a cor no cv. Tommy Atkins através de escala subjetiva indicou que a coloração da casca passou de verde-oliva, no primeiro estágio de maturação, para vermelha no último estágio, assim como, a coloração da polpa passou de branca para laranja.

As alterações na firmeza são bastante representativas, podendo afetar a palatabilidade, a duração do período de armazenamento e a extensão da vida útil da fruta (KAYS, 1991; YOSHIOKA et al. 1994). O amolecimento aumenta através de perda de turgescência, degradação do amido ou degradação das paredes celulares. A perda de turgescência é um processo não-fisiológico associado à desidratação pós-colheita da fruta, podendo adquirir importância comercial durante o armazenamento. Nos frutos em que o amido constitui uma alta percentagem da massa fresca, sua degradação resulta em mudanças acentuadas na firmeza. No entanto, em geral, as alterações na firmeza durante o amadurecimento resultam, predominantemente, da desestruturação da parede celular (TUCKER, 1993). É improvável que uma simples enzima seja responsável por mudanças na firmeza (KAYS, 1991). Na realidade, o processo deve envolver uma interação complexa das atividades das enzimas amilásicas, pectínicas e galactosidases com mudanças físico-químicas na parede. Parece, ainda, que o amolecimento de diferentes frutos pode ocorrer por diferentes mecanismos (TUCKER, 1993).

Os parâmetros químicos requeridos para especificar a qualidade das mangas podem ser facilmente alterados levando em conta os procedimentos pré e pós-colheita. Na fruta, encontra-se 48,7% a 89,3% de polpa, com 5,2 a 24,45% de casca, de 5,4 a 19,72% de caroços. Foi determinado que o teor de umidade na fruta é mais ou menos constante, mas, que os sólidos solúveis totais, a acidez titulável, os teores de ácido ascórbico e de pigmentos carotenóides de mangas maduras variam consideravelmente entre os diferentes cultivares, e o comportamento metabólico de cada cultivar pode modificar-se, o que altera a longevidade da pós-colheita das frutas. (MANICA et al., 2001).

O teor de sólidos solúveis totais (SST), normalmente é feito com objetivo de se ter uma estimativa da quantidade de açúcares presentes nos frutos, embora, medidos através de refratômetro, incluem, além dos açúcares, pectinas, sais e ácidos. Os SST aumentam nos frutos com o amadurecimento, os quais são constituídos principalmente pelos açúcares solúveis (LUCENA, 2006).

Quando a maturação é normal e o fruto sadio, o ácido predominante (ácido cítrico) praticamente desaparece, sendo a acidez remanescente devida aos fenólicos ácidos como o ácido quínico, ácido clorogênico e ácido neoclorogênico (LIMA, 1997). Durante o amadurecimento há diminuição da acidez e conseqüentemente aumento do pH (MATTOO et al., 1975). A manga é considerada uma fruta ácida com a maioria dos cultivares apresentando valores de pH abaixo de 6,0. Dependendo da cultivar e do estágio de maturação da fruta, alguns cultivares de manga apresentam teores mais baixos como em ‘Tommy Atkins’ (3,5 a 3,7) conforme Lucena et al. (2000), médios como em mangas da cv. Carabao (3,7 a 4,7) segundo Morga et al. (1979) ou mais elevado como em mangas da cv. Bocado (3,2 a 6,0) de acordo com Castrillo e Bermudez (1992).

Em muitas frutas, o equivalente entre os ácidos orgânicos e os açúcares é utilizado como critério de avaliação do “flavor”. Contudo, como são alguns constituintes voláteis, essa relação é mais indicativa do sabor, porque se utiliza a acidez titulável total (ATT) e não a acidez total (AT), quando se estabelece essa relação. Além disso, alguns produtos insípidos, contendo ATT e SST muito baixos, apresentam relação elevada entre esses componentes, o que pode conduzir a interpretações errôneas da qualidade comestível. Por essa razão, são estabelecidos teores mínimos de SST e máximos de ATT para alguns frutos, visando à obtenção de um sabor aceitável (LUCENA, 2006).

A vitamina C desempenha um papel crucial na nutrição humana na prevenção do

escorbuto. Basicamente, toda a vitamina C da dieta do homem é obtida a partir de frutas e hortaliças. O requerimento diário do homem com relação à vitamina C é de cerca de 50 mg e muitos frutos contêm esta quantidade em menos que 100 g de tecido (BOAS, 1999). O teor de vitamina C tende a diminuir com a maturação e com o armazenamento de muitas hortícolas, devido à atuação da enzima ácido ascórbico oxidase (ascorbinase), ou pela ação de enzimas oxidantes como a peroxidase. Essa vitamina encontra-se em tecidos vegetais na forma reduzida como ácido ascórbico (AA), ou na forma oxidada, como ácido deidroascórbico (DHA), ambos com atividade vitamínica. No entanto, a degradação do DHA para ácido 2,3-dicetogulônico leva à perda da atividade biológica e esse, através de outras reações químicas, produz pigmentos escuros que depreciam a aparência do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Embora a vitamina C seja considerada como um dos componentes nutricionais mais importantes nas frutas, o seu teor em geral não ultrapassa o valor de 300 mg/100 g da massa fresca da polpa. De acordo com Franco (2003), a manga comum madura possui 43 mg/100 g da massa fresca da polpa, por outro lado, Wills et al. (1998) afirmam que possui apenas 30 mg/100 g da massa fresca da polpa.

As mangas quando verdes são adstringentes, ácidas e ricas em vitamina C, entretanto quando amadurecem são doces, ricas em pro-vitamina A, moderadas em vitamina C e altamente aromáticas (LAKSHMINARAYANA, 1980). O solo, o clima, o regime pluvial, o grau de maturação e a temperatura de armazenamento influem na composição vitamínica do alimento (FONSECA et al., 1969).

Tecnologia pós-colheita

A manutenção das características desejadas das frutas, assim como a prevenção e o controle das doenças na pós-colheita sem a utilização de métodos que sejam prejudiciais ao ambiente, que causem resistência de patógenos ou mesmo que levem a custos inaceitáveis de manejo da cultura, requerem aumento do número de pesquisas com métodos alternativos de controle de doenças pós-colheita, entre eles: o controle biológico, o armazenamento refrigerado, a radiação ultravioleta (UV-C), radiação gama, atmosfera modificada, o tratamento hidrotérmico (termoterapia), a indução de resistência e os bloqueadores de etileno (OLIVEIRA et al., 2006).

A conservação de manga tem sido amplamente estudada e o uso da refrigeração foi o primeiro tratamento empregado e atualmente continua sendo o tratamento mais eficiente que prolonga a vida pós-colheita durante o armazenamento, permitindo a exportação por meios de transporte menos onerosos, possibilitando, dessa forma, a sua competição com as demais

frutas no mercado internacional (COCOZZA, 2003). Qualquer tratamento adicional a este, será benéfico no objetivo de aumentar a vida útil pós-colheita, quando se pretende alcançar o consumidor final.

Jerônimo e Kaneshiro (2000) avaliando o efeito de baixas temperaturas de armazenamento em mangas ‘Tommy Atkins’ e ‘Parvin’, verificaram que frutas sem embalagem e armazenadas a 13°C tiveram a vida útil prolongada por oito dias em relação as frutas armazenadas sob condição ambiente, mas aquelas armazenadas a 5°C não amadureceram e apresentaram sintomas de danos ao frio.

Para melhor conservação das frutas pode-se utilizar a técnica do armazenamento sob atmosfera modificada, que consiste no envolvimento dos frutos em filmes plásticos, acondicionamento das mesmas em embalagens ou através de produtos químicos que formam uma película protetora sobre estes, como a cera e a parafina, visando à modificação da atmosfera ao seu redor (CABRAL et al., 1984). Dependendo do mecanismo pelo qual se estabelece a atmosfera no interior da embalagem pode-se ter armazenamento em atmosfera passiva (sem controle rígido das concentrações de O₂ e CO₂) ou em atmosfera ativa (com controle) (LANA; FINGER, 2000).

A combinação de armazenagem frigorífica com embalagem é uma técnica para aumentar o tempo de armazenamento e a vida útil pós-colheita de produtos frescos perecíveis, como é o caso da manga, inclusive para que possam ser transportados via marítima (MCGLASSON, 1992). O armazenamento de mangas ‘Tommy Atkins’ sob refrigeração associada à atmosfera modificada por filmes de cloreto de polivinila, polietileno de alta e baixa densidade, reduziu a perda de massa, proporcionou a manutenção dos teores de sólidos solúveis totais, açúcares solúveis totais e acidez total titulável. A atmosfera modificada pelos filmes de polietileno reduziu as perdas na firmeza da polpa, possibilitando uma vida útil pós-colheita de 42 dias. Somente os filmes de cloreto de polivinila e de polietileno de baixa densidade retiveram a coloração da casca das frutas até o final do armazenamento (SOUSA et al., 2000).

Os consumidores têm uma preocupação crescente com os benefícios e riscos à saúde devido ao consumo de alimentos. Para satisfazer todas essas expectativas, a indústria alimentícia tem dedicado grande esforço técnico e financeiro em busca de produtos mais seguros (LADO; YOUSEF, 2002). A adoção de uma nova tecnologia de processamento alimentar depende, em boa parte, de uma estimativa confiável da eficiência contra microrganismos patógenos e/ou deteriorantes alimentares e acima de tudo, da aceitação do

consumidor final (JEYAMKONDAM et al., 1999; LADO; YOUSEF, 2002; ROSS et al., 2003).

De acordo com Lado e Yousef (2002) e Farkas (2006), entre os métodos estudados estão à radiação, campos elétricos pulsantes e a tecnologia de alta pressão. A radiação é uma técnica eficiente na conservação dos alimentos pois reduz as perdas naturais causadas por processos fisiológicos (brotamento, maturação e envelhecimento), além de eliminar ou reduzir microrganismos, parasitas e pragas, sem causar qualquer prejuízo ao alimento, tornando-o também mais seguro para o consumidor. O alimento é exposto a uma fonte de radiação ionizante, normalmente Cobalto-60, em uma câmara especial. A dose de radiação é controlada pelo tempo de contato do alimento com a fonte de energia ionizante (PEREIRA, 2009).

A radiação é uma técnica segura de proteção de alimentos que vem sendo utilizada há meio século nos Estados Unidos, França, Inglaterra e Alemanha. Nos alimentos esta técnica começou a ser empregada no controle de *Trichinella spirallis* Owen em carne de suínos, na URSS. Em 1963, o FDA norte-americano aprovou a radiação de trigo (*Triticum aestivum* L.) e farinha de trigo para consumo humano, em seguida, a de batata (*Solanum tuberosum* L.), presunto e produtos como cebola (*Allium cepa* L.) e alho (*Aççium sativum* L.) cujo brotamento torna-se um empecilho ao comércio (EMBRARAD, 2008).

Durante os anos 80 e 90, houve uma verdadeira explosão de regulamentações pelo mundo e no Brasil, no sentido de aprovar a utilização da radiação de alimentos para consumo humano, especialmente após a recomendação pela FAO (“Food and Agriculture Organization”) e IAEA (“International Atomic Energy Agency”), órgãos da OMS/ONU (Organização Mundial da Saúde/ Organização das Nações Unidas) em 1980 (EMBRARAD, 2008). Hoje, esta é uma prática que vem se tornando cada vez mais comum, com diversas unidades irradiadoras espalhadas pelo mundo, inclusive no Brasil. Além da FAO, a radiação de alimentos é defendida por diversas outras entidades como a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), o Departamento de Agricultura dos EUA e a União Européia (DIVERSI, 2002).

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

desoxirribonucléico) microbiana impedindo sua reprodução (LACROIX; OUATTARA, 2000).

Pereira (2009) afirma que vários estudos têm confirmado que a radiação não produz nenhum efeito adverso e pode ser uma ferramenta valiosa para a redução de bactérias patogênicas e fungos, reduzindo os perigos para a saúde pública (RADOMYSKY et al., 1994; GERMANO; GERMANO, 2003; GUEDES, 2005; FARKAS, 2006; FAN et al., 2008).

A radiação pode levar a mudanças na composição química das frutas. Tais mudanças envolvem alterações na quantidade de vitamina, conversão de protopectina à pectina, degradação da celulose e do amido, destruição de alguns ácidos e mudanças na pigmentação. As alterações na textura ocorrem devido às mudanças na pectina e celulose e podem ser um fator limitante na quantidade de radiação empregada na fruta (BROISLER, 2007). Uma baixa dose de radiação em frutas é realizada para desinfestação de insetos para permitir exportação para países que exigem tratamento que garantam a segurança microbiológica da fruta e para retardar o amadurecimento das mesmas. Para as frutas climatéricas a radiação oferece uma combinação de efeitos, desinfestação somado ao retardamento na maturação. O retardamento da senescência é uma das principais razões para a aplicação da radiação nas frutas (ICGFI; VIENNA, 1992).

A radiação de frutas é utilizada por países que concorrem com o Brasil no mercado internacional, como Tailândia e Índia e pode ganhar impulso por conta das restrições que estão sendo impostas a tratamentos quarentenários mais comuns, como a fumigação por brometo de metila ou por óxido de etileno, e a submersão da fruta em água quente que, embora eficiente, requer que a colheita seja realizada antes do período de maturação ideal, prejudicando o sabor e as características sensoriais do produto. Já a radiação pouco altera as características químicas e sensoriais dos alimentos quando respeitada a dose máxima estabelecida para cada produto (PEROZZI, 2007). A diminuição da senescência, devido ao tratamento com a radiação gama, ajudam a manter a resistência do fruto (JITAREERAT, et al, 2005).

A radiação pode não matar completamente os fitopatógenos, mas pode resultar em danos nas células (SMITH; PILLAI, 2004), e diretamente prejudica o DNA e assim a vida da célula. Os núcleos de DNA danificados podem causar mutações em alguns materiais genéticos dos fitopatógenos transformado para apresentar uma virulência mais alta ou baixa. Muitos fitopatógenos fabricam produtos extracelulares que podem influenciar o crescimento dos mesmos, sejam esses fatores determinantes na capacidade de patogenicidade ou não. Em

1995, Blank e Corrigan relataram que expondo alimentos ao tratamento de radiação gama conseguiram eliminar ou reduzir a patogenicidade de fitopatógenos.

Com relação ao impacto da radiação sobre os nutrientes segundo Santos (2005), tem sido motivo de muitas pesquisas na área de alimentos, observando-se que as alterações são as mesmas que ocorrem em outros processos empregados na conservação dos alimentos, principalmente no que se refere à oxidação de lipídios, formação de radicais livres entre outros. Contudo, na radiação essas alterações podem ser minimizadas, simplesmente pela mudança das condições de processo. Por isso, o valor nutricional dos alimentos não é significativamente afetado pela irradiação, onde os macronutrientes são relativamente estáveis, quando os alimentos são expostos à dose máxima de 10 kGy. Os micronutrientes, em especial as vitaminas, podem sofrer redução em pequenas proporções pelo emprego da radiação. A sensibilidade das vitaminas ao processo é variada, dependendo das condições nas quais se irradiam os alimentos. As vitaminas C e B1 são as mais sensíveis no grupo das hidrossolúveis e, as vitaminas E e A as mais sensíveis no grupo das lipossolúveis (LIMA et al., 2001).

A radiação não é um "milagre" técnico capaz de resolver todos os problemas de preservação de alimentos. Ela não pode transformar alimento deteriorado em alimento de alta qualidade, bem como também não é adequada para todos os tipos de alimentos, mas podem resolver problemas específicos importantes e complementarem outras tecnologias. Representa uma grande promessa no controle de doenças originárias de alimentos, tais como a salmonelose, que é um problema mundial. Também é efetiva na desinfestação, particularmente em climas quentes, em que os insetos consomem uma grande porcentagem da safra colhida (CAMPOS, 2003).

De acordo com Aderaldo (2008), aparentemente, a radiação vem sendo apresentada como uma forte substituta das boas práticas de fabricação tanto industriais (especialmente frigoríficos), como agrícolas. Entretanto, atualmente, nenhuma tecnologia conhecida poderá substituir as boas práticas de fabricação e manipulação, e a justificativa é muito simples: a radiação pode matar bactérias, mas não retira sujidades e matérias estranhas dos alimentos. (CDTN, 2008).

Diante disso é imprescindível o estudo visando desenvolver tecnologias para um manejo integrado de controle de doenças pós-colheita em mangas, tendo em vista que as atuais medidas utilizadas possuem um controle reduzido. A utilização da radiação gama associada ao armazenamento refrigerado podem contribuir para diminuir as perdas durante o

transporte das frutas para o país importador. Esses métodos também contribuíram com a diminuição no uso de fungicidas, e reduz a quantidade de agrotóxico sobre o meio ambiente e a sociedade de um modo geral. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da radiação gama associada ao armazenamento refrigerado na presença de filme plástico como atmosfera modificada sob o desenvolvimento da antracnose, podridão por lasiodiplodia e da podridão por fusicocco e a manutenção das propriedades organolépticas das frutas.

Referencias Bibliográficas

- ADERALDO, K.C.G. **A utilização da irradiação na conservação dos alimentos**. 2008. 66f. Monografia (Lato sensu em Higiene e Inspeção de produtos de Origem Animal) - Universidade Castelo Branco, São Paulo, 2008.
- AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. 5th ed. San Diego: Academic Press, 2005. 922p.
- ALMEIDA, C.O. de; CARDOSO, C.E.L.; SANTANA, M.A. Comercialização. In: PEREIRA, M.E.C.; FONSECA, N.; SOUZA, F.V.D. **Manga: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.
- ALVES, R.E.; LUCENA, E.M.P.; ASSIS, J.S. Colheita e pós-colheita. In: GENUÍ, P. J. de C.; PINTO, A.C.Q. **A cultura da mangueira**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.381-405.
- BLANK, G.; CORRIGAN, D. Comparison of resistance of fungal spore to gamma and electron beam radiation. **Internacional of Journal Food Science and Technology**, Oxford, v.26, p. 269-277, 1995.
- BÁEZ-SAÑUDO, R.; BRINGAS, T.E.; OJEDA, C.J. Mexican fresh mango quality standard grades and application methodology. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.455, p.726-731, 1997.
- BARKAI-GOLAN, R. **Postharvest disease of fruits and vegetables: development and control**. Amsterdam: Elsevier Science, 2004. 418p.
- BLEINROTH, E.W. Manuseio e tratamento de pós-colheita da manga. In: DONADIO, L.C.; FERREIRA, F.R. (Eds.) **Anais do II simpósio sobre mangicultura**. Jaboticabal: FCAVFUNEP, 1989. p.171-184.

- BOAS, E.V.B.V. **Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de frutos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 75p.
- BROISLER, P.O. **Simulação do transporte de mangas irradiadas para exportação**. 2007, 100f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- BURGESS, T.I.; BARBER, P.A.; MOHALI, S.; PEGG, G.; BEER, W.; WINGFIELD, M.J. Three new *Lasiodiplodia* spp. from the tropics, recognized based on DNA sequence comparisons and morphology. **Mycologia**, New York, v.98, n.3, p.423-435, 2006.
- CABRAL, A.C.D.; ORTIZ, S.A.; MADI, L.F.C.; SOLER, R.M.; GAZETA, E.F. **Embalagens de produtos alimentícios**. Piracicaba:FEALQ, 1984. 338p.
- CAMPOS, S. **Radiação ambiental: irradiação de alimentos**, 2005. Disponível em: <www.drashirleydecampos.com.br>. Acesso em: 13 jul 2008.
- CASTRILLO, M.; BERMUDEZ, A. Post-harvest ripening in wax coated Bocado mango. **Internacional of Journal Food Science and Technology**, Oxford., v.27, p.457-463, 1992.
- CDTN - Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear. Disponível em: <<http://www.urano.cdtm.br>>. Acesso em: 30 jul 2009.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- COCOZZA, F.M. **Maturação e conservação de mangas ‘Tommy Atkins’ submetida a aplicação pós-colheita de 1-Metilciclopropeno**. 2003. 226f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2003.
- COSTA, J.G.; SANTOS, C.A.F. Cultivares. In: MOUCO, M.A.C. (Ed.) **Cultivo da mangueira**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. Disponível em: <http://www.cpatia.embrapa.br/sistema_producao/spmanga/cultivares.htm>. Acesso em: 20 nov. 2009.
- CROUS, P.W.; SLIPPERS, B.; WINGFIELD, M.J.; RHEEDER, J.; MARASAS, W.F.O.; PHILLIPS, A.J.L.; ALVES, A.; BURGESS, T.; BARBER, P.; GROENEWALD, J.Z. Phylogenetic lineages in the *Botryosphaeriaceae*. **Studies in Mycology**, Utrecht, v.55, n.1, p.235-253, 2006.
- DICKMAN, M.B.; ALVAREZ, A.M. Latent infection caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. **Plant Pathology**, Oxford, v.67, n.7, p.748-750, 1983.

