

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997

v.7, n.1, p.66-72, jan.-mar., 2012

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI:10.5039/agraria.v7i1a1477

Protocolo 1477 – 13/04/2011 *Aprovado em 08/08/2011

Elizabeth R. Alexandre^{1, 3}

Jacirleide de Oliveira^{1, 4}

Sônia M. A. de Oliveira¹

Josenilda M. da Silva²

Radiação gama sobre agentes fitopatogênicos da manga da cultivar Tommy Atkins

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos da radiação gama *in vitro* sobre os principais agentes fitopatológicos de manga da cultivar Tommy Atkins. Os parâmetros morfofisiológicos avaliados foram crescimento micelial, esporulação e aspectos das colônias (cor e aspecto topográfico) dos fungos *Colletotrichum gloeosporioides*, *Alternaria alternata* e *Fusicoccum parvum* após exposição em placas de Petri à aplicação de dose 1,0 kGy de radiação gama com fonte Co⁶⁰. A dose de 1,0 kGy foi significativa para inibir o crescimento micelial de *C. gloeosporioides* e *A. alternata*, porém estimulou o crescimento micelial de *F. parvum*. Os resultados da esporulação revelaram que os fungos *C. gloeosporioides* e *F. parvum* reduziram o número de esporos após a radiação, no entanto, o fungo *A. alternata*, quando exposto à radiação, resultou no aumento da produção de conídios/mL. Mudanças culturais não foram percebidas nas colônias dos fungos estudados após exposição à radiação gama.

Palavras-chave: Fungos pós-colheita, *Mangifera indica*, radiação ionizante.

Gamma radiation on phytopathogenic agents of mango cultivar Tommy Atkins

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effects of the gamma radiation *in vitro* on the major phytopathological agents of the mango cultivar Tommy Atkins. The morphophysiological parameters evaluated were mycelial growth, sporulation and aspects of the colonies (color and topographical aspect) of the fungi *Colletotrichum gloeosporioides*, *Alternaria alternata* and *Fusicoccum parvum* after exposure in Petri dishes to the application of 1.0 kGy of gamma radiation with Co⁶⁰ source. The 1.0 kGy dose was significant enough to inhibit the mycelial growth of *C. gloeosporioides* and *A. alternata*, but it stimulated the mycelial growth of *F. parvum*. Results revealed that the sporulation of the *C. gloeosporioides* and *F. parvum* fungi reduced the number of spores after the radiation, however, the *A. alternata* fungus, when exposed to the radiation, resulted in increase in the number of conidia/mL. Cultural changes were not observed in the fungi colonies studied after exposure to gamma radiation.

Key words: Postharvest fungi, *Mangifera indica*, ionizing radiation.

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Área de Fitossanidade, Laboratório de Patologia Pós-Colheita, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52.171-900, Recife-PE, Brasil. Fone: (81) 3320-6216. Fax: (81) 3320-6205. E-mail: beth.agrofito@hotmail.com; jacyleyde@yahoo.com.br; s.oliveira@depa.ufrpe.br;

² Centro Regional de Ciências Nucleares (CRCN/NE), Av. Prof. Luiz Freire, 200, Cidade Universitária, CEP 50.740-540, Recife-PE, Brasil. Fone: (81) 3797-8037. Fax: (81) 3797-8075. E-mail: jmnilda@yahoo.com.br

³ Bolsista de Iniciação Científica FACEPE/CNPq

⁴ Bolsista de Mestrado do CNPq

INTRODUÇÃO

Em crescente expansão, a mangicultura (*Mangifera indica* L.), que conferiu à balança comercial de exportação US\$ 118 milhões em 2009 (Ibraf, 2010), é uma das principais atividades do pólo agrícola de Petrolina-PE e Juazeiro-BA, pela consolidação da agricultura irrigada no Nordeste brasileiro (Silva et al., 2000). A cultivar americana Tommy Atkins representa mais de 79% da área plantada no Brasil e é predominantemente cultivada neste pólo agrícola (Araújo & Correia, 2004). Apesar da vertiginosa expansão observada neste pólo frutícola, este vem enfrentando nos últimos anos perdas significativas na produção, devido a problemas fitossanitários, principalmente na pós-colheita. A exemplo dos fungos, os quais prejudicam a cadeia de comercialização da fruta e, com isso, têm colocado em risco o agronegócio da manga (Batista et al., 2009).