- DIVERSI, M. **Irradiação** – um falso milagre. Revista Consumidor S.A., jun/jul 2002. Disponível em: <http://www.cliquequimica.com.br/ultimas_noticias_irradiacao.htm>. Acesso em: 05 maio 2008.
- DONADIO, L.C.; SOARES, N.B.; MORAES, L.G.; XAVIER, N.J.D.; SCALOPI, E.J.; PIZA JÚNIOR, C.T. **Características de algumas variedades de mangueira cultivadas no Estado de São Paulo**. Campinas: CATI, 1982. 16 p.
- EMBRARAD - Empresa Brasileira de Radiação.. Disponível em: <www.embrarad.com.br>. Acesso em: 07 jul 2009.
- FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. Disponível em: <<https://www.fao.org.br>>. Acesso em: 11 ago. 2009.
- FAN, X; NIEMIRA, B.A; PRAKASH, A. Irradiation of fresh fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.62, n.3, p.36– 43, 2008.
- FARKAS, J. Irradiation for better foods. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v.17, p.148-152, 2006.
- FILGUEIRAS, H.A.C.; MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. Colheita e manuseio pós-colheita. In: FILGUEIRAS, H.A.C. (Org.) **Manga: pós-colheita**. 1. ed. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p.22-37.
- JITAREERAT, P.; KRIRATIKRON, W.; PHOCHANACHAI, S; UTHIRATANAKIJ, A. Effects of gamma irradiation on fungal growths and their pathogenesis on banana cv. ‘Kluai Kai’ in Bangkok, Tailândia. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM “NEW FRONTIER OF IRRADIATED FOOD AND NON-FOOD PRODUCTS”, 2005. **Proceedings...** Bangkok: KMUTT, 2005.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9 ed. São Paulo: Atheneu, 2003. 307 p.
- FREITAS-SILVA, O.; ROCHA, E.S.; CÔRTEZ, M.V.C.B.; FREIRE JÚNIOR, M.; BITTENCOURT, A.A.; PIRES, L.F.G.; VITAL, H.C. Radiação gama no controle in vivo de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz e *Botryodiplodia theobromae* em frutos de manga cv. Tommy Atkins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. 17, 2002, Belém. **Anais...** Belém: SBF, 2002. (CD ROM).
- FONSECA, H.; NOGUEIRA, J.N.; MARCONDES, A.M.S. Teor de ácido ascórbico e betacaroteno em frutas e hortaliças brasileiras. **Separata de Archivos Latinoamericanos de Nutrition**, Caracas, v.19, n.1, p.9-16, 1969.

- GALAN-SAÚCO, V. Recolección y postrecolección. In: **El cultivo del mango**. Madrid: Willey & Sons, 1999. 289p.
- GERMANO, P.M.L.; GERMANO, M.I.S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Valera, 2003. 665p.
- GUEDES, R. L. **Análise microbiológica e de propriedades organolépticas de açaí (*Euterpe oleracea*) irradiado com radiação gama**. 2005. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear-Aplicações) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- GUPTA, O.M.; NEMA, K.G. Effect of different temperature and relative humidity on the development of fruit rots of papaya caused by *Botryodiplodia theobromae* and *Colletotrichum gloeosporioides*. **Indian Phytopathology**, Jodhpur, v.32, p.106-107, 1979.
- IBGE. Sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro; 2007. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda>>. Acesso em: 10 Dez. 2009.
- IBRAF. Instituto Brasileiro de Frutas. São Paulo; 2009. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportação/Comparativo_das_Exportações_Brasileiras_de_Frutas_frescas_Jan_Out_2008.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2009.
- ICGFI. International Consultative Group on Food Irradiation. **Facts about food irradiation**. Vienna:IAEA, 1999.
- JERÔNIMO, E.M.; KANESIRO, M.A.B. Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas ‘Palmer’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n.2, p.237-243, 2000.
- JEYAMKONDAM, S., JAYAS,D.S., HOLLEY, R.A. Pulsed electric Field processing in foods: a review. **Journal Food Protection**, Ames, v.62, p.1088-1096, 1999.
- JOHNSON, G. I. Mango. In: PLOETZ, R. C.; ZENTMYER, G. A.; NISHIJIMA, W. T.; ROHRBACH, K. G.; OHR, H. D. (Eds.) **Compendium of Tropical Fruit Diseases**. St. Paul: American Phytopathological Society, 1994. p. 33-43.
- JOHNSON, G.I.; MEAD, A.J.; COOK, A.W.; WELLS, I.A. Stem-end rot diseases of tropical fruit – mode of infection in mango, and prospects for control. In: JOHNSON, G.I.; HIGHLEY, E. (Eds.) **Development of postharvest handling technology for tropical tree fruits**. Camberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1992. p.72-76. (Aciar Proceedings, 58).
- JUNQUEIRA, N.T.V.; PINTO, A.C.Q.; CUNHA, M.M.; RAMOS, V.H.V. Controle das doenças da mangueira. In: ZAMBOLIN, L.; VALE, F.X.R.; MONTEIRO, A.J.A.; COSTA,

- H. (Eds.) **Controle de doenças de plantas fruteiras**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. p.323–403.
- KAPSE, B.M.; KATRODIA, J.S. Ripening behaviour of ‘Kesar’ mangoes in relation to specific gravity. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.455, p.669-677, 1997.
- KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI Book, 1991. 532 p.
- LACROIX, M.; OUATTARA, B. Combined industrial processes with irradiation to assure innocuity and preservation of food products – a review. **Food Research International**, Essex, v.33, p.719-724, 2000.
- LADO, B.H.; YOUSEF, A.E. Alternative food-preservation technologies: efficacy and mechanisms. **Microbes and Infection** (Institute Pasteur), Paris, v.4, p.433-440, 2002.
- LAKSHIMINARAYANA, S. Mango. In: NAGY, S.; SWAW, P.E. **Tropical and subtropical fruits**. Westport: AVI Publishing, Inc., 1980. p.157-184.
- LANA, M.M.; FINGER, F.L. **Atmosfera modificada e controlada**: aplicação na conservação de produtos hortícolas. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 34p.
- LEDERMAN, I.E.; BEZERRA, J.E.F.; CARVALHO, P.S.; ALVES, M.A.; SANTOS, V.F. Determinação do ponto de colheita da manga cv. Tommy Atkins, para a região semi-árida de Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.20, n.2, p.145-151, 1998.
- LIBERATO, J.R.; ZAMBOLIM, L. Controle das doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides em mamoeiro. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; MONTEIRO, A.J.A.; COSTA, H. (Eds.) **Controle de doenças de plantas – fruteiras**. Viçosa: UFV, 2002. p.1023-1139.
- LIMA, K.S.C.; GROSSI, J.L.S.; LIMA, A.L.S.; ALVES, P.F.M.P.; CONEGLIAN, R.C.C.; GODOY, R.L.O.; SABAA-SRUR, A.U.O. Efeito da irradiação ionizante γ na qualidade pós-colheita de cenouras (*Daucos carota* L.) cv Nantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.2, p.202-208, 2001.
- LIMA, L.C.O. **Tecido esponjoso em manga ‘Tommy Atkins’: transformações químicas e bioquímicas no mesocarpo durante o armazenamento**. 1997. 147f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.
- LIZADA, C. Mango. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993.

- LUCENA, E.M.P. **Desenvolvimento e maturidade fisiológica de manga ‘Tommy Atkins’ no Vale do São Francisco**. 2006, 152f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- LUCENA, E.M.P.; SILVA JÚNIOR, A.; CAMPELO, I.K.M. Caracterização físicoquímica da manga (*Mangifera indica* L.), variedade Tommy Atkins, em diferentes estádios de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2000. v.2, p.5.246.
- MARIN, S.L.D.; YAMANSHI, O.K.; MARTINS, D.S.; MEISSNER FILHO. P.E. **Identificação de pragas, doenças e fatores abióticos do mamoeiro**. Bahia: Agencia Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia, 2003. 67p.
- MALEVSKI, Y.; GOMEZ, B.L.; PELEG, M.; SILBERG, M. External color as maturity index of mango. **Journal of Food Science**, Chicago, v.2, n.5, p.1316-1318, 1977.
- MATTOO, A.K.; MURATA, T.; PANTASTICO, E.B.; CHARCHIN, K.; PHAN, C.T. Chemical changes during ripening and senescence. In: PANTASTICO, E.B. **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: The AVI Publishing, 1975. p.103-127.
- MCGLASSON, W.B. Modified atmosphere packaging: matching physical requirements with physiology of produce. **Food Australian**, Sydney, v.44, n.4, p.168-170, 1992.
- MANICA, I.; ICUMA I.M.; MALAVOLTA, E.; RAMOS, V.H.V.; OLIVEIRA. M.E.; CUNHA, M.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; **Tecnologia, produção, agroindústria e exportação da manga**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. p.16- 87.
- MEDINA, J.C. BLEINROTH, E.W.; MARTINS, L.J.; QUAST, D.G.; HASHIZUME, T. **Manga: da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas:ITAL, 1981. 399p. (Série Frutas Tropicais, 8).
- MEDLICOTT, A.P.; REYNOLDS, S.B. Harvest maturity effects on mango fruit ripening. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.65, n.2, p.153-157, 1988.
- MEDLICOTT, A.P. SEMPLE, A.J.; THOMPSON, A.J.; BLACKBOURNE, M.R. Measurement of color changes in ripening bananas and mangoes by instrumental, chemical and visual assessments. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.69, n.2, p.161-166, 1992.
- MENEZES, M.; HANLIN, R.T. Morphological variability of *Colletotrichum gloeosporioides* isolates from avocado trees from Nothranstern Brazil. **Phytopathology**, St. Paul, v.27, p.228–236, 1996.

- MIZRACH, A.; FLITSANOV, U.; SCHMILOVITCH, Z.; FUCHS, Y. Determination of mango physiological indices by mechanical wave analysis. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.16, n.2, p.179-186, 1999.
- MORAIS, P.L.D. **Maturidade para colheita e vida útil da manga ‘Tommy Atkins’ para o mercado europeu**. 2001, 83p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Fortaleza, Fortaleza.
- MORGA, N.S.; JAREN-GALAN, M.J.; MOSQUERA, M.I.M. Physicochemical changes in Philippine Carabao mangoes during ripening. **Food Chemistry**, London, v.4, n.2, p.225-234, 1979.
- NIETO-ÁNGEL, D.; RAMOS, M.A.; ORTÍZ, D.T.; SÃO JOSÉ, A.R. Enfermedades del mango. In: OLIVEIRA, S.M.A.; TERAPO, D.; DANTAS, S.A.F.; TAVARES, S.C.C.H. (Eds.). **Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p.731-774.
- OLIVEIRA, A.A.R.; BARBOSA, C.J.; SANTOS FILHO, H.P.; MEISSNER FILHO, P.E. **Mamão produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 134p.
- OLIVEIRA, T.A.S.; OLIVEIRA, S.M.A.; MICHEREFF, S.J.; CÂMARA, M.P.; COSTA, V.S.O.; LINS, S.R.O. Efeito do estágio de maturação, tipo de inoculo e local de inoculação na severidade da podridão peduncular em manga. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.33, n.2, p.409-414, 2008.
- OLIVEIRA, S.M.A.; TERAPO, D.; DANTAS, S.A.F.; TAVARES, S.C.C.H. Patologia pós-colheita. In: OLIVEIRA, S.M.A.; TERAPO, D.; DANTAS, S.A.F.; TAVARES, S.C.C.H. (Eds.) **Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p.19-44.
- PEREIRA, M.A.S. **Estudo da ação da radiação gama de 60Co sobre *Salmonella poona*, *Escherichia coli* e *Alicyclobacillus acidoterrestris* em polpa de manga congelada**. 2009. 93f. Tese (Doutor em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Aplicações.) – Instituto de Pesquisas energéticas Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- PEROZZI, M. Irradiação: tecnologia boa para aumentar exportação de frutas. **Revista do Instituto UNIEMP**, Campinas, v.03, n.05, set/out 2007. Disponível em: <<http://www.revistainovacao.uniemp.br/materia.php?id=86&pag=2>>. Acesso em: 02 mai. 2008.

- PEREIRA, A.L.; SILVA, G.S.; RIBEIRO, V.Q. Caracterização fisiológica, cultural e patogênica de diferentes isolados de *Lasiodiplodia theobromae*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, n.6, p.572- 578, 2006.
- PESSOA, W.R.L.S. **Avaliação de técnicas alternativas para o manejo da antracnose da banana em pós-colheita**. 2009. 110f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.
- PFAFFENBACH, L.B.; CASTRO, J.V.; CARVALHO, C.R.L.; ROSSETO, C.J. Efeito da atmosfera modificada e da refrigeração na conservação pós-colheita de manga espada vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal ,v.25, n.2, p.410-413, 2003.
- PINTO, A.C.Q.; COSTA, J.G.; SANTOS, C.A.F. Principais variedades. In: GENÚ, P.J.C.; PINTO, C.A.Q. (Eds.) **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.93-116.
- PUNITHALINGAM, E. *Botryodiplodia theobromae*. **C.M.I.** - Descriptions of pathogenic fungi and bacteria, N. 519. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 1976.
- RADOMYSKY, T.; MURANO, E.A.; OLSON, D.G.; MURANO, P.S. Elimination of pathogens of significance in food by low-dose irradiation: **Journal of Food Protection**, Des Moines, v.57, n.1, p.73-86, 1994.
- RESENDE, J.A.M.; MARTINS, M.C. Doenças do mamoeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Eds.) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2 p.440-441.
- RIBEIRO, I.J.A. Doenças da mangueira (*Mangifera indica*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A. CAMARGO, L.E.A. (Eds.) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p.457-465.
- ROCHA, R.H.C.; MENEZES, J.B.; MORAIS, E.A.; SILVA, G.G.; AMBROSIO, M.M. Uso do índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga ‘Tommy Atkins’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.302-305, 2001.
- RODRIGUES, R. **Caracterização morfológica e patológica de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl., agente causal das podridões de tronco e raízes da videira**. 2003. 60f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical – Área de Concentração em Tecnologia da Produção Agrícola) - Instituto Agronômico Campinas, Campinas, 2003.

- ROSS, A.I.V.; GRIFFITHS, M.W.; MITTAL, G.S.; DEETH, H.C. Combining nonthermal technologies to control foodborne microorganisms. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v.89, p.125-138, 2003.
- SALLES, J. R.J.; TAVARES, J.C. Vida útil pós-colheita de manga (*Mangifera indica* L. cv. Tommy Atkins): influência da temperatura e do estágio de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.21, n.2, p.171-176, 1999.
- SANTOS, M.R.L. **Efeitos da radiação gama do ^{60}Co em frutos de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)**. 2005. 92f. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- SANTOS FILHO, H.P.; TAVARES, S.C.C.H.; MATOS, A.P.; COSTA, V.S.O.; MOREIRA, W.A.; SANTOS, C.C.F. Doenças, monitoramento e controle. In: GENÚ, P.J.C.; PINTO, C.A.Q. (Eds.) **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.299-352.
- SAÚCO, G. Recolección y postrecolección. In: **El cultivo del mango**. Madrid: Mundi-Prensa, 1999. p.267-272.
- SHINDE, A.K.; BURONDKAR, M.M.; BHENGARDE, R.T.; WAGHMARE, G.M.; RANGWALA, A.D.; WAGH. R.G. Heat unit requirement for fruit maturity in mango varieties. **Indian Journal of Plant Physiology**, New Delhi, v.6, n.2, p.194-196, 2001.
- SILVA, O.F.; ROCHA, E.S.; CORTES, M.V.C.B.; FREIRE, M.; BITTENCURT, A.M.; PIRES, L.F.G.; VITAL, H.C. **Radiação gama no controle *in vivo* e *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. e *Botryodiplodia theobromae* em frutos de manga cv. "Tommy Atkins"**. Embrapa: Rio de Janeiro, 2006.
- SLIPPERS, B.; CROUS, P. W.; DENMAN, S.; COUTINHO, T.A.; WINGFIELD, B.D.; WINGFIELD, M.J. Combined multiple gene genealogies and phenotypic characters differentiate several species previously identified as *Botryosphaeria dothidea*. **Mycologia**, New York, v.96, n.1, p.83-101, 2004.
- SLIPPERS, B.; JOHNSON, G.I.; CROUS, P.W.; COUTINHO, T.A.; WINGFIELD, B.D.; WINGFIELD, M.J. Phylogenetic and morphological re-evaluation of the *Botryosphaeria* species causing diseases of *Mangifera indica*. **Mycologia**, New York, v.97, n.1, p.99-110, 2005.
- SMITH, J.C.; PILLAI, S. Irradiation and food safety. **Food Technology**, Chicago, v.11, n.58, p.48-54, 2004.

- SOMMER, N.F. Postharvest handling systems: Tropical fruit. In: KADER, A.B.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. San Diego: University of California, 1985. p.157-169.
- SOUZA, J.S.; ALMEIDA, C.O.; ARAÚJO, J.L.P.; CARDOSO, C.E.L. Aspectos socioeconômicos. In: GENÚ, P.J.C.; PINTO, C.A. Q. (Eds.) **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.19-30.
- SOUZA, J.P.; PRAÇA, E.F.; ALVES, R.E.; BEZERRA NETO, F.; DANTAS, F.F. Influência do armazenamento refrigerado em associação com atmosfera modificada por filmes plásticos na qualidade de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.665-668, 2000.
- SUTTON, B.C. The coelomycetes. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 1980. 696p.
- TAVARES, S.C.C.H.; COSTA, V.S.O. **Metodologia de amostragem e nível de ação para as principais doenças da mangueira no Vale do São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2002. 14p.
- TUCKER, G.A. Introduction. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p.1-51.
- WILLS, R.B.H.; LEE, T.H.; GRAHAN, D. **Postharvest: an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals**. 4. ed. Wallingford: New South Wales University Press, 1998. 262p.
- YOSHIOKA, H.; KASHIMURA, Y.; KANEKO, K. Solubilization and distribution of neutral sugar residues derived from polyuronides during the softening in apple fruit. **Journal of Japanese Society of Horticultural Science**, Kyoto, v.63, n.1, p.173-182, 1994.
- ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; VENTURA, J.A.; VALE, F.X.R. Controle de doenças pós-colheita de frutas tropicais. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.) **Manejo integrado: fruteiras tropicais – doenças e pragas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002.

CAPÍTULO II

Efeito da radiação gama sobre a
podridão por *Fusicoccum* em manga

1 **Efeito da radiação gama sobre a podridão por *Fusicoccum* em manga**

2 Alice M. G. Santos¹, Sônia M.A. Oliveira¹, Josenilda M. Silva² & Daniel Terao³

3 ¹Laboratório de Patologia Pós-Colheita, Fitossanidade, Departamento de Agronomia/

4 Universidade Federal Rural de Pernambuco CEP 52.171-900, Recife, PE, Brasil;

5 ²Centro Regional de Ciências Nucleares – CRCN/NE – Av. Prof. Luiz freire, 200. Cidade
6 Universitária, Recife, PE, Brasil; CEP 50.704 – 540; ³Embrapa Semiárido CEP 56.302-970,
7 Petrolina, PE, Brasil.

8 (Aceito para publicação em .../.../.....)

9 Autor para correspondência: Alice Maria Gonçalves Santos, e-mail:

10 alicemgsantos@yahoo.com.br

11 _____
12 Santos AMG, Oliveira SMA, Silva JM, Terao D. Efeito da radiação gama sobre a podridão
13 por *fusicoccum* em manga. Tropical Plant Pathology.

14 **RESUMO**

15 A mangicultura é de grande importância econômica para o Brasil, mas vem perdendo espaço
16 com as perdas que acontecem na pós-colheita principalmente pela incidência de doenças. A
17 exigência por produtos “mais saudáveis” ou com menores quantidades de resíduo tóxicos tem
18 aumentado o interesse por métodos de controle eficientes e que minimizem o impacto com o
19 ambiente. O presente trabalho objetivou avaliar o efeito da radiação gama, armazenamento
20 refrigerado e atmosfera modificada no controle pós-colheita da podridão por *Fusicoccum* em
21 manga cv. Tommy Atkins e avaliar o efeito destes métodos sobre as características físico-
22 químicas da fruta. Estas, após inoculadas com 10⁶ conídios/ml foram irradiadas com as doses 0,24; 0,35 e 0,45 kGy e
23 armazenadas sob temperatura de 13°C durante 15 dias, seguidos de mais seis dias em
24 temperatura ambiente de 25°C. Os resultados mostraram que a dose mais alta de radiação
25 gama (0,45 kGy) foi eficiente em retardar o desenvolvimento da doença devido ao atraso da
26 maturação das frutas. Em relação às características físico-químicas, não houve diferenças
27 significativas entre as das frutas controle e as frutas irradiadas demonstrando a eficiência da
28 técnica que não altera as propriedades das mangas durante a pós-colheita.

29
30 Palavras-chaves: *Mangifera indica*, *Fusicoccum parvum*, manejo físico, características físico-
31 químicas, atmosfera modificada.

32

33

34

ABSTRACT

35 The mango crop is of great economic importance for Brazil, but it has been losing ground with
36 the losses that occur primarily in post-harvest disease incidence. The demand for products
37 "healthier" or smaller quantities of toxic waste has increased interest in efficient methods for
38 controlling and minimizing the impact to the environment. This study aimed to evaluate the
39 effect of gamma irradiation, refrigerated storage and modified atmospheres to control
40 postharvest rot by *Fusicoccum* in mango cv. Tommy Atkins and evaluate the effect of these
41 methods on the physicochemical characteristics of the fruit. These, after inoculated with 10 μ l
42 of the suspension of *Fusicoccum parvum* at a concentration of 10⁶conidia/ml were irradiated
43 with doses 0,24, 0,35 and 0,45 kGy and stored at 13 ° C for 15 days followed by a further six
44 days at room temperature 25 ° C. The results showed that the higher dose of gamma radiation
45 (0.45 kGy) was effective in delaying the development of disease due to delayed maturation. In
46 relation to physical and chemical characteristics, there were no significant differences between
47 control fruits and fruits irradiated demonstrating the efficiency of the technique does not alter
48 the properties of the mangoes during postharvest.

49 Key-Words: *Mangifera indica*, *Fusicoccum parvum*, handle, physical-chemistry
50 characteristics, modified atmosphere.

51

INTRODUÇÃO

52 A manga (*Mangifera indica* L.) é uma fruta tipicamente tropical, em franca expansão
53 mundial, por apresentar excelente sabor, aroma, coloração, além de ser rica em vitamina C. O
54 mercado potencial para exportação é muito exigente quanto à qualidade das frutas. Apesar de
55 existirem fatores limitantes ao comércio da manga, o Brasil vem apresentando uma taxa de
56 crescimento médio anual de 30% nas exportações, estando acima da média mundial de 14%
57 (Araújo, 2007).

58 No entanto, os três principais concorrentes brasileiros neste mercado, México, Índia e
59 Tailândia, também têm apresentado crescimento. Dessa forma, o País permanece, nos últimos
60 anos, sendo o quarto exportador mundial de mangas, participando com aproximadamente 12%
61 desse mercado (Faostat, 2009). O sucesso da participação brasileira no mercado externo está
62 aliado ao nível tecnológico adotado que permite o atendimento aos padrões internacionais de
63 qualidade.

64 O Nordeste brasileiro oferece condições ideais para o cultivo das mais diversas espécies
65 frutíferas, de modo que a fruticultura contribui para o desenvolvimento sócio-econômico da
66 região (Sousa et al., 2002). Porém, a escassez de estudos sobre técnicas de conservação pós-
67 colheita de frutas compromete a qualidade da manga produzida no Brasil e as exportações.

68 De acordo com Miller et al. (1983), a maioria das tecnologias pós-colheita para manga
69 tem sido desenvolvida para controlar doenças, pragas e para proteção contra injúrias durante
70 transporte e embalagem. Métodos de armazenamento com atmosfera controlada e modificada
71 têm apresentado resultados variáveis em função da variedade, além do alto custo para
72 implantação e ocorrência de desordens fisiológicas.

73 A perda de água e a decomposição natural do fruto podem ser evitadas pela redução da
74 temperatura e modificação da atmosfera ambiente ou à combinação de ambos, imediatamente
75 após a colheita. Chitarra & Chitarra (2005) afirmaram que o uso de filme de plástico à base de
76 polietileno ou cloreto de polivinila (PVC) em razão da sua praticidade, custo relativamente
77 baixo e alta eficiência, tem sido bastante utilizado, principalmente quando associado ao
78 armazenamento refrigerado para evitar perdas pós-colheita de frutas.

79 A radiação de alimentos consiste na exposição de um dado material, de origem vegetal
80 e/ou animal, à radiação ionizante, proveniente tanto de uma máquina de feixes de elétrons
81 como de fontes radioativas. Apenas as fontes de Cobalto⁶⁰ e Césio¹³⁷ são consideradas para
82 uso comercial, devido à produção de raios gama de energias adequadas, disponibilidade e
83 custo, sendo que a fonte para esse tipo de radiação é a que tem maior aceitação por apresentar-
84 se na forma metálica e ser insolúvel em água, proporcionando assim maior segurança
85 ambiental (Food Irradiation, 1996).

86 O processo de irradiação foi descrito por O'Beirne (1989) como sendo apenas os raios
87 gama que entram em contato com o alimento, sem risco de contaminação radioativa. As doses
88 de radiação são quantificadas em termos de energia absorvida pelo produto irradiado. As
89 doses normalmente aplicadas aos alimentos situam-se entre 0,1 a 7,0 kGy. O uso da radiação
90 gama como tecnologia de conservação de alimentos está basicamente ligado a três fatores:
91 tipo de alimento a ser irradiado, dose a ser aplicada, e tempo de exposição do alimento à fonte
92 irradiadora (Vieites, 1998), assim como a fatores mais intrínsecos: tipo do tecido, porção da
93 célula exposta ao processo, volume nuclear, idade das células irradiadas, conteúdo de água
94 presente nas células e a fatores abióticos, como temperatura, luminosidade e umidade relativa
95 do ar (Grossman & Craig, 1982).

96 A radiação gama pode estender a vida de prateleira de muitos frutos perecíveis, pelo
97 controle da deterioração causada por microrganismos, atraso do amadurecimento e da
98 senescência propriamente dita (Urbain, 1986). O uso da radiação para a conservação de
99 alimentos, isoladamente, não soluciona todos os problemas de perdas, pois, ao contrário dos
100 métodos químicos convencionais, a radiação não possui efeito residual, devendo-se preservar
101 em condições assépticas o alimento após irradiado, evitando assim uma nova reinfestação de
102 microrganismos (Neves, et al., 2002).

103 As transformações que ocorrem nos frutos após sua colheita são importantes tanto nos
104 aspectos bioquímicos como fisiológicos. Por esses motivos, o conhecimento da fisiologia pós-
105 colheita é indispensável no armazenamento do produto quando se deseja manter suas
106 qualidades físico-químicas, organolépticas e nutricionais (Silva et al., 2007).

107 O objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento da podridão causada por
108 *Fusicoccum parvum* e a conservação pós-colheita de mangas cv. Tommy Atkins e as
109 características físico-química das frutas, submetida às doses de radiação gama utilizando filme
110 plástico e conservação por refrigeração.

111

112

MATERIAL E MÉTODOS

113 O experimento foi conduzido no Laboratório de Patologia Pós-Colheita da
114 Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, no Laboratório GamaLab do
115 Departamento de Energia Nuclear - DEN da Universidade Federal de Pernambuco e no
116 Laboratório de Pós-Colheita de Frutos do Centro Regional de Ciências Nucleares –
117 CRCN/NE.

118 O fungo fitopatogênico utilizado neste trabalho foi cedido pela Emprapa Semiárido. O
119 isolado obtido foi cultivado em meio batata-dextrose-agar (BDA) inoculados em mangas
120 sadias para reproduzir os sintomas, reisolados e preservados pelo método Castellani.

121 **Efeito da radiação gama sobre o desenvolvimento da podridão por *Fusicoccum***

122 Para o experimento foram utilizadas mangas da cv. Tommy Atkins colhidas no estágio
123 de maturação 1,5 (estando as frutas ainda firmes com uma coloração verde-clara apresentando
124 partes avermelhadas) em pomar comercial da Fazenda CopaFruit situada em Petrolina – PE.
125 Após a colheita, as frutas foram transportadas até o laboratório de Patologia Pós-Colheita da
126 UFRPE, onde foram selecionadas, lavadas e secas ao ar nas condições de laboratório sob
127 temperatura de 26 ± 2 °C e umidade relativa (UR) de 70 ± 5 %. Em seguida, sofreram
128 ferimentos com furador (oito agulhas com 2 mm) na região próxima ao pedúnculo, onde foi

129 depositando sobre os mesmos 10 μ L de uma suspensão de conídios de *Fusicoccum parvum* na
130 concentração de 10^6 conídio/mL, utilizando um pipetador automático. As testemunhas foram
131 feridas e inoculadas com 10 μ L de água destilada esterilizada (ADE).

132 As mangas foram dispostas aos pares em bandejas de isopor (15 cm x 10 cm) com
133 completo envolvimento em filme plástico transparente de cloreto de polivinila (PVC esticável)
134 para modificar o ambiente. Os conjuntos foram mantidos em ambiente laboratorial (26 ± 2 °C
135 / 70 ± 5 % UR) durante 24 h. Após esse período, as bandejas contendo as mangas receberam
136 os tratamentos com as doses de radiação gama previamente determinadas: 0,25; 0,35; 0,45
137 kGy, utilizando um radiador Gammacell[®] 220Excel – MDS Nordion, cuja taxa no momento
138 da aplicação era 7,222 kGy/h, tendo como fonte o Cobalto⁶⁰. A testemunha relativa foi
139 composta de frutas com inoculação do fitopatógeno e não irradiadas e a testemunha absoluta
140 não apresentava inoculação e irradiação.

141 Após as aplicações das doses, as bandejas irradiadas e as não irradiadas foram
142 acondicionadas em câmara fria a 13°C, permanecendo por 15 dias. Em seguida foram
143 mantidas em sala de incubação sem a presença do filme plástico sob temperatura de 26 ± 2 °C
144 e 70% de umidade relativa, por um período de seis dias.

145 O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, consistindo
146 de quatro tratamentos e quatro repetições, cada repetição contendo cinco frutas. Sendo a
147 mesma quantidade foi repetida, porém destinada a avaliação das características físico-química.

148 A avaliação da severidade da doença consistiu na medição do diâmetro da lesão, após a
149 saída da câmara fria e a cada dois dias até a degeneração das frutas, seis dias após a saída da
150 câmara fria, com o auxílio de um paquímetro (Mitutoyo-Vernier Caliper 150 mm x 6”). Os
151 dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão, cujo modelo foi definido
152 pelo coeficiente de determinação, utilizando-se o programa SAS e a composição dos gráficos
153 pelo Excel for Windows XP Professional of the Microsoft Office 2007.

154 **Avaliação das características físico-químicas**

155 Para as análises físico-químicas as frutas foram avaliadas em quatro dias distintos, o
156 primeiro na entrada da câmara, o segundo 15 dias após, na saída da câmara, o terceiro dois
157 dias após a saída da câmara e o quarto dias após a saída da câmara sendo contados como dia 1,
158 dia 15, dia 17 e dia 19. As características avaliadas foram firmeza da polpa, cor da polpa,
159 potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT),
160 ácido ascórbico (Vitamina C) e a razão SST/ATT.

161 A análise física de firmeza foi avaliada a partir da saída da câmara fria pela
162 determinação da resistência da polpa à penetração com auxílio de um penetrômetro do tipo
163 Penetrometer Fruit Pressure test modelo FT 327 (3-27 Lbs.). Os resultados foram expressos
164 em Kgf. A análise de cor da polpa, realizada em quatro tempos distintos conforme avaliação
165 química, foi avaliada utilizando um colorímetro Minolta CR-300, obtidos os valores de L*, a*
166 e b*, tomando duas leituras por amostra em partes distintas da polpa.

167 As análises das características químicas foram determinadas após desintegração da
168 polpa em centrífuga doméstica. Trabalhou-se com três repetições para cada fruto. Para as
169 determinação de Sólidos Solúveis Totais (SST), foi utilizado 20µL do suco e este depositado
170 sobre o visor do refratômetro Modelo Rez (0 – 32°Brix). Os resultado foram expressos em
171 °Brix. Para determinar acidez titulável total (ATT), foi realizado em seguida a metodologia
172 descrita por Ohlweider (1980). O pH foi verificado utilizando 10g da polpa triturada seguindo
173 a leitura direta em potenciômetro Quimis Modelo Q 400A. Para quantificar o teor de ácido
174 ascórbico seguiu-se a metodologia descrita por Carvalho et al. (1990).

175 Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão, cujo modelo foi
176 definido pelo coeficiente de determinação, utilizando-se o programa SAS e a composição dos
177 gráficos pelo Excel for Windows XP Professional of the Microsoft Office 2007. Para os dados
178 de firmeza foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo programa SAS.

179

180

RESULTADOS E DISCUSSÃO

181 **Efeito da radiação gama sobre o desenvolvimento da podridão por *Fusicoccum***

182 Na primeira avaliação após a saída da câmara fria as frutas não apresentaram sintomas
183 de podridão decorrente da inoculação com o *F. parvum*. As frutas estavam com boa aparência,
184 a casca apresentava coloração uniforme e sem manchas em todos dos tratamentos. O estágio
185 de maturação observado nas mangas foi em torno do estágio 3 (as frutas apresentam
186 quantidade de iguais de áreas com coloração verde e amarela) de acordo com escala utilizada
187 por Assis (2004). Na segunda avaliação realizada quando as frutas estavam dois dias após a
188 saída da câmara, sendo as mangas mantidas sob temperatura ambiente de 26°C e sem a
189 presença do filme plástico foi verificada a incidência da doença em todos os tratamentos com
190 uma diferença significativa na severidade. Os tratamentos com as doses de radiação gama 0,25
191 e 0,35 kGy não diferiram muito da testemunha que não foi irradiada. As mangas tratadas com
192 a dose de 0,45 kGy tiveram menor desenvolvimento da lesão (Figura 1). Comportamento que
193 foi observado durante toda a avaliação do experimento.

194 A presença da cobertura de PVC durante o armazenamento das mangas em câmara fria
195 não proporcionou o desenvolvimento de manchas nas cascas ou outras alterações nas frutas,
196 contrario dos resultados encontrados por Pfaffenbach (2003), que ao trabalhar com filme
197 plástico e refrigeração constatou a presença de manchas após o período de armazenamento.
198 Souza et al. (2000) utilizando a refrigeração associada ao uso do filme PVC verificou a
199 possibilidade de aumento na vida de prateleira das frutas.

200 Existem trabalhos que comprovam a eficiência da radiação gama aplicada em diversas
201 frutas demonstrando uma redução da incidência de doenças como em manga cv. Tommy
202 Atkins (Zuleta, 1989), abacaxi (Urbain, 1986), uvas (Thomas et al., 1995), mamão (Cia et al.,
203 2007) e nectarina (Neves et al., 2002), segundo os autores a utilização da radiação gama pode
204 promover o aumento da vida útil dos produtos vegetais pelo controle da deteriorização
205 causada por diversos patógenos e pelo atraso no amadurecimento e na senescência dos frutos.

206 Os resultados encontrados comprovaram que a maior dose de radiação gama aplicada,
207 0,45 kGy, favoreceu a diminuição da severidade da doença. Segundo Silva et al. (2007) o
208 aumento da dose de radiação não ocasiona dano a fruta, eleva a importância do método de
209 controle.

210 **Avaliação das características físicas e físico-químicas**

211 Quanto aos fatores físico-químicos avaliados, os resultados obtidos com os tratamentos
212 s com as doses de radiação gama não diferiram das frutas testemunhas em alguns das variáveis
213 estudadas (Tabela 1; Figuras 2,3 e 4). De modo isolado a firmeza da polpa permanece
214 praticamente constante durante os estádios iniciais de desenvolvimento da manga,
215 decrescendo a partir da maturidade fisiológica (Subedi et al., 2007), os resultados obtidos com
216 os tratamentos demonstraram que aplicação da radiação gama influenciou a maturação das
217 frutas quando comparados os valores da firmeza entre as doses e a testemunha, na última
218 avaliação após a saída da câmara. No início das avaliações o tratamento com a dose mais alta
219 (0,45 kGy) apresentou a firmeza de 2,7 kgf enquanto a testemunha apresentou 1,5 kgf, na
220 última avaliação após a saída da câmara fria as mangas irradiadas apresentaram maior firmeza
221 quando comparada as mangas que não receberam a dose de radiação gama (Tabela 1). A
222 radiação foi eficiente em aumentar a firmeza das frutas, resultado semelhante comprovados
223 por Calore, Vieites (2003) trabalhando com pêssegos.

224 Para a avaliação da cor da polpa (Figura 2) foram utilizados as análises de L*
225 variando de 0 (branco) a 100 (preto) representando a luminosidade da polpa, os valores de a*
226 podem variar de negativo (verde) a positivo (vermelho) e os valores de b* podem apresentar

227 valores negativos (azul) a positivos (amarelo). As análises estatísticas comprovaram que não
228 ocorreu interferência da radiação gama sobre a coloração as polpas das mangas e sim
229 diferenças devido ao amadurecimento das frutas constatadas nos gráficos em relação aos dias
230 de avaliação. Para a variável L^* o comportamento da luminosidade foi o de decréscimo
231 durante os dias de avaliação, para os valores de a^* a diminuição do comportamento negativo
232 demonstra que houve um aumento dos pigmentos referentes à coloração vermelha nas polpas,
233 que consiste no escurecimento das mesmas quanto a maturação, durante o amadurecimento,
234 na segunda avaliação após 2 dias da saída da câmara foi constatado um comportamento
235 diferenciado pois as polpas apresentaram valores que comprovaram que estavam menos
236 maduras do que as mangas avaliadas na saída da câmara, pode ter ocorrido que as mangas
237 utilizadas nesse dia de avaliação estavam mais verdes. Os valores de b^* comprovaram o
238 amadurecimento das mangas com o aumento da cor amarela durante os dias de avaliações.
239 Souza et al. (2002) avaliando a qualidade de polpa de manga ‘Tommy Atkins’ verificou que a
240 redução do parâmetro de cor avaliada está relacionados com o amadurecimento das frutas,
241 mais pode também ser alterado com o tipo de tratamento aplicado durante a pós-colheita
242 sofrendo também a influência da época da colheita.

243 Para o teor de ácido ascórbico (Figura 3A) presente nas frutas foi observado que
244 ocorreu uma interação entre as doses de radiação gama aplicada com os dias de avaliação. De
245 acordo com Chitarra & Chitarra (2005), perdas substanciais de nutrientes podem ocorrer com
246 o armazenamento, especialmente de vitamina C. Os resultados obtidos para o ácido ascórbico
247 na entrada da câmara demonstraram que as mangas que não haviam sido irradiadas
248 apresentaram valores um pouco maior do que as mangas irradiadas. Após a saída da câmara
249 fria ocorreu uma diminuição dos valores mesmo apresentando pouca diferença quando
250 comparada a testemunha. A radiação manteve uma estabilidade no teor de ácido ascórbico,
251 sendo que o mesmo não foi muito alterado com as doses de radiação e sim com relação ao
252 amadurecimento dos frutos, na ultima avaliação foi verificado que as frutas que foram
253 irradiadas mantiveram maior teor de ácido ascórbico quando comparado com a testemunha.
254 Frutos com teores mais elevados de vitamina C são desejáveis, uma vez que parte dela é
255 perdida durante o transporte, armazenamento e processamento (Coelho, 1994).

256 A razão entre STT/ATT (Figura 3B) também apresentou interação entre as doses e os
257 dias de avaliação proporcionando o aumento dos valores quando a dose aplicada foi a mais
258 alta (0,45 kGy). A relação entre as duas variáveis que determinam a razão pode ser
259 considerada um critério de avaliação do “flavor” e um aumento nesta relação pode significar

260 incremento de sabor (Chitarra & Chitarra, 2005), e de amadurecimento, como foi observado
261 nas frutas ainda verdes na entrada da câmara com valores uniformes. Lima et al. (2001)
262 trabalhando com radiação gama em cenoura constatou um aumento dos valores relacionado ao
263 aumento das doses aplicadas, concordando com os dados observados neste trabalho durante as
264 avaliações após a saída da câmara.

265 Os valores de sólidos solúveis totais (SST) (Figura 4A), acidez titulável total (ATT)
266 (Figura 4B) e pH (Figura 4C) não foram alterados com relação a aplicação das doses de
267 radiação gama e sim pelo amadurecimento dos frutos. O aumento dos valores de SST
268 possivelmente pelo avanço que na maturação que converte o amido em açúcar elevando o
269 valor dessa variável, fato que foi demonstrado por Domarco (1999), o qual não encontrou
270 efeito significativo entre as doses de radiação aplicadas em uva 'Itália' e os teores de sólidos
271 solúveis totais. Com relação a ATT, os valores apresentaram uma diminuição durante o
272 amadurecimento das mangas, pode ser comprovado pois ácidos orgânicos geralmente
273 decrescem após a colheita, o armazenamento, e conseqüentemente o amadurecimento devido a
274 oxidação para produção de energia no ciclo de Krebs (Lima et al., 2001). Youssef et al. (2002)
275 trabalhando com polpas de manga congelada encontrou resultados contrários com um
276 aumento da ATT após o período de armazenamento. Este fenômeno pode ter sido influenciado
277 pelo processamento que favoreceu a perda de ácido cítrico favorecendo a evolução da ATT.
278 Chitarra & Chitarra (2005) afirmam que a importância da perda da acidez do fruto é um fator
279 muito importante porque garante o sabor e odor do produto. Para a variável pH os valores
280 encontrados na entrada da câmara fria e após 15 dias de armazenamento não demonstraram
281 diferenças ficando em torno de 3,3 e 3,4 o que corresponde ao fato de que o armazenamento
282 refrigerado a 13°C não alterou o pH das frutas mesmo com a aplicação da radiação. Resultado
283 este semelhante ao encontrado por Antunes et al. (2003), que trabalhando com
284 armazenamento a 20°C e a 2°C para amoras que nenhuma das duas temperaturas proporcionou
285 diferenças entre o pH dos tratamentos quando comparado com as testemunhas. Com o passar
286 dos dias foi verificado que os dos valores de pH para todos alteram pouco. Este fato foi
287 verificado por Bicalho (1998) que avaliou mamões armazenado a 2°C, onde relataram que a
288 permanência do valor médio do pH pode ser constatada pela capacidade da maioria das frutas
289 de manter a faixa de pH na capacidade tampão do suco.