Os principais fitopatógenos causadores de podridões pós-colheita em manga são os fúngicos, destacando-se o *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) and Saccardo, agente etiológico da antracnose que causa grandes prejuízos à produção e durante a comercialização da manga, chegando atingir até 80% de incidência se não forem adotadas medidas eficientes de controle (Choudhury et al., 2003). Outro patógeno é o fungo *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl, o qual deprecia a qualidade externa e interna do fruto pela coalescência das manchas aquosas ao redor das lenticelas durante todo armazenamento (Tavares et al., 2001). Mais recentemente, o fungo *Fusicoccum parvum* (Pennycook & Samuels) Crous. (= sin. *Neofusicoccum parvum*) vem despontando grandes prejuízos na mangicultura através da podridão mole/peduncular em mangas (Batista et al., 2009).

Lima et al. (2006) relataram ser imprescindível o desenvolvimento de métodos de conservação mais eficientes e adequados à realidade dos mercados, uma vez que esta fruta possui vida útil pós-colheita limitada. As tecnologias pós-colheita que visam à manutenção das características da fruta e previnem as deteriorações são cada vez mais estudadas e aprimoradas (Oliveira et al., 2006); dentre elas está a utilização da radiação ionizante com uso de radiação gama.

A utilização da radiação ionizante visando à eliminação de microrganismos sobre os alimentos é considerada uma tecnologia versátil, que pode reduzir ou eliminar microrganismos e ainda atuar como efeito fungicida (Cia, 2005).

Pereira (2009) intensificou a confirmação de que a radiação ionizante não produz nenhum efeito adverso e pode ser uma ferramenta valiosa para a redução de bactérias e fungos patogênicos, reduzindo os perigos para a saúde humana. Os estudos mais recentes admitem ainda que os efeitos biológicos causados pela radiação ionizante são principalmente resultados do rompimento das moléculas de ácidos nucleicos (DNA ou RNA) no núcleo de células, o que é uma importante razão para a alta sensibilidade do DNA frente aos efeitos da radiação (Scott Smith & Suresh, 2004).

De acordo com Lacroix & Quattara (2000), doses relativamente baixas, compreendidas entre 1,0 a 3,0 kGy, promovem redução de população de molécula microbiana. Da mesma forma, Blank & Corigan (1995), ressaltaram, em seu

estudo com fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* e outros submetidos à radiação gama, que existem diferentes sensibilidade aos esporos destes à irradiação. Patterson (2005) destaca a importância do estudo sobre a rádio-resistência de algumas espécies fúngicas quanto à capacidade de crescimento e esporulação quando irradiadas, sendo esta informação importante quando no estudo *in vivo* das espécies dos gêneros *Fusarium*, *Alternaria* e outros causadores de deterioração e podridões em grãos e frutas.

Trabalhos em âmbito nacional vêm sendo desenvolvidos no intuito de se comprovar que a exposição de frutas à radiação gama não compromete o produto quanto as suas características físico-químicas e sensoriais e ainda reduz o desenvolvimento de podridões. Neste sentido, Sabato et al. (2008) estudaram os efeitos físico-químicos sensoriais e visuais de manga ‘Tommy Atkins’ irradiadas a doses entre 0,4 a 1,0 kGy e verificaram que e incidência final de podridão foi menor para frutas irradiadas. Já Santos et al. (2010), ao estudarem o efeito da radiação gama em doses baixas (0,24, 0,35 e 0,45 kGy) no controle pós-colheita da podridão por *Fusicoccum* em manga ‘Tommy Atkins’, verificaram que a maior dose de radiação gama foi eficiente em retardar o desenvolvimento da doença sem comprometer as características físico-químicas das frutas, mantendo-se nos parâmetros ideais para a comercialização. Mas poucos são aqueles que avaliam os efeitos diretos da radiação sobre os agentes microbiológicos de caráter bacterianos e fúngicos. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da radiação gama sobre os principais agentes fitopatológicos isolados de manga cv. Tommy Atkins.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção das culturas fúngicas