290

AGRADECIMENTOS

291 Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela
292 concessão de bolsa, a Fazenda CopaFruit pela colaboração na doação das mangas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

293

- 294 Assis JS (2004) Embrapa Semi Árido. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/colheita.htm)
 295 [FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/colheita.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/colheita.htm)> Acesso em Janeiro 25, 2009.
- 296 Araújo JLP Mercado externo (2007) Home: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_182_24112005115229.html)
 297 [Agencia22/ AG01/ arvore/ AG01_182_24112005115229.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_182_24112005115229.html)>. Acesso em: 15 set. 2009.
- 298 Antunes LEC, F, Duarte Filho J, Souza CM (2003) conservação pós-colheita de frutos de
 299 amoreira. Pesquisa agropecuária brasileira 38:413-419.
- 300 Bicalho U de O (1998) Vida útil pós-colheita de mamão submetido a tratamento com cálcio e
 301 filme de PVC. 1998. 154f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade
 302 Federal de Lavras, Lavras.
- 303 Carole L, Vieites RL (2003) Conservação de pêssegos ‘Buiti’ por irradiação. Ciência e
 304 Tecnologia de Alimentos 23: 53-57.
- 305 Carvalho CRL, Mantovani DM, Carvalho PRN, Moraes RM (1990) Análise química de
 306 alimentos. Campinas: ITAL (Manual Técnico).
- 307 Cia P, Pascholati, SF, Benato, EA, Camili, EC, Santos, CA (2007) Effects of gamma and UV-
 308 C irradiation on the postharvest control of papaya anthracnose. Postharvest Biology and
 309 Technology 43: 366-373.
- 310 Chitarra MIF, Chitarra AB (2005) Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio.
 311 2a ed. Lavras: UFLA.
- 312 Coelho AHR (1994) Qualidade pós-colheita de pêssegos. Informe Agropecuário 17: 31-39.
- 313 Domarco RE, Spoto MHF, Blumer L, Walder JMM (1999) Sinergia da radiação ionizante e
 314 aquecimento na vida de prateleira da uva ‘Itália’. Scientia Agricola. 56:981-986.
- 315 Faostat (2009) Agricultural statistics databases. Home: World Agricultural Information
 316 Centre. Disponível em: <<http://faostat.org.br>> Acesso em: 06 jan. 2010.
- 317 Fenema OR (1985) Food Chemistry. New York: Marcel Dekker.
- 318 Food Irradiation (1996) A Guidebook: agricultural service division. 2º Ed. Rome FAO.
- 319 Grossmann HH, Craig R (1992) The effect of gamma irradiation of seeds on germination and
 320 plant morphology of *Pelargonium X Hortorum* L. H. Bailey. Journal of American Society
 321 Horticultural Sciences 1:72-75.
- 322 Hiluey LJ, Gomes JP, Almeida FAC, Silva MS, Alexandre HV (2005) Avaliação do
 323 rendimento do fruto, cor da casca e polpa de manga tipo espada sob atmosfera modificada.
 324 Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais 7: 151-157.

- 325 Lima MAC, Silva AL, Azevedo SSN (2009) Evolução de indicadores do ponto de colheita em
326 manga 'Tommy Atkins' durante o crescimento e a maturação, nas condições do vale de São
327 Francisco. *Ciência Agrotécnica* 33: 432-439.
- 328 Lima KSC, Grossi JLS, Lima ALS, Alves PFMP, Coneglian RCC, Godoy RLO, Sabaa-Srur
329 AUO (2001) Efeito da radiação ionizante gama na qualidade pós-colheita de cenouras
330 (*Daucus carota* L.) cv. Nantes. *Ciência Tecnologia de Alimentos* 21: 202-208.
- 331 Miller WR, Spalding DH, Hale PW, Davis P (1983) Quality and decay of mango fruit
332 wrapped in heat-shrinkable film. *HortScience* 18:957-958.
- 333 Moda EM, Pilon L, Zocchi SS, Spoto MHF (2008) Qualidade físico-química e sensorial de
334 abacaxi minimamente processado e irradiado. *B Ceppa* 26: 267-276.
- 335 Neves LC Manzione RL, Vieites RL (2002) Radiação gama na conservação pós-colheita da
336 nectarina (*Prunus persica* var. *nucipersica*) frigoconservada. *Revista Brasileira de Fruticultura*
337 24:676-679.
- 338 O'Beirne, D (1989) Irradiation of fruits and vegetables applications tissues. *Professional*
339 *Horticulture* 3:12-19.
- 340 Ohlweiler OA (1980) *Química analítica quantitativa* 2 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e
341 Científicos.
- 342 Pfaffenbach LB, Castro JV de, Carvalho CRL, Rosseto CJ (2003) Efeito da atmosfera
343 modificada e da refrigeração na conservação pós-colheita de manga espada vermelha. *Revista*
344 *Brasileira de Fruticultura* 25: 410-413.
- 345 Silva CRR, Fonseca EBA, Moreira MA (2007) *A cultura da mangueira*. Disponível em:
346 <http://www.editora.ufla.br/Boletim/pdfextensao/bol_24.pdf>. Acesso em: 21 mar.2009.
- 347 Souza JP, Praça EF, Alves RE, Bezerra Neto F, Dantas F (2002) Influência do armazenamento
348 refrigerado em associação com atmosfera modificada por filme plástico na qualidade de
349 mangas 'Tommy Atkins'. *Revista Brasileira de Fruticultura* 24: 665-668.
- 350 Sousa RF de, Filgueiras HAC, Costa JTA, Alves RE, Oliveira AC (2000) Armazenamento da
351 ciriguela (*Spondia purpúrea* L.) sob atmosfera modificada e refrigeração. *Revista Brasileira*
352 *de Fruticultura* 22: 334-338.
- 353 Subedi PP, Walsh KB, Owens G (2007) Prediction of mango eating quality at harvest using
354 short-wave near infrared spectrometry. *Postharvest Biology and Tecnology* 43:326-334.
- 355 Thomas P, Bhushan B, Joshi MR (1995) Comparasion of the effect of gamma irradiation,
356 heat-treatment combination and sulphur dioxide generating pads on decy and quality of
357 grapes. *Journal os foos Science and technology* 32: 471-481.

358 Urbain WM (1986) Food irradiation. London Academic.
 359 Vieites RL (1998) Conservação pós-colheita do tomate através do uso da radiação gama, cera
 360 e saco de polietileno, armazenados em condições de refrigeração e ambiente. 1998. 131f. Tese
 361 (Livre-Docência) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista,
 362 Botucatu.
 363 Youssef BM, Asker AA, El-Samahy SK, Swailam HM (2002) Combined effect of steaming
 364 gamma irradiation on the quality of mango pulp stored at refrigerated temperature. Food
 365 research 35: 1-13.
 366 Zuleta S (1989) Technical and economic feasibility of irradiating mango and other fruits.
 367 Food irradiation newsletter 2: 25-27.

368

369

370

371

372

373

374

375

376

377

378

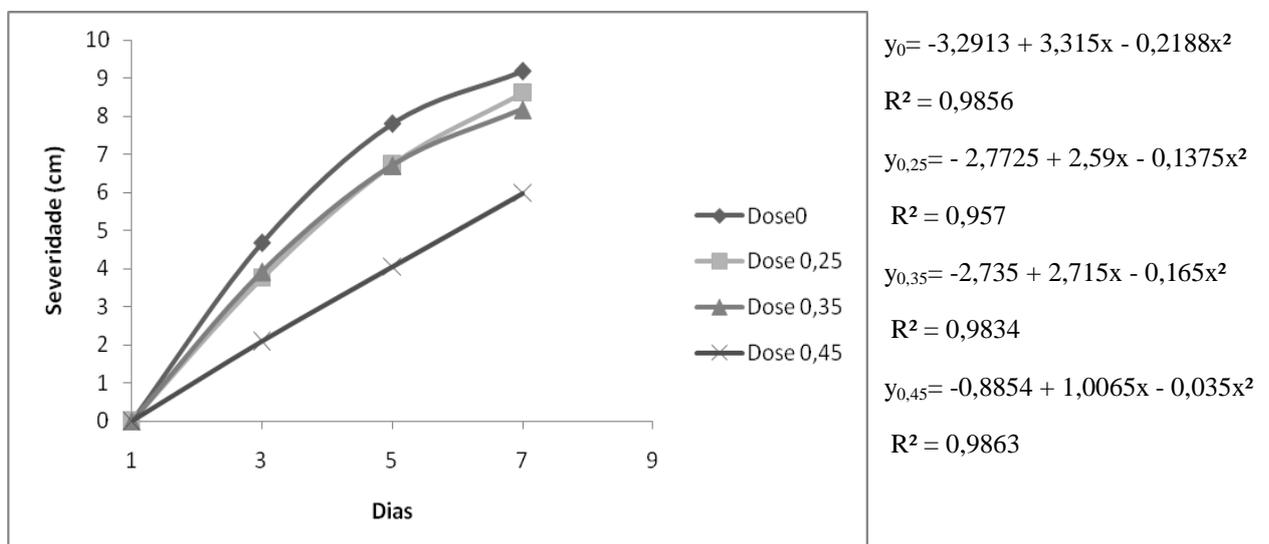
379

380

381

382

383



384

385 **FIG.1** – Desenvolvimento da podridão peduncular de manga cv. Tommy Atkins após
 386 armazenamento refrigerado de 13°C e sob armazenamento de 26°C e UR de 90%, sem a
 387 cobertura de filme PVC e inoculadas com *Fusicoccum parvum* e irradiadas nas doses de 0;
 388 0,25; 0,35 e 0,45 kGy.

389

390

391 **Tabela 1.** Firmeza da polpa (Kgf) de manga cv. Tommy Atkins após armazenamento refrigerado
 392 de 13°C e sob armazenamento de 26°C e UR de 90%, sem a cobertura de filme PVC e inoculadas
 393 com *Fusicoccum parvum* e irradiadas nas doses de 0; 0,25; 0,35 e 0,45 kGy

394

Dias	Doses de radiação gama (kGy)			
	0	0,25	0,35	0,45
15	1,5Ba	2,08Aa	2,62Aa	2,7Aa
17	1,08Cb	1,52Bb	2,06Aa	2,38Aa
19	0,8Cc	0,88Cc	1,02Cb	1,56Bb
CV%	7,68	8,54	7,45	9,33

395 Médias seguidas pela e maiúscula entre as colunas letra minúscula dentro da coluna não diferem entre si pelo
 396 teste de Tukey a 5% de probabilidade.

397

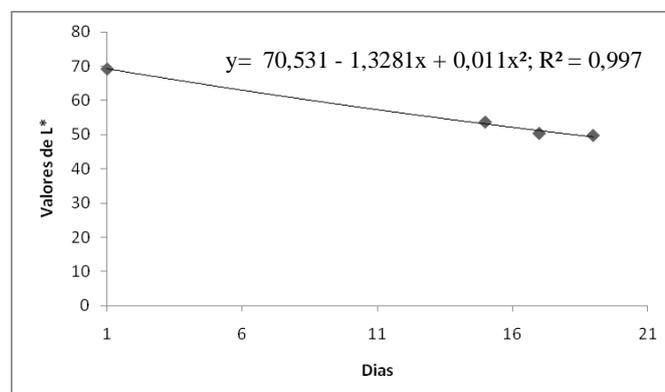
398

399

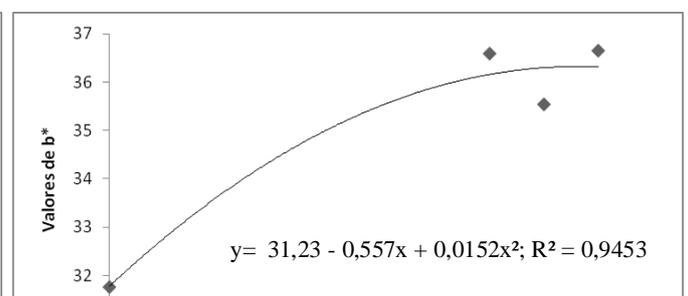
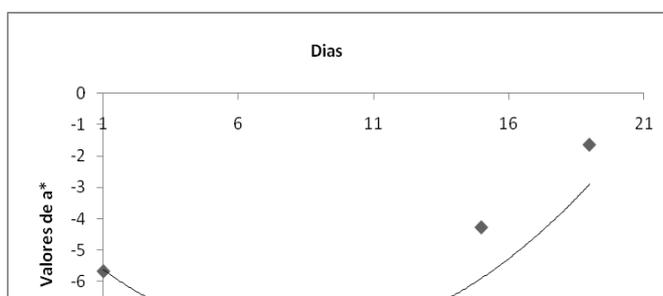
400

401

402



403



404

405

406

407

408

409 **FIG. 2** – Gráficos e equações de regressão em função dos dias de armazenamento para a cor da
 410 polpa aonde: L* (0 = preto, 100 = branco); a* (+a = vermelho, - a = verde); b* (+b = amarelo,
 411 - b = azul) para as popas de manga da cv. Tommy Atkins antes e 15 dias após armazenamento
 412 refrigerado a 13°C e sob armazenamento de 26°C e UR de 90%, sem a cobertura de filme PVC
 413 e inoculadas com *Fusicoccum parvum* e irradiadas nas doses de 0; 0,25; 0,35 e 0,45 kGy.

414

415

416

417

418

419

420

421

422

423

424

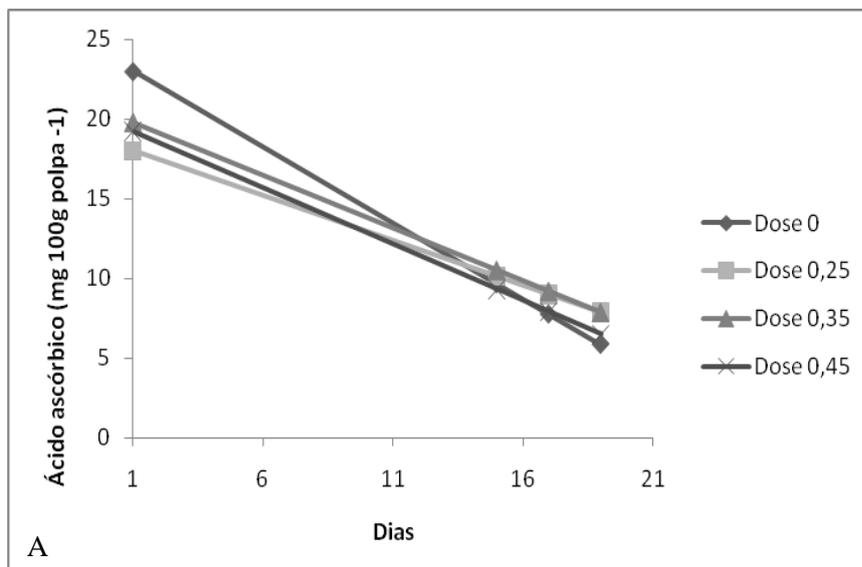
425

426

427

428

429



$$y_0 = 23,944 - 0,9532x; R^2 = 0,9924$$

$$y_{0,25} = 18,555 - 0,5621x; R^2 = 0,9245$$

$$y_{0,35} = 20,475 - 0,6633x; R^2 = 0,9795$$

$$y_{0,45} = 19,906 - 0,7062x; R^2 = 0,9892$$

430

431

432

433

434

435

436

437

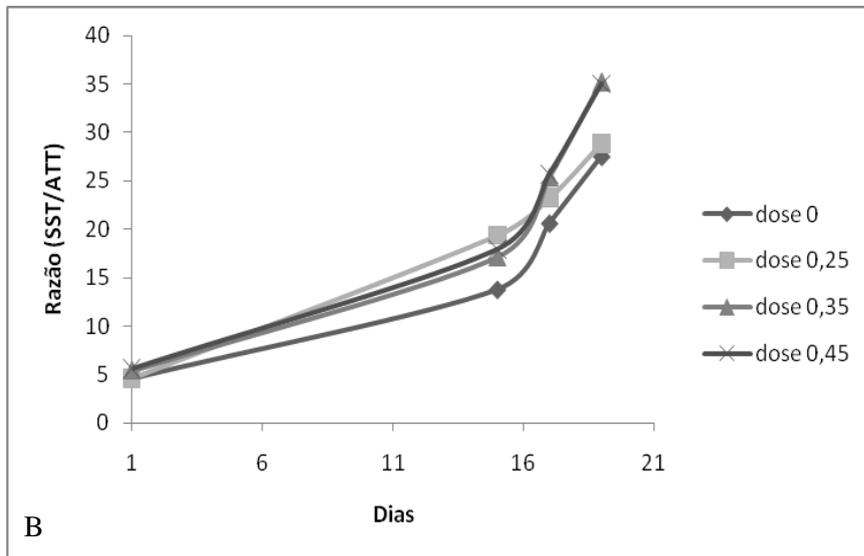
438

439

440

441

442



$$y_0 = 4,3323 - 0,1819x + 0,0547x^2$$

$$R^2 = 0,9833$$

$$y_{0,25} = 6,5537 - 2,1218x + 0,1735x^2$$

$$R^2 = 0,9876$$

$$y_{0,35} = 7,6492 - 2,4472x + 0,2053x^2$$

$$R^2 = 0,9907$$

$$y_{0,45} = 7,5294 - 2,1354x + 0,1885x^2$$

$$R^2 = 0,9978$$

443 **FIG.3** – Gráfico da interação entre as doses de radiação gama utilizadas (0; 0,25; 0,35 e 0,45
 444 kGy) e os dias de avaliação das características químicas de manga da cv. Tommy Atkins
 445 antes e 15 dias após armazenamento refrigerado a 13°C e sob armazenamento de 26°C e UR
 446 de 90%, sem a cobertura de filme PVC e inoculadas com *Fusicoccum parvum* e irradiadas nas
 447 doses de. (A) Ácido ascórbico; (B) Razão. Os dados foram transformados em \sqrt{x} .

448

449

450

451

452

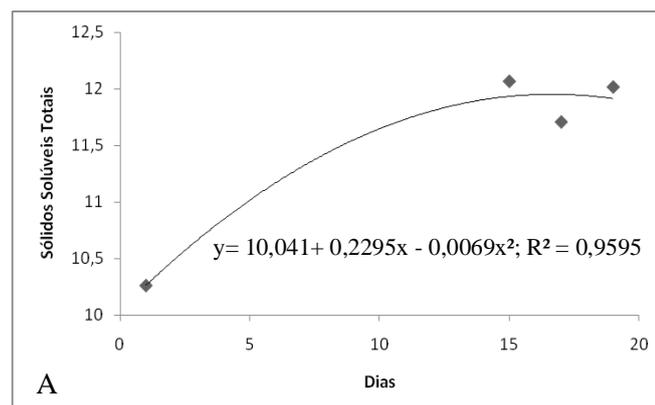
453

454

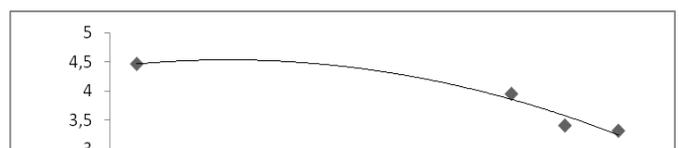
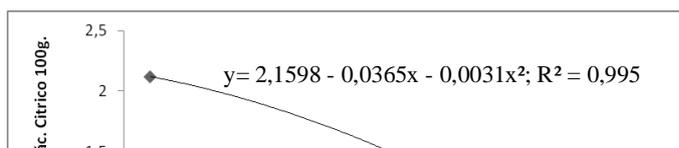
455

456

457



A



458

459

460

461

462

463

464

465

466 **FIG.4** – Gráficos e equações de regressão em função dos dias de armazenamento para as
467 características químicas de manga da cv. Tommy Atkins antes e 15 dias após armazenamento
468 refrigerado a 13°C e sob armazenamento de 26°C e UR de 90%, sem a cobertura de filme PVC e
469 inoculadas com *Fusicoccum parvum* e irradiadas nas doses de 0; 0,25; 0,35 e 0,45 kGy. (A) Sólidos
470 Solúveis Totais (°Brix); (B) Ácidos Titulável Total (ATT); (C) pH. Os dados de ATT foram
471 transformados \sqrt{x} .

472

473

474

475

476

CAPÍTULO III

Utilização da radiação gama no manejo
pós-colheita da podridão por
lasiodiplodia em manga

1 **Utilização da radiação gama no manejo pós-colheita da podridão por lasiodiplodia em**
 2 **manga**

3 Alice M. G. Santos¹, Sônia M. A. Oliveira¹, Josenilda M. Silva² & Daniel Terao³

4 ¹Laboratório de Patologia Pós-Colheita, Fitossanidade, Departamento de Agronomia/
 5 Universidade Federal Rural de Pernambuco CEP 52.171-900, Recife, PE, Brasil;

6 ²Centro Regional de Ciências Nucleares – CRCN/NE – Av. Prof. Luiz freire, 200. Cidade
 7 Universitária, Recife, PE, Brasil; CEP 50.704 – 540; ³Embrapa Semiárido, BR428, Km 152,
 8 CEP 56.302-970, Petrolina, PE., Petrolina, PE, Brasil.

9 (Aceito para publicação em/..../.....)

10 Autor para correspondência: Alice Maria Gonçalves Santos, e-mail:

11 alicemgsantos@yahoo.com.br

12
 13 Santos AMG, Oliveira SMA, Silva JM, Terao D. Utilização da radiação gama no manejo pós-
 14 colheita da podridão por lasiodiplodia na manga. Tropical Plant Pathology.

15 **RESUMO**

16 Na pós-colheita, a manga está predisposta a diversas doenças, entre elas o complexo
 17 conhecido como podridão peduncular que tem o fungo *Lasiodiplodia theobromae* como um
 18 dos principais agentes. Diversos métodos de controle têm sido utilizados visando minimizar
 19 estes prejuízos, entre eles destacam-se a utilização da radiação gama associada à utilização de
 20 atmosfera modificada e ao armazenamento refrigerado. Este trabalho teve por objetivo estudar
 21 dosagens de radiação gama (0,25; 0,35; 0,45 kGy) sob o desenvolvimento da podridão por
 22 lasiodiplodia e avaliar o efeito sobre a vida de prateleira e as características organolépticas da
 23 fruta. Após a inoculação, as frutas foram irradiadas e armazenadas por 15 dias a 13 °C. A
 24 severidade da doença foi reduzida de forma progressiva diminuindo com o aumento da dose.
 25 Não houve alteração significativa nas variáveis estudadas de,ácido ascórbico, Acidez Total
 26 Titulável, cor da polpa e firmeza das mangas.

27 **Palavras-chaves:** *Lasiodiplodia theobromae*, irradiação, atmosfera modificada, características
 28 físico-químicas.

29 **ABSTRACT**

30 In postharvest the mango is predisposed to several diseases including the complex known as
 31 stem-end rot fungus that has *Lasiodiplodia theobromae* as a major player. Several control
 32 methods have been used to minimize these losses, among them stand out from the use of
 33 gamma radiation associated with modified atmosphere and cold storage. This work aimed to

34 evaluate the effect of gamma radiation doses (0.25, 0.35, 0.45 kGy) on development of
35 *Lasiodiplodia* rot and the effect on shelf life and organoleptic characteristics of fruit. After
36 inoculation, fruits were irradiated and stored for 15 days at 13 ° C. Disease severity was
37 reduced decreasing with increasing dose. There was no significant change in the variables
38 studied, ascorbic acid, titratable acidity, flesh color and firmness of mangoes.

39 **Key-Words:** *Lasiodiplodia theovromae*, irradiation, modified atmosphere, characteristics
40 physical-chemistries.

41 INTRODUÇÃO

42 A manga (*Mangifera indica* L.) é a segunda fruta mais importante, depois da banana
43 (*Musa* sp. L.), em termos de produção mundial e de área cultivada (Bernardes-Silva, 2003).
44 Seus principais produtores são Índia, Tailândia, México, Indonésia e Brasil (FAO, 2009). O
45 destaque do Brasil na produção mundial está diretamente envolvido aos projetos de irrigação
46 dispostos no Vale do São Francisco, voltados para a produção de manga destinada ao mercado
47 externo. Entre os estados brasileiros vale destacar Bahia e Pernambuco na exportação mundial
48 dessa fruta (Okasaki, 2007). De acordo com Almeida et al. (2005), a mangicultura é uma das
49 principais atividades do agronegócio frutícola do Brasil, apresentando desempenho crescente
50 nos últimos anos.

51 No Brasil, em levantamento realizado em fruteiras de áreas irrigadas do semi-árido
52 nordestino, observou-se que o responsável por grandes problemas fitossanitários no Vale do
53 São Francisco é o patógeno *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon e Maubl. A constatação
54 da alta severidade da doença deve-se às condições climáticas mais ou menos uniformes
55 durante todo o ano e favoráveis ao seu desenvolvimento (Tavares et al., 1991). De acordo com
56 os dados foi levantada a hipótese que *L. theobromae* tenha evoluído em patogenicidade em
57 consequência das pressões ambientais, especialmente nessa região (Tavares, 2002). Ainda
58 segundo os autores na pós-colheita, *L. theobromae* tem registro em todas as regiões produtoras
59 de manga do mundo, causando problema de podridão peduncular e infecções nas partes
60 laterais da polpa que a desqualifica para o mercado.

61 A vida pós-colheita da manga é limitada pela deterioração fisiológica causada pela
62 rapidez no amadurecimento da fruta e pelo desenvolvimento de patógenos que ocasionam
63 podridões (Almeida et al., 2005). No entanto, emprego da refrigeração prolonga o período de
64 conservação das frutas e o uso de atmosfera modificada durante o armazenamento pode
65 reduzir os danos ocasionados pela respiração e pela transpiração, como perda de massa e

66 mudança na aparência segundo Jerônimo & Kaneseiro (2000). A temperatura de refrigeração
67 recomendada para mangas fica em torno de 12°C (Alves et al., 1998). Desse modo a utilização
68 de baixas temperaturas no armazenamento juntamente com a atmosfera modificada pode
69 retardar o desenvolvimento dos microrganismos que possam estar presentes (Calore, Vieites,
70 2003). Um manuseio pós-colheita adequado, associado à técnica de conservação de alimentos
71 deve ser empregado com a finalidade de prolongar a vida útil de frutas e hortaliças,
72 aumentando o período de comercialização (Jerônimo & Kaneseiro, 2000).

73 Kaferstein (1993) afirma que a evolução dos processos tecnológicos de conservação de
74 alimentos, observada há mais de meio século, assegura que as radiações gama do Cobalto⁶⁰ ou
75 do Césio¹³⁷ ou mesmo os elétrons acelerados são capazes de inibir a proliferação de
76 microrganismos muitas vezes patogênicos. De acordo com Chitarra & Chitarra (2005), a
77 irradiação de frutas e hortaliças pós-colheita tem como principal interesse a redução nos danos
78 causados por doenças, atuando como fungicida. Contudo, é também utilizada como método de
79 conservação, prolongando o armazenamento pelo retardo do amadurecimento e do brotamento
80 de alguns produtos vegetais induzindo pequenas alterações fisiológicas nos frutos. O seu uso
81 apresenta alguns inconvenientes, pois, dependendo da dose aplicada, pode ocorrer
82 escurecimento, amaciamento, aparecimento de depressões superficiais, amadurecimento
83 anormal e perda de aroma e sabor dos produtos (Nagajara, 2007). A natureza e a extensão
84 destas mudanças dependem do tipo, variedade e composição do alimento, da dose de radiação
85 recebida e das condições ambientais durante e após a radiação.

86 A aplicação de radiação ionizante pode alterar os componentes estruturais de alguns
87 frutos dando-lhes um aspecto mais benéfico, aumentando sua firmeza. Baixas doses de
88 radiação resultam na hidrólise de alguns componentes resultando em maior vida útil do
89 produto e conversão de amidos em açúcares (Lima et al., 2001). É comum encontrar frutas
90 que foram irradiadas mais doces em relação às não irradiadas (Thomas, 1986). Durante o
91 amadurecimento da manga, o conteúdo de ácidos orgânicos diminui e o de açúcares solúveis
92 aumenta, resultando num predomínio do sabor doce na fruta madura. (Bernardes-Silva, 2003).
93 Essas alterações servem de base para comparar se os tratamentos com as doses de radiação
94 interferem nas características químicas e físicas que normalmente acontecem no
95 amadurecimento da manga.

96 Objetivou-se nesse trabalho avaliar o desenvolvimento da podridão por *L. theobromae*
97 e a conservação pós-colheita de mangas cv. Tommy Atkins analisando as características

98 físico-químicas, sob a influência de diferentes doses de radiação gama utilizando filme de
99 PVC e conservação por refrigeração.

100

101

102

MATERIAL E MÉTODOS

103

104

105

106

107

O experimento foi conduzido no Laboratório de Patologia Pós-Colheita da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, no Laboratório GamaLab do Departamento de Energia Nuclear - DEN da Universidade Federal de Pernambuco e no Laboratório de Pós-Colheita de Frutos do Centro Regional de Ciências Nucleares – CRCN/NE.

108

109

110

O fungo fitopatogênico utilizado neste trabalho foi cedido pela Emprapa Semiárido. O isolado obtido foi cultivado em meio batata-dextrose-agar (BDA) inoculados em mangas sadias para reproduzir os sintomas, reisolados e preservados pelo método Castellani.

111

Radiação gama sobre o desenvolvimento da podridão peduncular em manga

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

Para o experimento foram utilizadas mangas da cv. Tommy Atkins colhidas no estádio de maturação 1,5 (estando as frutas ainda firmes com uma coloração verde-clara apresentando partes avermelhadas) em pomar comercial da Fazenda CopaFruit situada em Petrolina – PE. Após a colheita, as frutas foram transportadas até o laboratório de Patologia Pós-Colheita da UFRPE, onde foram selecionadas, lavadas e secas ao ar nas condições de laboratório sob temperatura de 26 ± 2 °C e umidade relativa (UR) de 70 ± 5 %. Em seguida, sofreram ferimentos com furador (oito agulhas com 2 mm) na região próxima ao pedúnculo, onde foi depositando sobre os mesmos 10 µL de uma suspensão de conídios de *Lasiodiplodia theobromae* na concentração de 10^6 conídio/mL, utilizando um pipetador automático. As testemunhas foram feridas e inoculadas com 10 µL de água destilada esterilizada (ADE).

122

123

124

125

126

127

128

129

130

As mangas foram dispostas aos pares em bandejas de isopor (15 cm x 10 cm) com completo envolvimento em filme plástico transparente de cloreto de polivinila (PVC esticável) para modificar o ambiente. Os conjuntos foram mantidos em ambiente laboratorial (26 ± 2 °C / 70 ± 5 % UR) durante 24 h. Após esse período, as bandejas contendo as mangas receberam os tratamentos com as doses de radiação gama previamente determinadas: 0,25; 0,35; 0,45 kGy, utilizando um radiador Gammacell[®] 220Excel – MDS Nordion, cuja taxa no momento da aplicação era 7,303 kGy/h, tendo como fonte o Cobalto⁶⁰. A testemunha relativa foi composta de frutas com inoculação do fitopatógeno e não irradiadas e a testemunha absoluta não apresentava inoculação e irradiação.

131 Após as aplicações das doses, as bandejas irradiadas e as não irradiadas foram
132 acondicionadas em câmara fria a 13°C, permanecendo por 15 dias. Em seguida foram
133 mantidas em sala de incubação sem a presença do filme plástico sob temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$
134 e 70% de umidade relativa, por um período de seis dias.

135 O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, consistindo
136 de quatro tratamentos e quatro repetições, cada repetição contendo cinco frutas. Sendo a
137 mesma quantidade foi repetida, porém destinada a avaliação das características físico-química.

138 A avaliação da severidade da doença consistiu na medição do diâmetro da lesão, após a
139 saída da câmara fria e a cada dois dias até a degeneração das frutas, seis dias após a saída da
140 câmara fria, com o auxílio de um paquímetro (Mitutoyo-Vernier Caliper 150 mm x 6"). Os
141 dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão, cujo modelo foi definido
142 pelo coeficiente de determinação, utilizando-se o programa SAS e a composição dos gráficos
143 pelo Excel for Windows XP Professional of the Microsoft Office 2007.

144 **Avaliação das características físico-químicas**

145 Para as análises físico-químicas as frutas foram avaliadas em quatro dias distintos, o
146 primeiro na entrada da câmara, o segundo 15 dias após, na saída da câmara, o terceiro dois
147 dias após a saída da câmara e o quarto dias após a saída da câmara sendo contados como dia 1,
148 dia 15, dia 17 e dia 19. As características avaliadas foram firmeza da polpa, cor da polpa,
149 potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT),
150 ácido ascórbico (Vitamina C) e a razão SST/ATT.

151 A análise física de firmeza foi avaliada a partir da saída da câmara fria pela
152 determinação da resistência da polpa à penetração com auxílio de um penetrômetro do tipo
153 Penetrometer Fruit Pressure test modelo FT 327 (3-27 Lbs.). Os resultados foram expressos
154 em Kgf. A análise de cor da polpa, realizada em quatro tempos distintos conforme avaliação
155 química, foi avaliada utilizando um colorímetro Minolta CR-300, obtidos os valores de L^* , a^*
156 e b^* , tomando duas leituras por amostra em partes distintas da polpa.

157 As análises das características químicas foram determinadas após desintegração da
158 polpa em centrífuga doméstica. Trabalhou-se com três repetições para cada fruto. Para as
159 determinação de Sólidos Solúveis Totais (SST), foi utilizado 20 μL do suco e este depositado
160 sobre o visor do refratômetro Modelo Rez (0 – 32°Brix). Os resultado foram expressos em
161 °Brix. Para determinar acidez titulável total (ATT), foi realizado em seguida a metodologia
162 descrita por Ohlweider (1980). O pH foi verificado utilizando 10g da polpa triturada seguindo

163 a leitura direta em potenciômetro Quimis Modelo Q 400A. Para quantificar o teor de ácido
164 ascórbico seguiu-se a metodologia descrita por Carvalho et al. (1990).

165 Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão, cujo modelo foi
166 definido pelo coeficiente de determinação, utilizando-se o programa SAS e a composição dos
167 gráficos pelo Excel for Windows XP Professional of the Microsoft Office 2007. Para os dados
168 de firmeza foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo programa SAS.

169

170

RESULTADOS E DISCUSSÃO

171 **Radiação gama sobre o desenvolvimento da podridão peduncular em manga**

172 Após a saída da câmara fria foi verificado a incidência da podridão peduncular
173 decorrente da inoculação com o fungo *L. theobromae*. Durante os dias de avaliação após a
174 saída da câmara quando as frutas estavam armazenadas em condições laboratoriais a
175 temperatura de 26°C e sem a presença do filme plástico, foi constatado que as frutas tratadas
176 com a dose de radiação gama mais baixa (0,25kGy) apresentaram um desenvolvimento da
177 doença semelhante ao encontrado nas testemunhas (Figura 1) sendo assim essa dose não
178 mostrou eficiência para retardar a evolução da doença. Já a maior dose (0,45kGy)
179 proporcionou a melhor relação de redução do desenvolvimento da doença. Fator semelhante
180 foi observado por Oliveira et al. (2008), que avaliando as lesões em mangas ocasionadas por
181 *L. theobromae*, verificaram melhor desenvolvimento à medida que o estágio de maturação das
182 frutas avançava.

183 Não foi verificado danos físicos nas mangas, como a presença de manchas nas cascas,
184 durante o armazenamento. A utilização da radiação pode danificar a casca de algumas frutas
185 com a presença de manchas verificado por Calore & Vieites (2003) em casca de pêssgo
186 utilizando a dose de 0,5 kGy.

187 O armazenamento de frutas em câmara fria pode favorecer o retardo da maturação das
188 mesmas o que leva a uma extensão da vida pós-colheita, sendo favorável para a exportação
189 das frutas (Morais et al., 2003). A qualidade das frutas na entrada da câmara de
190 armazenamento é extremamente importante para o sucesso do processo de conservação então,
191 o tratamento com radiação gama auxiliado com o filme de PVC pode ajudar a melhorar as
192 condições de armazenamento das frutas (Neves, 2002).

193 **Avaliação das características física e físico-química**

194 Dentre os fatores físico-químicos avaliados, foi verificado diferenças em alguns dos
195 tratamentos. A principal importância da firmeza das frutas esta relacionada ao fato de que a

196 perda da firmeza dificulta a comercialização, podendo ser amenizada por procedimentos de
197 manuseio e técnicas de conservação (Lima et al., 2009). De acordo com os resultados obtidos,
198 as doses de radiação gama aplicadas foram capazes de retardar a perda da firmeza. As
199 avaliações realizadas após a saída da câmara fria foi constatado que as mangas que receberam
200 a maior dose (0,45 kGy) tiveram os menores valores de firmeza (Tabela 1), em todos os dias
201 de avaliação. Assim sendo, a radiação foi eficiente em conservar a firmeza das frutas,
202 resultado semelhante aos encontrados por Miller & McDonald (1999) descrevendo a
203 eficiência da radiação gama em conservar atributos de qualidade na pós-colheita de mamão da
204 cv. Sunrise Solo, no qual apresentaram uma interação positiva entre a radiação e a manutenção
205 da firmeza das frutas.

206 Com relação a coloração da polpa (Figura 2), os resultados foram representados pelos
207 valores de L^* (luminosidade), a^* (variação de verde para amarelo) e b^* (variação de azul para
208 amarelo) ao quais não apresentaram variação entre as doses aplicadas. A regressão com
209 relação aos dias de avaliação demonstraram que os dados obtidos para as três variáveis de cor
210 da polpa apresentaram alterações com relação a redução dos valores devido ao
211 amadurecimento das frutas. Quanto maior o valor de L^* mais clara a cor da polpa que podem
212 variar de 0 (preto) a 100 (branco), sendo encontrado em torno de 69,04 na entrada da câmara
213 fria e ao redor de 52,03 após 19 dias da entrada na câmara fria indicando que ocorreu o
214 amadurecimento da fruta. Os valores de a^* , que quanto mais positivos correspondem ao
215 amadurecimento da fruta, ficaram entre -11,94 na entrada da câmara e -1,23 na avaliação
216 realizada 4 dias após a saída da câmara fria. Os valores de b^* , que representam em valores
217 positivos a presença da cor amarela e para valores negativos a presença da cor azul, variaram
218 pouco entre os dias de avaliação passando de 44,61 para a testemunha na entrada da câmara
219 para 22,3 no mesmo tratamento avaliado após 19 dias da entrada da câmara. A redução dos
220 valores dos parâmetros avaliados também foi verificada por Allong et al. (2000), onde
221 avaliando mangas da cv. Kent, consideram um procedimento comum no processo de
222 amadurecimento das frutas.

223 Os valores de sólidos solúveis totais (SST) (Figura 3A) e os valores de pH (Figura 3B)
224 apresentaram interação com relação as doses aplicadas no decorrer dos dias de avaliação. Para
225 os teores de SST obtidos pelo °Brix, foi verificado o comportamento das curvas na avaliação
226 realizada quatro dias após a saída da câmara (19 dias de avaliação) demonstraram que as
227 mangas que receberam as doses 0,25kGy e as mangas não irradiadas apresentaram um
228 aumento no valor de SST que Ornelas-Paz (2007) estudando vários cultivares de manga

229 encontrou, para a cv. Tommy Atkins, conteúdo de SST aumentando conforme o
230 amadurecimento das frutas no armazenamento. Enquanto o tratamento com a dose 0,45kGy
231 proporcionou um decréscimo no valor de SST no mesmo período, esse resultado o contrário
232 do encontrado por Sabato et al. (2009) que trabalhando com mangas irradiadas encontraram
233 valores mais altos para a variável SST nas frutas tratadas quando comparadas com as
234 testemunhas utilizando a dose de 1 kGy, e relatam que o aumento do SST pode estar associado
235 a quebra do conteúdo de polissacarídeos nas frutas tratadas. Os valores de pH encontrados na
236 entrada da câmara não demonstraram alterações entre as doses aplicadas e a testemunha
237 permanecendo todos em uma média de 3,30. As avaliações realizadas dois dias após a saída da
238 câmara fria (17 dias após a entrada) demonstraram que as mangas tratadas com as doses de
239 radiação gama 0,25 e 0,45kGy aumentaram os valores do pH, diferente dos tratamentos com
240 as doses 0,35kGy que tiveram uma diminuição do pH seguido por um aumento na última
241 avaliação realizada quatro dias após a saída da câmara. Resultados semelhantes ao encontrado
242 por Thomas et al. (1996), que irradiaram mangas nas doses de 0,3 a 1,0 kGy não observaram
243 nenhuma alteração nos valores de pH, mesmo tendo retardado o amadurecimento das frutas.
244 Lima et al. (2001) afirmam a importância da avaliação do pH como fator intrínseco ao
245 alimento que exerce o maior efeito seletivo sobre a microflora apta a se desenvolver sobre os
246 mesmos.

247 Quanto aos teores de ácido ascórbico (Figura 4A), acidez titulável total -ATT
248 (Figura 4B) e Razão (Figura 4C), não demonstraram influência com relação às doses aplicadas
249 e sim pelos dias de avaliação decorrentes da maturação dos frutos. Diferindo de resultados
250 encontrados por Youssef *et al.* (2002) trabalhando com radiação gama em mangas apresentou,
251 nas doses entre 0,5 e 2,0 kGy, um aumento nos valores de ácido ascórbico o que pode ter sido
252 influenciado pela radiação associada à qualidade das frutas. Foi constatado para o ácido
253 ascórbico no comportamento da curva apresentada que durante o amadurecimento das mangas
254 as mesmas demonstram uma diminuição da quantidade de ácido ascórbico que é um processo
255 comum na maioria das frutas. Para o teor de ATT, o comportamento da variável foi aumento da
256 acidez nas polpas durante a maturação fisiológica. O teor de ácidos orgânicos, com poucas
257 exceções, diminuiu com a maturação, em decorrência do processo respiratório ou da sua
258 conservação em açúcares (Chitarra & Chitarra 2005). A radiação não interferiu nas
259 avaliações de acidez nas mangas tratadas resultados semelhantes citados por Calore & Vieites
260 (2003) que estudando a radiação gama na conservação de pêssegos observou que a dose de 0,1
261 kGy não demonstrou efeito no retardo do amadurecimento das frutas quanto à variável de

262 acidez. Os resultados obtidos neste pesquisa confirmam que a utilização de doses mais altas
 263 (0,24; 0,35 e 0,45 kGy) também não foram efetivas. A relação de SST/ATT não demonstrou
 264 alterações nos tratamentos durante período de avaliação, demonstrando diferença quando do
 265 amadurecimento das frutas. Essa relação é importante e indica doçura contra acidez da fruta.
 266 Esta variável determina comercialmente a maturidade e qualidade das frutas. Como observado
 267 por Camargo et al. (2007), uma tendência de aumento desta relação notada após o 14º dia, foi
 268 que quando a temperatura de armazenamento aumentou observando que a radiação teve pouca
 269 influência na relação SST/ATT.

270

271

AGRADECIMENTOS

272 Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela
 273 concessão de bolsa. A Fazenda CopaFruit pela colaboração na doação das mangas.

274

275

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

276 Allong RD, Wickham LD, Mohammed M (2000) The effect of cultivar, fruit ripeness, storage
 277 temperature and duration on quality of fresh-cut mango. *Acta Horticulture* 529: 478-494.
 278 Almeida CO, Cardoso CEL, Santana MA (2005) Comercialização. In: Pereira MEC, Fonseca
 279 N, Souza FVD (Eds.) *Manga: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Brasília DF.
 280 Embrapa Informação Tecnológica. pp. 177-184.
 281 Alves RMV, Sigrist JMM, Padula M (1998) Atmosfera modificada em mangas “Tommy
 282 Atkins”. *Revista Brasileira de Fruticultura* 20: 220-228.
 283 Bernardes-Silva APF, Lajolo FM, Cordenunsi BR (2003) Evolução dos teores de amido e
 284 açúcares solúveis durante o desenvolvimento e amadurecimento de diferentes cultivares de
 285 manga 23: 116-120.
 286 Camargo RJ, Tadini CC, Sabato SF (2007) Physical-chemical analyses of irradiated papayas
 287 (*Carica papaya* L.). *Radiation physics and chemistry* 76:1866-1868.
 288 Carole L, Vieites RL (2003) Conservação de pêssegos ‘Buiti’ por irradiação. *Ciência e*
 289 *Tecnologia de Alimentos* 23: 53-57.
 290 Chitarra MIF, Chitarra AB (2005) Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio.
 291 2a ed. Lavras: UFLA.
 292 FAO (2007) Food Agricultural Organization. Statistical –database. Disponível em:
 293 www.apps.fao.org. Acesso em: Novembro 03, 2007.