Culturas dos fungos *Colletotrichum gloeosporioides*, *Alternaria alternata*, e *Fusicoccum parvum*, obtidas por meio de frutas de mangueira da Tommy Atkins que apresentavam sintomas típicos das doenças provocadas por estes fungos, provenientes do Laboratório de Fitopatologia da EMBRAPA Semi Árido - PE, foram preparadas para crescimento em placa de Petri contendo meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA), em condições de laboratório (temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $68 \pm 2\%$), e quando foi atingido o tempo fisiológico ideal (maturo), foram repicadas para a execução do experimento.

Crescimento micelial e radiação gama das colônias fúngicas

Inicialmente, transferiram-se discos do meio de cultura de 5 mm de diâmetro, retirados dos bordos das colônias e contendo estruturas dos patógenos *C. gloeosporioides*, *F. parvum* e *A. alternata*, com 6, 10 e 10 dias respectivamente, que foram repicadas para placas de Petri contendo 15 mL de meio BDA. Após 2h, as placas foram levadas ao Departamento de Energia Nuclear da UFPE (Laboratório GamaLab) e irradiadas na dose de 1,0 kGy. Foi utilizado um radiador Gammacell® 220Excel – MDS Nordion, cuja taxa no momento

da aplicação era 7,02 kGy/h, tendo como fonte o Cobalto⁶⁰. Após a radiação, as placas foram mantidas em ambiente de laboratório a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $75 \pm 5\%$ UR no laboratório de Patologia Pós-colheita da UFRPE. Placas testemunhas (0,0 kGy) foram utilizadas como controle.

A avaliação do crescimento micelial foi conduzida diariamente após o início da incubação, medindo-se o diâmetro da colônia em duas direções opostas com régua milimetrada, até o sétimo dia após a radiação e incubação das placas, de onde se obteve o diâmetro médio final (DMF) observado na última leitura. Utilizaram-se oito repetições para cada espécie fúngica, sendo a placa de Petri a unidade experimental. O experimento foi inteiramente casualizado e os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey ($P < 0,05$) para a comparação das médias (Zonta & Machado, 1996).

Aspectos culturais das colônias após radiação

A avaliação dos aspectos culturais das espécies foi efetuada de forma comparativa entre as colônias não irradiadas e as irradiadas. Observaram-se as seguintes características na cultura: aspecto topográfico das colônias; coloração (face superior e reverso da placa); densidade; e zonagem, durante todo período de avaliação de crescimento. A coloração das colônias foi determinada por comparação com a carta de cores de Saccardo (1891) e as características inerentes a cada espécie seguindo descritores para *A. alternata* (Andersen et al., 2001), para *F. parvum* (Crous et al., 2006; Phillips; 2010) e para *C. gloeosporioides* (Sutton, 1992).

Esporulação

Ao final do período de crescimento micelial, avaliou-se a esporulação dos fungos irradiados e não irradiados. A suspensão de conídios foi preparada adicionando-se 20 mL de água destilada esterilizada nas placas com as culturas dos fungos e, com o auxílio de uma escova de cerdas macias e/ou lâmina de vidro, fez-se a liberação dos conídios. Com a suspensão do filtrado em gaze de dupla camada esterilizada, determinou-se a quantificação de conídios através da câmara de Neubauer expressa em conídios/mL. Para melhor dispersão dos conídios na suspensão, adicionou-se Tween-20 na proporção de uma gota para 100 mL de suspensão. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p > 0,05$) após serem transformadas em $(X+1)^{0,5}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A escolha da dose de 1,0 kGy neste estudo foi adotada mediante testes anteriores de maior eficiência da dose em detrimento da eficácia de doses maiores ou inferiores, além de corroborar estudos já publicados (Cia et al., 2007; Lopes, 2009) em ensaios preliminares quanto ao efeito da radiação sobre o crescimento micelial, esporulação e germinação envolvendo as espécies em condição semelhante. Considerou-se ainda que o controle de organismos fúngicos pode ser alcançado com doses na faixa de 1-3 kGy (Ziebkewicz et al., 2004).