- 294 Gonçalves NB (1998) Efeito da aplicação de cloreto de cálcio associado ao tratamento
295 hidrotérmico sobre a composição química e suscetibilidade ao escurecimento interno do
296 abacaxi cv. 'Smooth Cayenne'. 1998. 101 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade
297 Federal de Lavras.
- 298 Jerônimo EM, Kaneshiro MAB (2000) Efeito da associação de armazenamento sob
299 refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas 'Palmer'. Revista Brasileira de
300 Fruticultura 22: 237-243.
- 301 Kaferstein FK, Moy GG (1993) Public health aspects of food irradiation. Journal of public
302 health policy 14:149-163.
- 303 Lima MAC, Silva AL, Azevedo SSN (2009) Evolução de indicadores do ponto de colheita em
304 manga 'Tommy Atkins' durante o crescimento e a maturação, nas condições do vale de São
305 Francisco. Ciência Agrotécnica 33: 432-439.
- 306 Lima KSC, Grossi JLS, Lima ALS, Alves PFMP, Coneglian RCC, Godoy RLO, Sabaa-Srur
307 AUO (2001) Efeito da radiação ionizante gama na qualidade pós-colheita de cenouras
308 (*Daucus carota* L.) cv. Nantes. Ciência Tecnologia de Alimentos 21: 202-208.
- 309 Moda EM, Pilon L, Zocchi SS, Spoto MHF (2008) Qualidade físico-química e sensorial de
310 abacaxi minimamente processado e irradiado. B Ceppa 26: 267-276.
- 311 Morais PLD, Filgueiras HAC, Pinho JLN, Alves RE (2003) Ponto de colheita ideal de mangas
312 'Tommy Atkins' destinadas ao mercado europeu. Revista Brasileira de Fruticultura 24: 671-
313 675.
- 314 Miller WR, McDonald RE (1999) Irradiation, stage of maturity harvest and storage
315 temperature during ripening affect papaya fruit quality. HortScience 34: 1112-1115.
- 316 Nagajata K V (2007) Biochemistry of cashew (*Anacardium occidentale* L): a review. Journal
317 Food Science Technology 44: 1-9.
- 318 Neves LC Manzione RL, Vieites RL (2002) Radiação gama na conservação pós-colheita da
319 nectarina (*Prunus persica* var. *nucipersica*) frigoconservada. Revista Brasileira de Fruticultura
320 24:676-679.
- 321 Northover J, Biggs AR (1990) Susceptibility of immature and mature sweet and sour cherries
322 to *Monilinia fructicola*. Plant Disease 74: 280-284.
- 323 Ohlweiler OA (1980) Química analítica quantitativa 2 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e
324 Científicos.
- 325 Okazaki L (2007) Alta produtividade favorece Brasil no mercado internacional de manga,
326 Hortifruti Brasil 1:7-13.

- 327 Oliveira TAS, Oliveira SMA, Michereff SJ, Câmara MP, Costa VSO, Lins SRO (2008) Efeito
328 do estágio de maturação, tipo de inoculo e local de inoculação na severidade da podridão
329 peduncular em manga. *Tropical Plant Pathology* 33: 409-414.
- 330 Ornelas-paz JJ, Yahia EM, Gardea-Beja A (2007) Identification and quantificação of
331 xanthophyll esters, carotenes, and tocopherols in the of seven Mexican mango cultivars by
332 liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization-time-of-flight mass
333 spectrometry. *Journal of agriculture and food chemistry* 55: 6628-6635.
- 334 Sabato SF, Silva JM, Cruz JN, Salmieri S, Rela PR, Lacroix M (2009) Study of physical-
335 chemical and sensorial properties of irradiated Tommy Atkins mangoes (*Mangifera indica* L.)
336 in na international consignment. *Food Control* 20: 284-288.
- 337 Sharma RL, Kaul JL (1988) Susceptibility of apples to brown rot in relation to quantitative
338 characters. *Indian Phytopathology* 43: 13-115.
- 339 Souza DC (2007) Progresso temporal e padrão espacial de epidemias da podridão parda do
340 pessegueiro. 2007. 63 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de
341 Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- 342 Tavares SCCH (2002) Epidemiologia e manejo integrado de *Botryodiplodia theobromae* –situação atual no Brasil e no
343 mundo. *Fitopatologia Brasileira* 27:46-52.
- 344 Tavares SCCH, Menezes M, Choudury MM (1991) Infecção de mangueira por *Botryodiplodia*
345 *theobromae*, Lat. na região semi-árida de Pernambuco. *Revista Brasileira de Fruticultura*
346 13:163-166.
- 347 Thomas P, Bhushan MR, Ramamurthy MS (1996) Comparative studies on the efficacy of
348 gamma irradiation, heat, refrigeration and combined treatments as a quarantine treatment for
349 mango fruit. IAEA – TEC DOC 871.
- 350 Thomas P (1986) Radiation preservation of foods of plant origin: III, tropical fruits: bananas
351 mangoes and papayas. *Critical Review in Food Science and Nutrition* 23:147-205.
- 352 Youssef BM, Asker AA, El-Samahy SK, Swailam HM (2002) Combined effect of steaming
353 gamma irradiation on the quality of mango pulp stored at refrigerated temperature. *Food*
354 *research* 35: 1-13.
- 355
- 356
- 357

358

359

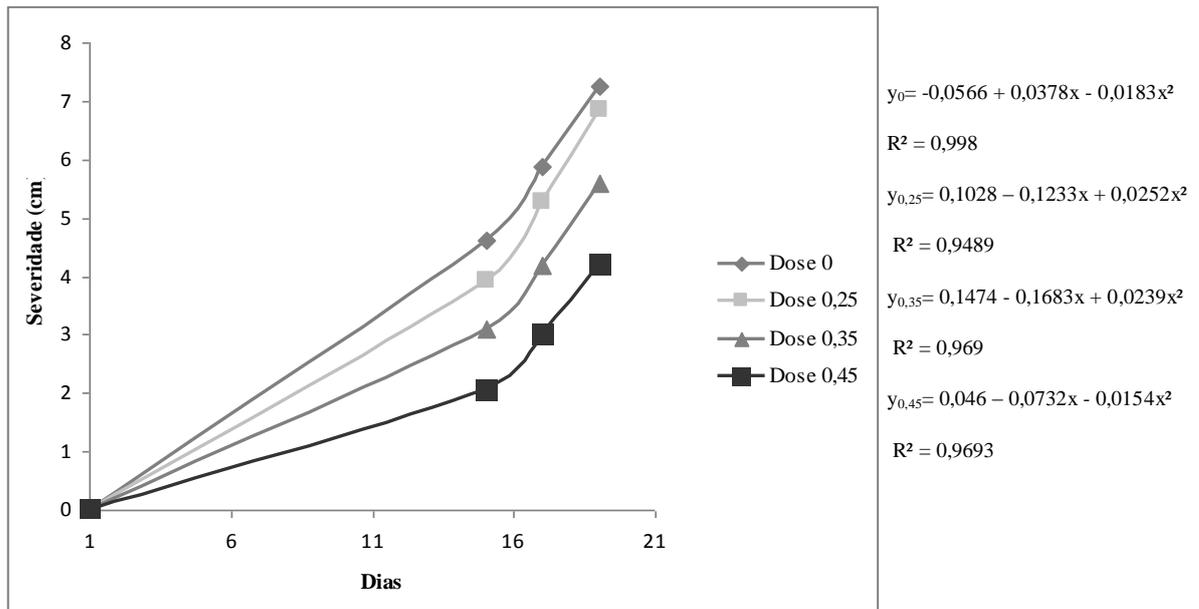
360

361

362

363

364



365

366

367

368

369

370

371

372

373

FIG.1 – Desenvolvimento da podridão peduncular de manga cv. Tommy Atkins após armazenamento refrigerado de 13°C e sob armazenamento de 26°C e UR de 90%, sem a cobertura de filme PVC e inoculadas com *Lasiodiplodia theobromae* e irradiadas nas doses de 0; 0,25; 0,35 e 0,45 kGy.

Tabela 1. Firmeza da polpa (Kgf) de manga cv. Tommy Atkins após armazenamento refrigerado de 13°C e sob armazenamento de 26°C e UR de 90%, sem a cobertura de filme PVC e inoculadas com *Lasiodiplodia theobromae* e irradiadas nas doses de 0; 0,25; 0,35 e 0,45 kGy.

Dias	Doses de radiação gama (kGy)			
	0	0,25	0,35	0,45
15	2,52aA	2,06aA	2,32aA	2,56aA
17	1,94aB	1,58bB	1,64bB	2,06aA
19	1,52bB	0,8cC	0,8cC	0,94cC
CV%	12,45	11,32	9,45	10,67

374

375

Médias seguidas de letra maiúscula entre as colunas minúscula dentro da coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

376

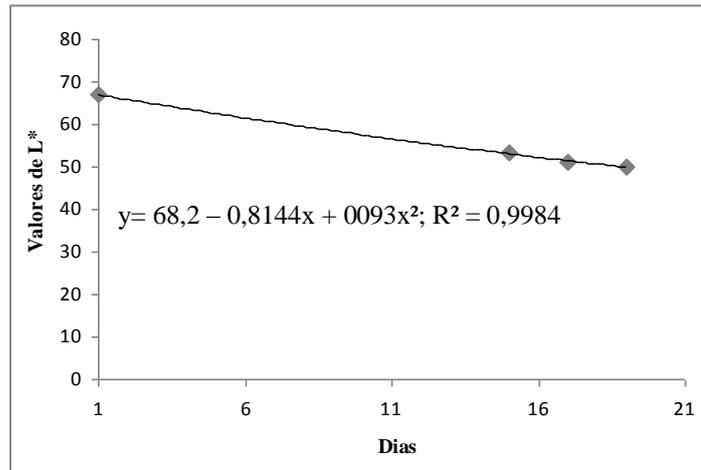
377

378

379

380

381



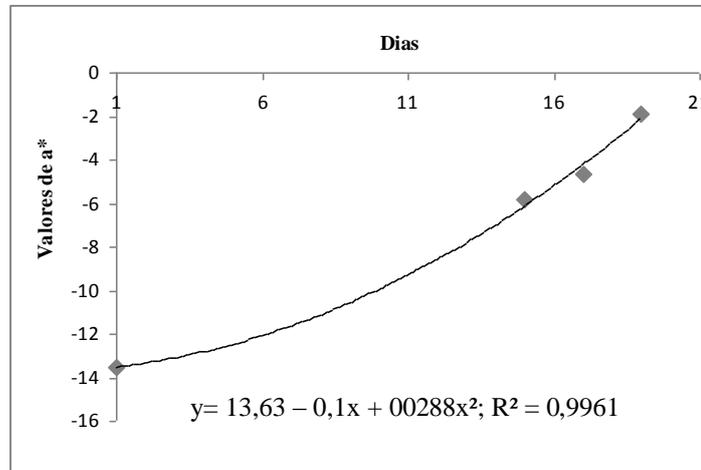
382

383

384

385

386



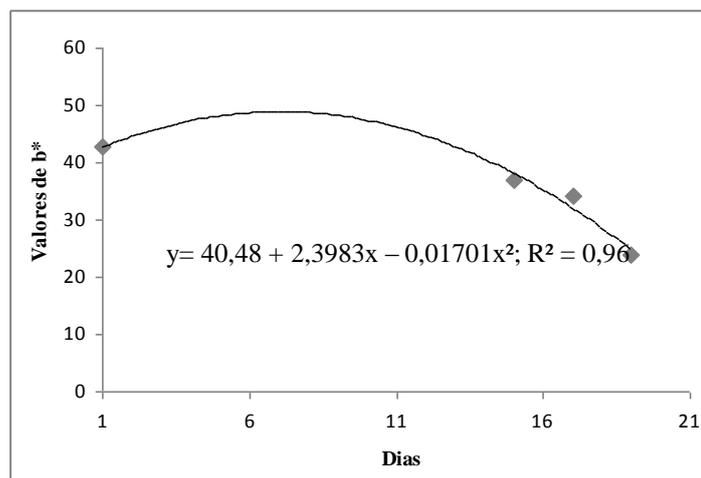
387

388

389

390

391



392 **FIG. 2** – Regressão em função dos dias de armazenamento para a cor da polpa aonde: L* (0 =
 393 preto, 100 = branco); a* (+a = vermelho, - a = verde); b* (+b = amarelo, - b = azul) para as
 394 popas de manga da cv. Tommy Atkins antes e 15 dias após armazenamento refrigerado a 3°C
 395 e sob armazenamento de 26°C e UR de 90%, sem a cobertura de filme PVC e inoculadas com
 396 *Lasiodiplodia theobromae* e irradiadas nas doses de 0; 0,25; 0,35 e 0,45 kGy.

397

398

399

400

401

402

403

404

405

406

407

408

409

410

411

412

413

414

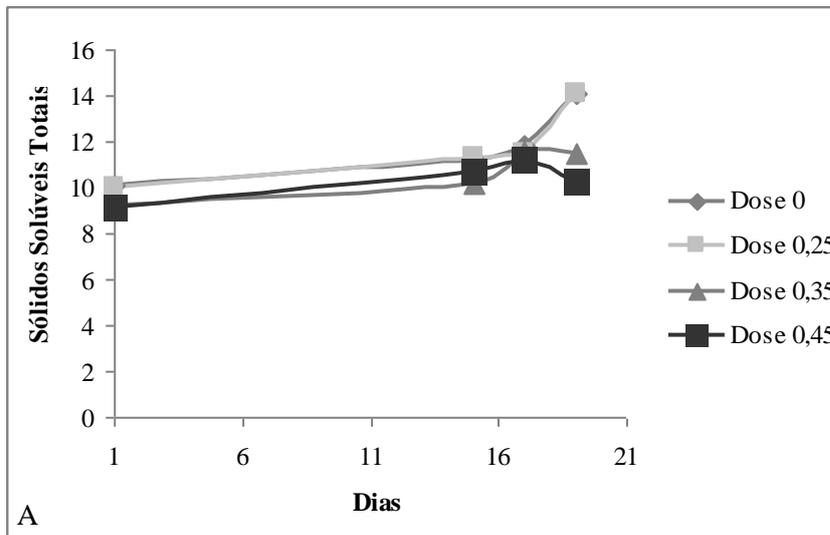
415

416

417

418

419



$$y_0 = 9,8558 + 0,2006x - 0,031x^2$$

$$R^2 = 0,4902$$

$$y_{0,25} = 8,5959 + 0,5363x - 0,0243x^2$$

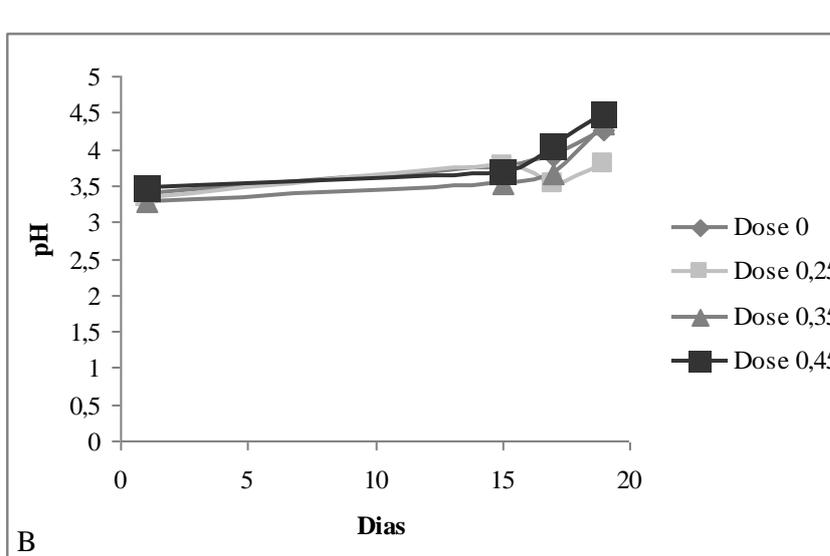
$$R^2 = 0,8658$$

$$y_{0,35} = 9,1202 + 0,0713x - 0,0032x^2$$

$$R^2 = 0,9551$$

$$y_{0,45} = 10,481 + 0,544x - 0,0376x^2$$

$$R^2 = 0,869$$



$$y_0 = 3,4467 - 0,0611x + 0,0054x^2$$

$$R^2 = 0,9832$$

$$y_{0,25} = 3,2831 + 0,0407x - 0,001x^2$$

$$R^2 = 0,6879$$

$$y_{0,35} = 3,4389 - 0,1678x + 0,0112x^2$$

$$R^2 = 0,9476$$

$$y_{0,45} = 3,3401 + 0,0448x$$

$$R^2 = 0,6797$$

B

FIG.3 – Interação entre doses de radiação gama (0; 0,25; 0,35 e 0,45 kGy) e dias de avaliação das características químicas de manga cv. Tommy Atkins antes e 15 dias após armazenamento refrigerado a 13°C e sob armazenamento de 26°C e UR de 90%, sem cobertura de filme PVC, inoculadas com *Lasiodiplodia theobromae* e irradiadas nas doses de. (A) Sólidos Solúveis Totais (°Brix); (B) pH. Os dados foram transformados em \sqrt{x} .

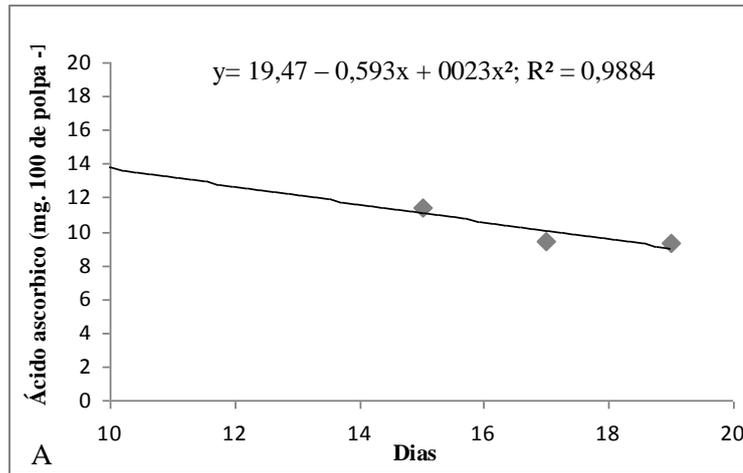
420

421

422

423

424



425

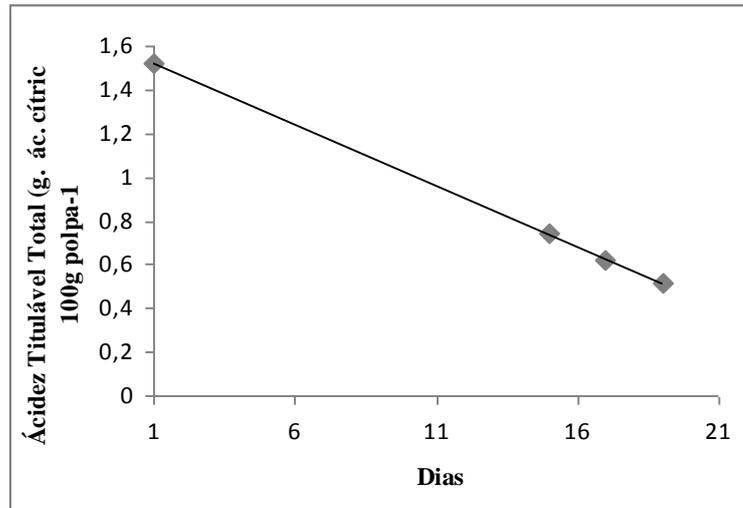
426

427

428

429

430



431

432

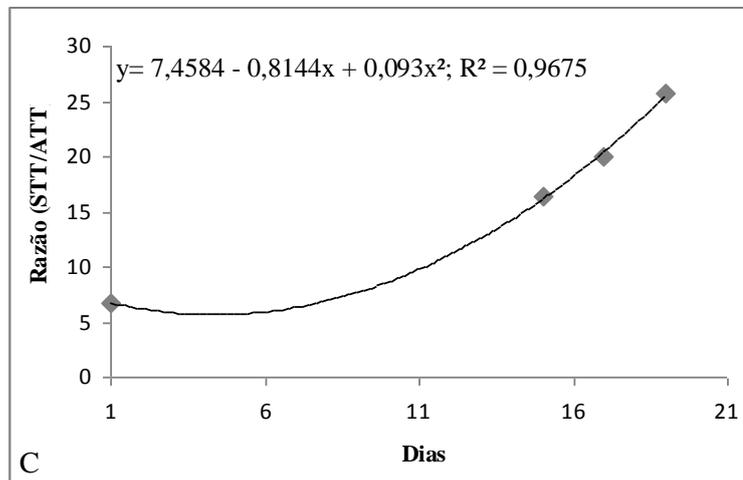
433

434

435

436

437



438 **FIG.4** – Características químicas de manga da cv. Tommy Atkins antes e 15 dias após
 439 armazenamento refrigerado a 13°C e sob armazenamento de 26°C e UR de 90%, sem a
 440 cobertura de filme PVC e inoculadas com *Lasiodiplodia theobromae* e irradiadas nas doses de
 441 0; 0,25; 0,35 e 0,45 kGy. (A) Ácido ascórbico; (B) Ácidos Titulável Total (ATT); (C) Razão.
 442 Os dados de ATT e ácido ascórbico foram transformados em \sqrt{x} .

CAPÍTULO IV

Controle físico no manejo pós-colheita
da antracnose da manga

Controle físico no manejo pós-colheita da antracnose da manga

Alice M. G. Santos¹, Sônia M. A. Oliveira¹, Josenilda M. Silva² & Daniel Terao³

¹Laboratório de Patologia Pós-Colheita, Fitossanidade, Departamento de Agronomia/
Universidade Federal Rural de Pernambuco CEP 52.171-900, Recife, PE, Brasil;

²Centro Regional de Ciências Nucleares – CRCN/NE – Av. Prof. Luiz freire, 200. Cidade
Universitária, Recife, PE, Brasil; CEP 50.704 – 540; ³Embrapa Semiárido, BR428, Km 152,
CEP 56.302-970, Petrolina, PE, Brasil.

(Aceito para publicação em .../.../.....)

Autor para correspondência: Alice Maria Gonçalves Santos, e-mail:

alicemgsantos@yahoo.com.br

Santos AMG, Oliveira SMA, Silva JM, Terao D. Controle físico no manejo pós-colheita da antracnose da manga. *Tropical Plant Pathology*.

RESUMO

Devido às diversas perdas pós-colheita pela alta incidência de doenças durante o transporte e armazenamento de mangas, há necessidade de desenvolver tecnologias que demonstrem eficiência em retardar a senescência das frutas melhorando assim a sua capacidade de comercialização. A radiação de alimentos é um tratamento pós-colheita bastante promissor capaz de atuar tanto na desinfestação como no aumento da vida útil dos produtos vegetais, e com o benefício de ser uma forma de tratamento limpo que não deixa resíduos no ambiente. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de radiação gama associada ao refrigeração e atmosfera modificada no controle da antracnose de manga e os possíveis efeitos desse tratamento na qualidade final das frutas. Para isso, as mangas foram inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, colocadas em bandejas de isopor cobertos com de filme PVC, tratadas nas doses de 0, 0,25, 0,35 e 0,45 kGy. Em seguida estas foram armazenadas em câmara fria por 15 dias a 13°C, seguido de seis dias sob temperatura de 26°C. Foi verificada redução das lesões nas frutas tratadas com a maior dose de radiação. Os tratamentos não causaram alterações significativas nas propriedades físico-químicas das mangas tratadas, exceto manchas na casca.

Palavra-chave: *Mangifera indica*, características físico-químicas, *Colletotrichum gloeosporioides*, radiação gama, atmosfera modificada.

33

ABSTRACT

34 Due to post-harvest losses due to the high incidence of disease during transport and storage of
35 mangoes, there is need for developing technologies effective in delaying senescence of fruits
36 thus improving its marketing capability. Food irradiation is a postharvest treatment acting in
37 the disinfestation as increasing the useful life of plant products, with the benefit of being a
38 clean treatment that leaves no residue in the environment. The aim of this study was to
39 evaluate the effect of gamma radiation doses associated with cooling and modified
40 atmosphere in the control of anthracnose of mango and effects in the final quality of fruits.
41 Mangos were inoculated with *Colletotrichum gloeosporioides*, placed in trays covered with
42 PVC film, treated at doses of 0, 0.25, 0.35 and 0.45 kGy. Then they were stored in cold for 15
43 days at 13 ° C, followed by six days at a temperature of 26 ° C. Reduction was observed in
44 fruits of the lesions treated with the highest radiation dose. The treatments caused no
45 significant changes in physical and chemical properties of mangoes, except for spots on the
46 peel.

47 Key-Words: *Mangifera indica*, physical-chemical, *Colletotrichum gloeosporioides*, gamma
48 radiation, modified atmosphere.

49

INTRODUÇÃO

50 A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma espécie originária da Índia, estando
51 atualmente distribuída por praticamente todas as regiões tropicais do mundo, inclusive sendo
52 cultivada comercialmente em algumas regiões de clima subtropical (Kist et al., 1996). Dentre
53 os cultivares mais plantadas a Tommy Atkins desperta grande interesse no mercado
54 consumidor mundial deixando o Brasil em quinto lugar na exportação da fruta, ficando atrás
55 apenas da Índia, México, Indonésia e Tailândia, devido a excelência de suas frutas que, além
56 de seu sabor exótico, além de ser rico em vitaminas e sais minerais (Dias et al., 2005).

57 Dentre as doenças identificadas em pós-colheita da manga, uma das mais importante é
58 a antracnose causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Pens. (Fischer et al., 2009).
59 A doença afeta todas as partes da planta, com prejuízo maior nas frutas, causando manchas
60 escuras irregulares na casca, as quais podem coalescer e atingir grandes áreas do fruto (Cunha
61 et al., 1993).

62 Além da incidência de fungos outros fatores podem interferir na vida pós-colheita da
63 manga como a deteriorização fisiológica devido ao amadurecimento do fruto, podendo as
64 perdas na pós-colheita alcançar até 30% de frutos (Silva et al., 2007).

65 Essas perdas podem ser reduzidas por métodos de conservação como é o caso do
66 tratamento físico que pode ser utilizado para o controle de podridões em pós-colheita. Dentre
67 estes, destaca-se a radiação gama que além de exercer um efeito fungicida, pode induzir
68 respostas de resistência em frutas (Wilson et al., 1994). Segundo Cia (2007), para que a
69 radiação tenha sucesso deve-se levar em consideração o cultivar, o tamanho e o estágio de
70 amadurecimento dos frutos, uma vez que a eficácia do tratamento pode variar de acordo com
71 essas características (Iaderoza et al., 1988). A radiação gama, em baixos níveis de dose, tem
72 mostrado ser um excelente método para prolongar a vida comercial das frutas, retardando os
73 processos de amadurecimento e senescência, bem como reduzir significativamente o
74 apodrecimento causado por fungos e bactérias patogênicas (Germano et al., 1996). Porém,
75 doses acima de um limiar podem interferir nos processos fisiológicos, acelerando o
76 metabolismo e acarretando amadurecimento precoce dos frutos (Neves et al., 2002). Além
77 desses problemas, pode causar escurecimento, amaciamento, aparecimento de depressões
78 superficiais, amadurecimento anormal e perda de aroma e sabor dos frutos (Chitarra &
79 Chitarra, 2005). No processo de irradiação de alimentos, apenas os raios gama entram em
80 contato com o alimento, sem qualquer risco de contaminação radioativa (O'Beirne, 1989).

81 Outros métodos de tratamento físico podem ser utilizados em combinação com a
82 radiação gama, como a refrigeração que, quando bem aplicada, demonstra muita eficácia na
83 manutenção da qualidade e aumento do período de comercialização dos produtos
84 hortifrutícola, cuja função é retardar os processos metabólicos, sem ocasionar distúrbios
85 fisiológicos (Kader, 1992). De acordo com Medina (1995), a faixa ideal para o
86 armazenamento refrigerado de mangas, devido a sua susceptibilidade ao frio, é de 10°C a
87 13°C, o armazenamento em temperatura mais baixa pode causar injurias sobre as frutas.

88 A atmosfera modificada é outro método que pode ser formada pela utilização de filmes
89 de PVC ou recobrimentos comestíveis. No caso de filmes, o uso eficiente depende do
90 atendimento de algumas exigências básicas, como apresentarem a permeabilidade à água e a
91 gases suficientemente baixas para evitar a perda de umidade e a atividade respiratória a níveis
92 que permitam conservar o fruto por mais tempo (Khader, 1992), permitindo que a
93 concentração de CO₂ aumente e a de O₂ diminua, decorrente da respiração do fruto (Chitarra
94 & Chitarra, 2005).

95 Tendo em vista a manutenção da vida pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’,
96 objetivou-se, neste trabalho, avaliar a influência da radiação gama em diferentes doses de
97 radiação gama sobre a antracnose e verificar as possíveis alterações sobre as características
98 físico-químicas da fruta.

99 MATERIAL E MÉTODOS

100 O experimento foi conduzido no Laboratório de Patologia Pós-Colheita da
101 Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, no Laboratório GamaLab do
102 Departamento de Energia Nuclear - DEN da Universidade Federal de Pernambuco e no
103 Laboratório de Pós-Colheita de Frutos do Centro Regional de Ciências Nucleares –
104 CRCN/NE.

105 O fungo fitopatogênico utilizado neste trabalho foi cedido pela Emprapa Semiárido. O
106 isolado obtido foi cultivado em meio batata-dextrose-agar (BDA) inoculados em mangas
107 sadias para reproduzir os sintomas, reisolados e preservados pelo método Castellani.

108 **Efeito da radiação gama sobre o desenvolvimento da antracnose em manga**

109 Para o experimento foram utilizadas mangas da cv. Tommy Atkins colhidas no estádio
110 de maturação 1,5 (estando as frutas ainda firmes com uma coloração verde-clara apresentando
111 partes avermelhadas) em pomar comercial da Fazenda CopaFruit situada em Petrolina – PE.
112 Após a colheita, as frutas foram transportadas até o laboratório de Patologia Pós-Colheita da
113 UFRPE, onde foram selecionadas, lavadas e secas ao ar nas condições de laboratório sob
114 temperatura de 26 ± 2 °C e umidade relativa (UR) de 70 ± 5 %. Em seguida, sofreram
115 ferimentos com furador (oito agulhas com 2 mm) na região próxima ao pedúnculo, onde foi
116 depositando sobre os mesmos 10 µL de uma suspensão de conídios de *Lasiodiplodia*
117 *theobromae* na concentração de 10^6 conídio/mL, utilizando um pipetador automático. As
118 testemunhas foram feridas e inoculadas com 10 µL de água destilada esterilizada (ADE).

119 As mangas foram dispostas aos pares em bandejas de isopor (15 cm x 10 cm) com
120 completo envolvimento em filme plástico transparente de cloreto de polivinila (PVC esticável)
121 para modificar o ambiente. Os conjuntos foram mantidos em ambiente laboratorial (26 ± 2 °C
122 / 70 ± 5 % UR) durante 24 h. Após esse período, as bandejas contendo as mangas receberam
123 os tratamentos com as doses de radiação gama previamente determinadas: 0,25; 0,35; 0,45
124 kGy, utilizando um radiador Gammacell[®] 220Excel – MDS Nordion, cuja taxa no momento
125 da aplicação era 7,385 kGy/h, tendo como fonte o Cobalto⁶⁰. A testemunha relativa foi
126 composta de frutas com inoculação do fitopatógeno e não irradiadas e a testemunha absoluta
127 não apresentava inoculação e irradiação.

128 Após as aplicações das doses, as bandejas irradiadas e as não irradiadas foram
129 acondicionadas em câmara fria a 13°C, permanecendo por 15 dias. Em seguida foram
130 mantidas em sala de incubação sem a presença do filme plástico sob temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$
131 e 70% de umidade relativa, por um período de seis dias.

132 O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, consistindo
133 de quatro tratamentos e quatro repetições, cada repetição contendo cinco frutas. Sendo a
134 mesma quantidade foi repetida, porém destinada a avaliação das características físico-química.

135 A avaliação da severidade da doença consistiu na medição do diâmetro da lesão, após a
136 saída da câmara fria e a cada dois dias até a degeneração das frutas, seis dias após a saída da
137 câmara fria, com o auxílio de um paquímetro (Mitutoyo-Vernier Caliper 150 mm x 6"). Os
138 dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão, cujo modelo foi definido
139 pelo coeficiente de determinação, utilizando-se o programa SAS e a composição dos gráficos
140 pelo Excel for Windows XP Professional of the Microsoft Office 2007.

141 **Avaliação das características físico-químicas**

142 Para as análises físico-químicas as frutas foram avaliadas em três dias distintos, o
143 primeiro na entrada da câmara, o segundo 15 dias após, na saída da câmara e o terceiro dois
144 dias após a saída da câmara sendo contados como dia 1, dia 15 e dia 17. As características
145 avaliadas foram firmeza da polpa, cor da polpa, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos
146 solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), ácido ascórbico (Vitamina C) e a razão
147 SST/ATT.

148 A análise física de firmeza foi avaliada a partir da saída da câmara fria pela
149 determinação da resistência da polpa à penetração com auxílio de um penetrômetro do tipo
150 Penetrometer Fruit Pressure test modelo FT 327 (3-27 Lbs.). Os resultados foram expressos
151 em Kgf. A análise de cor da polpa, realizada em três tempos distintos conforme avaliação
152 química, foi avaliada utilizando um colorímetro Minolta CR-300, obtidos os valores de L^* , a^*
153 e b^* , tomando duas leituras por amostra em partes distintas da polpa.

154 As análises das características químicas foram determinadas após desintegração da
155 polpa em centrífuga doméstica. Trabalhou-se com três repetições para cada fruto. Para as
156 determinações de Sólidos Solúveis Totais (SST), foi pego 20 μL do suco e sendo depositado
157 sobre o visor do refratômetro Modelo Rez (0 – 32°Brix). Os resultado foram expressos em
158 °Brix. Para determinar acidez titulável total (ATT), foi utilizado a metodologia descrita por
159 Ohlweider (1980). O pH foi verificado utilizando 10g da polpa triturada seguindo a leitura

160 direta em potenciômetro Quimis Modelo Q 400A. Para quantificar o teor de ácido ascórbico
161 seguiu-se a metodologia descrita por Carvalho et al. (1990).

162 Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão, cujo modelo foi
163 definido pelo coeficiente de determinação, utilizando-se o programa SAS e a composição dos
164 gráficos pelo Excel for Windows XP Professional of the Microsoft Office 2007. Para os dados
165 de firmeza foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo programa SAS.

166 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

167 **Efeito da radiação gama sobre o desenvolvimento da antracnose em manga**

168 Na saída da câmara fria, quando retirado o filme plástico, as frutas não apresentavam
169 sintoma do *C. gloeosporioides*. Após 24 horas sob temperatura de 26°C, pode-se observar o
170 sintoma inicial da lesão apresentando diferença entre as curvas do tratamento com a dose de
171 radiação gama 0,45kGy e da testemunha. Essa dose demonstrou controle sobre a severidade
172 verificada até o quinto dia após a saída da câmara fria (Figura 1). As doses de 0,25 e 0,35 kGy
173 foram eficientes em atrasar o desenvolvimento da doença. Segundo Cia (2007), trabalhos
174 efetuados visando o controle de podridões pós-colheita em manga através da radiação
175 mostraram resultados satisfatórios, pois além de ser um tratamento físico que não deixa
176 resíduos nos produtos vegetais, se usado comercialmente, poderá reduzir o uso de fungicidas
177 em pós-colheita. Spalding & Windeguth (1988) relataram que a severidade da antracnose em
178 mangas cv. Keitt foi diminuída por doses igual ou acima de 0,5 kGy. Posteriormente, Johnson
179 et al. (1990) observaram que a radiação de mangas cv. Kensington Pride, em doses variando
180 entre 0,3 e 1,2 kGy, reduziu a incidência de doenças nas frutas, mas o nível de controle não foi
181 comercialmente aceitável, devido a dose ser relativamente alta.

182 Com relação ao aspecto visual das frutas irradiadas, observou-se que quando as doses
183 foram aumentando verificou-se que também a quantidade de manchas nas cascas aumentou.
184 Resultados que corroboram com os de Johnson et al. (1990), que utilizando doses acima de
185 0,6 kGy causaram danos a superfície das frutas. A suscetibilidade das frutas a manchas na
186 casca pode ser verificada também pelo período de colheita (época chuvosa), o que deixou as
187 frutas com uma maior sensibilidade a injúrias pelo tratamento. A aparência externa é
188 fundamental em frutas destinadas ao mercado *in natura*, por ser fator de atratividade e exerce
189 influência direta sobre a escolha do consumidor (Jerônimo et al., 2007).

190 O grau de maturação das frutas foi avaliado visualmente durante o armazenamento em
191 sala de incubação e foi constatado que no último dia de avaliação após a saída da câmara fria

192 as frutas que não tinham sido irradiadas apresentaram uma maturação completa quando
193 comparadas as irradiadas com as três doses de acordo com escala utilizada por Assis (2004).
194 Sabato et al. (2009) trabalhando com o mesmo cultivar de manga, constatou que a radiação
195 gama influenciou o índice de maturação. Reyes & Cisneros-Zevallos (2007) encontraram
196 resultados semelhantes durante o armazenamento das mangas a 15°C por 18 dias descobrindo
197 que a radiação em doses maiores que 1,0 kGy, atrasou o índice de maturação e as cascas das
198 frutas permaneceram verde após o período de armazenamento. Então, pode ser constatado
199 diante dos resultados, que o armazenamento de frutas em câmara fria por 15 dias a 13°C na
200 presença do filme plástico não provocou nenhum tipo de alteração na fisiologia das frutas
201 quando comparadas as irradiadas como as não irradiadas. Alves et al. (1998) constataram que
202 o acondicionamento em atmosfera modificada sob refrigeração retardou o processo de
203 amadurecimento das mangas ‘Tommy Atkins’.

204 **Avaliação das características físicas e físico-químicas**

205 Na avaliação dos fatores físico-químicos foi observado que a relação das doses com a
206 inoculação do *C. gloeosporioides* apresentaram efeitos significativos sobre alguns dos
207 parâmetros avaliados. A firmeza é considerada um dos atributos de importância na qualidade
208 das frutas, já que afeta a resistência ao transporte, a conservação pós-colheita e ataque de
209 microrganismos (Jerônimo et al., 2007). Não foi realizada avaliação na entrada da câmara fria,
210 uma vez que as frutas encontravam-se verdes, e os valores de firmeza nessa etapa de
211 desenvolvimento são elevados. Nas avaliações realizadas após os 15 dias de armazenamento
212 refrigerado houve um decréscimo da firmeza quando comparada a testemunha com o
213 tratamento com a dose mais alta (0,45 kGy) permanecendo até a avaliação seguinte após 17
214 dias da entrada da câmara que apresentou 2,64 Kgf enquanto que a testemunha ficou em torno
215 de 1 Kgf (Tabela 1). Resultados semelhantes foram observados por Neves (2002), com
216 radiação gama em nectarina na dose de 0,4 kGy, onde verificou que as frutas apresentaram
217 maior firmeza quando comparadas com as testemunhas.

218 Para a variável de cor da polpa (Figura 2) foram verificadas diferenças dentro dos
219 tratamentos. Na avaliação de entrada da câmara os valores de L* (representando a
220 luminosidade variando de 0-preto a 100-branco) (Figura 2A) ficaram em torno de 71, os
221 valores de a* (representando a variação entre graus negativo-verde e positivo-vermelho)
222 (Figura 2B) ficaram em torno de 4,5 e os valores de b* (representando a variação entre graus
223 de negativo-azul e positivo-amarelo) (Figura 2C) foi em média 45. Na avaliação realizada

224 após 15 dias de armazenamento em câmara fria foi constatado um decréscimo nos valores de
225 L^* quando comparados aos obtidos na entrada da câmara fria ficando este em torno de 56, os
226 valores de a^* apresentaram valores semelhantes aos obtidos na primeira avaliação
227 demonstrando não ter ocorrido alterações durante o armazenamento. Para os valores de b^* no
228 mesmo dia de avaliação foi verificada uma diminuição. As doses de radiação gama aplicadas
229 não proporcionaram alteração quanto as variáveis de cor da polpa se comparadas com as
230 testemunhas, as alterações ocorridas são decorrentes do processo de maturação. Sabato et al.
231 (2009) trabalhando com mangas ‘Tommy Atkins’ verificaram que na dose 0,4 kGy apresentou
232 valores mais altos quando comparados a testemunha, semelhante ao encontrado nesta
233 pesquisa. Na ultima avaliação realizada 17 dias após a entrada da câmara (dois dias em sala de
234 incubação sem a presença de filme plástico) foi verificado uma leve redução de valores de L^*
235 e a^* , já os valores de b^* apresentaram pouca alteração quando comparado a avaliação na saída
236 da câmara fria.

237 Para os teores de ácido ascórbico; pH; Sólidos Solúveis Totais (SST); Acidez Titulável
238 Total (ATT) e Razão (SST/ATT) (Figura 3) foi verificado que as doses de radiação gama
239 aplicadas não proporcionaram alterações nessas propriedades sendo as mesmas apenas alteradas
240 devido ao dias de avaliação em decorrência da maturação das mangas. O teor de ácido
241 ascórbico apresentou na entrada da câmara um valor de $20,06 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ caindo para $6,19$
242 $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ na avaliação dois dias após a saída da câmara fria, Lima et al. (2009) menciona que
243 os teores de ácido ascórbico em mangas maduras podem variar bastante entre as cultivares e a
244 importância desse teor se deve ao fato de que, juntamente com o conteúdo de carotenóides na
245 polpa, é um dos principais fatores que confere apelo nutricional à manga. Souza et al (2009),
246 utilizando radiação gama na conservação pós-colheita de caju aonde a dose de 1kGy diminuiu
247 a quantidade de ácido ascórbico, deixando-o mais baixos do que os teores encontrados na
248 testemunha. Isso justifica que a dose mais alta de 0,45 kGy foi suficiente para retardar o
249 desenvolvimento da antracnose e não alterou a quantidade de ácido ascórbico. Lee & Kagder
250 (2000) afirmam que baixas doses de radiação (abaixo de 1kGy) não apresentaram efeito
251 significativo na redução do conteúdo de ácido ascórbico em diversas frutas e vegetais.

252 Os resultados do potencial hidrogeniônico (pH) na entrada da câmara fria não apresentou
253 um valor de 3,33. Na segunda avaliação, após o período de armazenamento refrigerado e sem
254 a presença do filme plástico, as frutas apresentaram um aumento do pH. Resultado contrário
255 aos observados por Domarco et al. (1999), o qual encontrou uma relação com o aumento da
256 dose de radiação e o acréscimo do pH em uva ‘Itália’. Na terceira avaliação, 48 horas após a

257 saída da câmara fria, os resultados foram semelhantes, embora com valores superiores devido
258 ao amadurecimento das frutas. Pequenas alterações nessa característica podem causar
259 diferenças acentuadas no sabor da fruta (Silva et al., 2007).

260 O teor de sólidos solúveis totais (SST), estimado em °Brix, aumentou após a saída da
261 câmara fria, o que caracterizou o amadurecimento das frutas. De acordo com Subedi et al.
262 (2007), o aumento dos valores após armazenamento sob condições refrigeradas resulta,
263 principalmente, da conversão do amido em açúcares. Os resultados demonstrados dias após a
264 saída apresentaram uma diminuição do SST devido as mangas já apresentarem
265 comportamento de senescência.

266 Os valores de ATT apresentaram uma diminuição conforme o tempo de avaliação, a
267 perda da acidez é desejável em grande parte das frutas e marcante no processo de
268 amadurecimento (Jerônimo et al., 2007). Kays (1991) afirma que após a colheita e durante o
269 armazenamento, a concentração de ácidos orgânicos tende a declinar na maioria dos frutos,
270 em consequência da larga utilização desses compostos como substrato respiratório e como
271 esqueletos de carbono, para a síntese de novos compostos. O comportamento de declínio da
272 acidez com o amadurecimento das frutas foi comprovado por Moraes et al. (2003) e Lima et
273 al. (2009) com o cv. Tommy Atkins.

274 O aumento de SST e a diminuição dos teores de ATT promoveram um aumento da
275 relação SST/ATT após o armazenamento, quando comparado aos valores dessas variáveis na
276 entrada da câmara fria. Na avaliação dois dias após a saída da câmara foi visualizada uma
277 diminuição na razão SST/ATT, devido ao declínio observado nos valores de SST. Segundo
278 Chitarra & Chitarra (2005), a razão SST/ATT é uma das formas mais utilizadas para a
279 avaliação do sabor, demonstrando a importância da mensuração desses dois componentes.

280 **AGRADECIMENTOS**

281 Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela
282 concessão de bolsa, a Fazenda CopaFruit pela colaboração na doação das mangas.

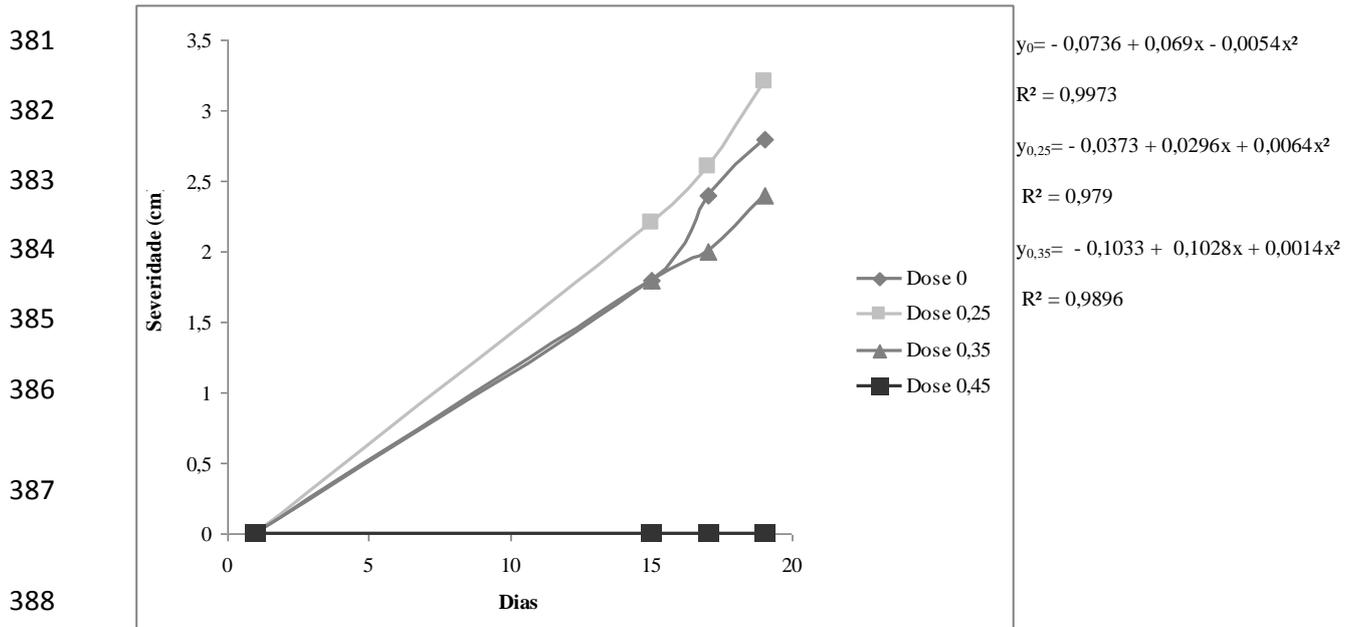
283 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

284 Alves RMV, Sigríst JMM, Padula M (1998) Atmosfera modificada em mangas “Tommy
285 Atkins”. Revista Brasileira de Fruticultura 20:220-228.
286 Assis JS (2004) Embrapa Semi Árido. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.
287 embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/colheita.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/colheita.htm)> Acesso em Janeiro 25,
288 2009.

- 289 Cia P, Pascholati SF, Benato EA, Camili EC, Santos CA (2007) Effects of gamma and UV-C
290 irradiation on the postharvest control of papaya anthracnose. *Postharvest Biology and*
291 *Technology* 43:366-373.
- 292 Chitarra MIF, Chitarra AB (2005) Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio.
293 2a ed. Lavras: UFLA.
- 294 Dias MSC, Lima LC, Castro MV, Ribeiro Júnior P M, Silva E B (2005) Controle da
295 antracnose e qualidade de mangas (*Mangifera indica* L.) cv. Van Dike, após tratamento
296 hidrotérmico e químico. *Ciências agrotécnica* 29: 289-295.
- 297 Domarco RE, Spoto MHF, Blumer L, Walder JMM (1999) Sinergia da radiação ionizante e
298 aquecimento na vida de prateleira da uva 'Itália'. *Scientia Agricola*. 56:981-986.
- 299 Fischer IH, Aruuda MC, Almeida AM, Montes SMNM, Jerônimo EM, Simionato EMRS,
300 Bertani RMA (2009) Doenças e características físicas e químicas pós-colheita em manga.
301 *Semina: Ciências agrárias* 30: 107-116.
- 302 Germano RM de A, Arthur V, Wiendl FM (1996) Conservação pós-colheita de abacates
303 *Persia americana* Mill., variedades *Fortuna* e *Quintal*, por irradiação. *Scientia Agricola* 53:
304 228-234.
- 305 Iaderoza M, Bleinroth EW, Azuma EH (1988) Efeitos da radiação ionizante na atividade da
306 pectinesterase do mamão cultivar *Solo*. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos* 18:
307 76-82.
- 308 Jerônimo EM, Brunini MA, Arruda MC, Cruz JCS, Fischer IH, Gava GJC (2007)
309 Conservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins' armazenada sob atmosfera modificada.
310 *Semina: Ciência Agrária* 28: 417-426.
- 311 Jerônimo EM, Kanapiro MAB (2000) Efeito da associação de armazenamento sob
312 refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas 'Palmer'. *Revista Brasileira de*
313 *Fruticultura* 22: 237-243.
- 314 Johnsson GI, Boag TS, Cooke AW, Izard M, Panitz M, Sangchote S (1990) Interaction of post
315 harvest disease control treatments and gamma irradiation on mangoes. *Annals of Applied*
316 *Biology* 116: 245-257.
- 317 Kader AA (1992) *Postharvest technology of horticultural crops*. Oakland: University of
318 California.
- 319 Kays JS (1991) *Postharvest physiology of perishables plant products*. New York: AVI.
- 320 Khader SESA (1992) Effect of gibberellic acid and vapor gard on ripening, amylase and

- 321 peroxidase activities and quality of mango fruits during. *Journal of Horticultural Science*
322 67:855-860.
- 323 Kist H, Manica I, Rech NL (1996) Características físico-químicas dos frutos de manga
324 cultivados em região subtropical (Porto Lucena, RS). *Revista Brasileira de Fruticultura* 18:
325 329-337.
- 326 Lee SK, Kader AA (2000) Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of
327 horticultural crops. 20: 207-220.
- 328 Lima MAC, Silva AL, Azevedo SSN (2009) Evolução de indicadores do ponto de colheita em
329 mangas ‘Tommy Atkins’ durante o crescimento e a maturação, nas condições do vale do São
330 Francisco, Brasil. *Ciência Agrotecnica* 33: 432-439.
- 331 Medina VM (1995) Fisiologia pós-colheita da manga Embrapa-CNPQ.
- 332 Morais PLD, Filgueiras HAC, Pinho JLN, Alves RE (2003) Ponto de colheita ideal de mangas
333 ‘Tommy Atkins’ destinadas ao mercado europeu. *Revista Brasileira de Fruticultura* 24: 671-
334 675.
- 335 Neves LC, Manzione RL, Vieites RL (2002) Radiação gama na conservação pós-colheita da
336 nectarina (*Prunus persica* var. *nucipersica*) frigoconservada. *Revista Brasileira de Fruticultura*
337 24:676-679.
- 338 O’Beirne, D (1989) Irradiation of fruits and vegetables applications tissues. *Professional*
339 *Horticulture* 3:12-19.
- 340 Ohlweiler OA (1980) *Química analítica quantitativa* 2 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e
341 Científicos.
- 342 Reyes LF, Cisneros-Zevallos L (2007) Electron-beam ionizing radiation stress effects on
343 mango fruit (*Mangifera indica* L.) Antioxidant constituents before and during postharvest
344 storage. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 55: 6132–6139.
- 345 Sabato SF, Silva JM, Cruz JN, Salmieri S, Rela PR, Lacroix M (2009) Study of physical-
346 chemical and sensorial properties of irradiated Tommy Atkins mangoes (*Mangifera indica* L.)
347 in an international consignment. *Food Control* 20: 284-288.
- 348 Silva CRR, Fonseca EBA, Moreira MA (2007) *A cultura da manga*. Disponível em:
349 <http://www.editora.ufla.br/Boletim/pdfextensao/bol_24.pdf>. Acesso em: 21 mar.2009.
- 350 Souza DC (2007) Progresso temporal e padrão espacial de epidemias da podridão-parda-do-
351 pessegueiro. 2007. 63f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de
352 Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

- 353 Souza ARM, Brazaca SGC, Arthur V, Oliveira AGC, Spoto MHF, Walter JMM (2009) Efeito
354 da radiação gama e do armazenamento na qualidade de pedúnculo de caju (*Anacardium*
355 *occidentale* L.). *Ciência agrotécnica* 33: 848-854.
- 356 Spalding DH, VonWindeguth DL, (1988) Quality and decay of irradiated mangos.
357 *HortScience* 23: 187–189.
- 358 Subedi PP, Walsh KB, Owens G (2007) Prediction of mango eating quality at harvest using
359 short-wave near infrared spectrometry. *Postharvest Biology and Technology* 43: 326-334.
- 360 Wilson CL, El-Ghaouth A, Chalutz E, Droby S, Stevens C, Lu JY, Khan V, Arul J (1994)
361 Potential of induced resistance to control postharvest disease of fruits and vegetables. *Plant*
362 *Disease* 78: 837-843.
- 363
- 364
- 365
- 366
- 367
- 368
- 369
- 370
- 371
- 372
- 373
- 374
- 375
- 376
- 377
- 378
- 379
- 380



389 **FIG.1** – Desenvolvimento da podridão peduncular de manga cv. Tommy Atkins após armazenamento
390 refrigerado de 13°C e sob armazenamento de 26°C e UR de 90%, sem a cobertura de filme PVC e
391 inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides* e irradiadas nas doses de 0; 0,25; 0,35 e 0,45 kGy.

392

393 **Tabela 1.** Firmeza da polpa (Kgf) de manga cv. Tommy Atkins após armazenamento refrigerado
394 de 13°C e sob armazenamento de 26°C e UR de 90%, sem a cobertura de filme PVC e inoculadas
395 com *Colletotrichum gloeosporioides* e irradiadas nas doses de 0; 0,25; 0,35 e 0,45 kGy.

396

Dias	Dose 0 kGy	Dose 0,25 kGy	Dose 0,35 kGy	Dose 0,45 kGy
15	2,34Aa	2,3Aa	2,48Aa	2,64Aa
17	0,94Ab	1,02Bb	1,16Bb	1,82Bb
CV%	4,63	5,76	4,36	4,77

397

398 Médias seguidas pela letra maiúscula entre as colunas e minúscula dentro da coluna não diferem entre si pelo
399 teste de Tukey a 5% de probabilidade.

400

401

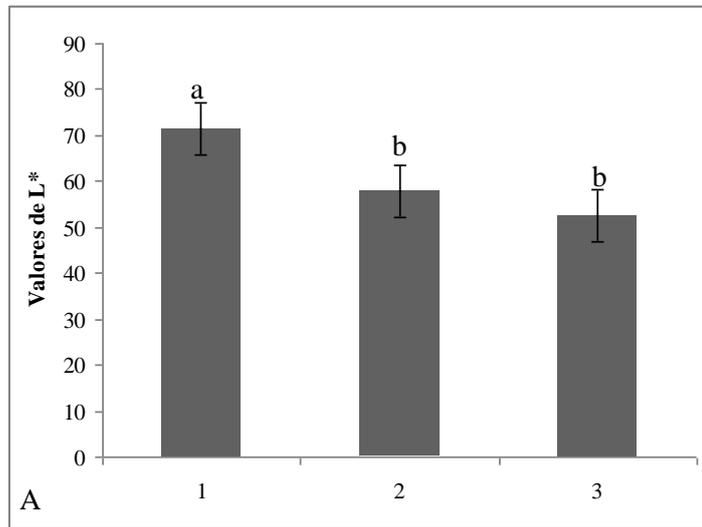
402

403

404

405

406



407

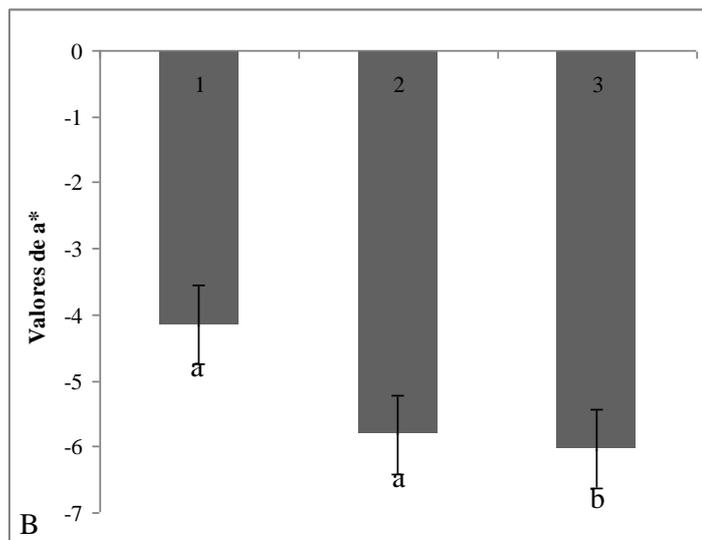
408

409

410

411

412



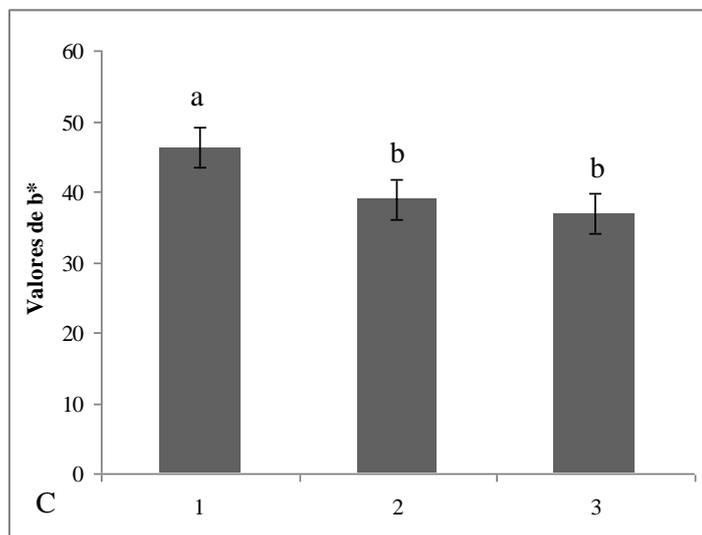
413

414

415

416

417



418

419

420

421

FIG. 2 – Desenvolvimento da cor da polpa, aonde: A) L* (0 = preto, 100 = branco); B) a* (+a = vermelho, - a = verde); C) b* (+b = amarelo, - b = azul) para as popas de manga da cv. Tommy Atkins antes e 15 dias após armazenamento refrigerado a 13°C e sob armazenamento de 26°C e UR de 90%, sem a cobertura de filme PVC e inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides* e irradiadas nas doses

422 de 0; 0,25; 0,35 e 0,45 kGy. Sendo 1: avaliação na entrada da câmara; 2: avaliação na saída da câmara
 423 15 dias após a entrada; 3- avaliação dois dias após saída da câmara (17 dias da entrada).

424

425

426

427

428

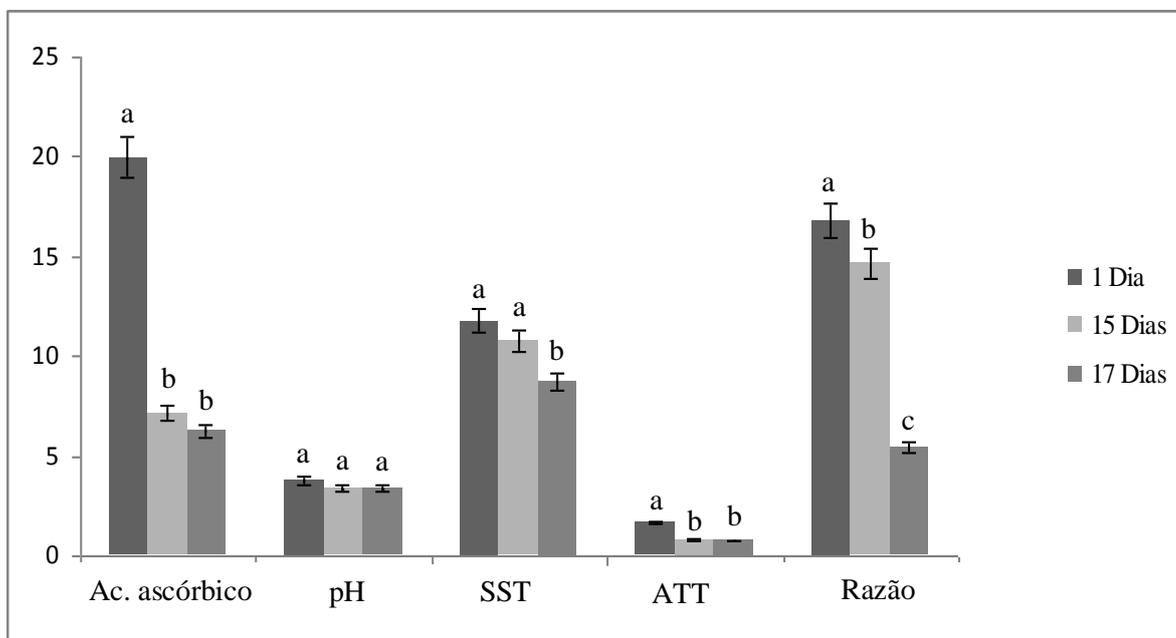
429

430

431

432

433



434

435 **FIG.3** – Características químicas de manga da cv. Tommy Atkins antes e 15 dias após armazenamento
 436 refrigerado a 13°C e sob armazenamento de 26°C e UR de 90%, sem a cobertura de filme PVC e
 437 inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides* e irradiadas nas doses de 0; 0,25; 0,35 e 0,45 kGy.
 438 Sendo avaliadas em três dias 1 dia: avaliação na entrada da câmara; 15 Dias: avaliação na saída da
 439 câmara 15 dias após a entrada; 17 Dias: avaliação dois dias após saída da câmara (17 dias da entrada).

440

441

442

443

444

445

446

Conclusões Gerais

CONCLUSÕES GERAIS

- ♠ A associação dos tratamentos de radiação gama, refrigeração e atmosfera modificada não demonstraram alterações nas propriedades físico-químicas das mangas a ponto de afetar a comercialização das mesmas;
- ♠ O desenvolvimento da antracnose nas mangas irradiadas foi zero no tratamento com a dose de 0,45 kGy, apenas apresentaram manchas na casca;
- ♥ O desenvolvimento da podridão ocasionada por *F. parvum* apresentou uma redução acentuada conforme aumentava-se as doses de radiação;
- ♣ A podridão peduncular causada por *L. theobromae* mostrou uma diminuição no desenvolvimento da lesão nas frutas tratadas com as doses mais altas de radiação gama quando comparadas com as frutas não irradiadas.