O efeito da dose de radiação gama sobre o crescimento micelial de *C. gloeosporioides*, *A. alternata* e *F. parvum* pode ser observado na Figura 1, em que ocorreu influência significativa sobre as três espécies estudadas.

A radiação gama na dose de 1,0 kGy promoveu inibição no crescimento micelial do fungo *C. gloeosporioides*, sendo este resultado semelhante aos encontrados por Cia et al. (2007), porém com o patossistema *C. gloeosporioides* X mamão (*Carica papaya* L.) submetido a mesma dose de radiação.

No presente trabalho, embora tenha sido encontrada redução no crescimento micelial, a dose não mostrou efeito letal sobre o patógeno; apenas desencadeou uma velocidade de crescimento durante o período avaliado, resultando em menor diâmetro médio final quando comparada com o controle (colônias não-irradiadas). Camilli et al. (2004), expondo colônias de *Botrytis cinerea* à radiação UV-C, também observaram redução no crescimento micelial, porém sem efeito letal sobre o patógeno.

Sobre *A. alternata*, foi possível verificar redução no seu crescimento, que se manteve ao longo dos dias avaliados, resultado que contradiz o exposto por Lopes (2009), em que a dose de 1,0 kGy estimulou o crescimento deste fungo. Para Nahed (1999), a radiação leva a elaboração de determinadas substâncias químicas que estimulam ou retardam o processo de crescimento. Braghini (2009), em seu trabalho com o patossistema *A. alternata* x cereais, observou que mesmo em doses de médias a altas de 2, 5 e 7,0 kGy, o fungo apresentou grande resistência à radiação, conseguindo crescer, mesmo sob condição adversa.

Já para o *F. parvum*, foi encontrado um efeito no crescimento micelial contrário ao observado para as espécies anteriores, em que a dose de 1,0 kGy estimulou o crescimento

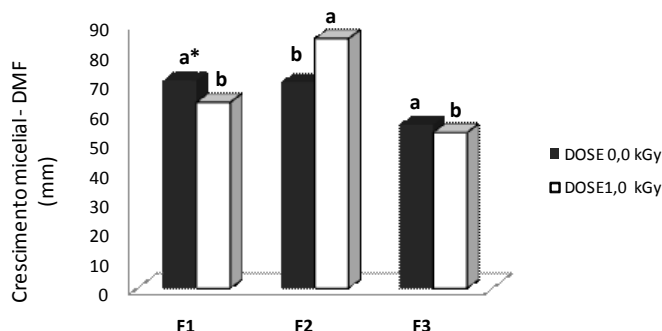


Figura 1. Efeito da radiação gama sobre o crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides* (F1), *Fusicoccum parvum* (F2) e *Alternaria alternata* (F3), após sete dias de incubação em meio de cultura BDA à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $75 \pm 5\%$ UR. *Médias de oito repetições. Médias seguidas de mesma letra entre tratamentos não diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey (A: CV= 3,4%; B: CV= 2,3%, C: CV= 2,8%).

Figure 1. Effect of gamma irradiation on the mycelial growth of *Colletotrichum gloeosporioides* (F1), *Fusicoccum parvum* (F2) and *Alternaria alternata* (F3) after seven days of incubation in PDA culture medium under temperatures of $25 \pm 2^\circ\text{C}$ and $75 \pm 5\%$ RH. *Means of eight replications. Means followed by the same letter between treatments do not differ ($P < 0.05$) by Tukey's test (A: CV= 3.4%; B: CV= 2.3%; C: CV= 2.8%).

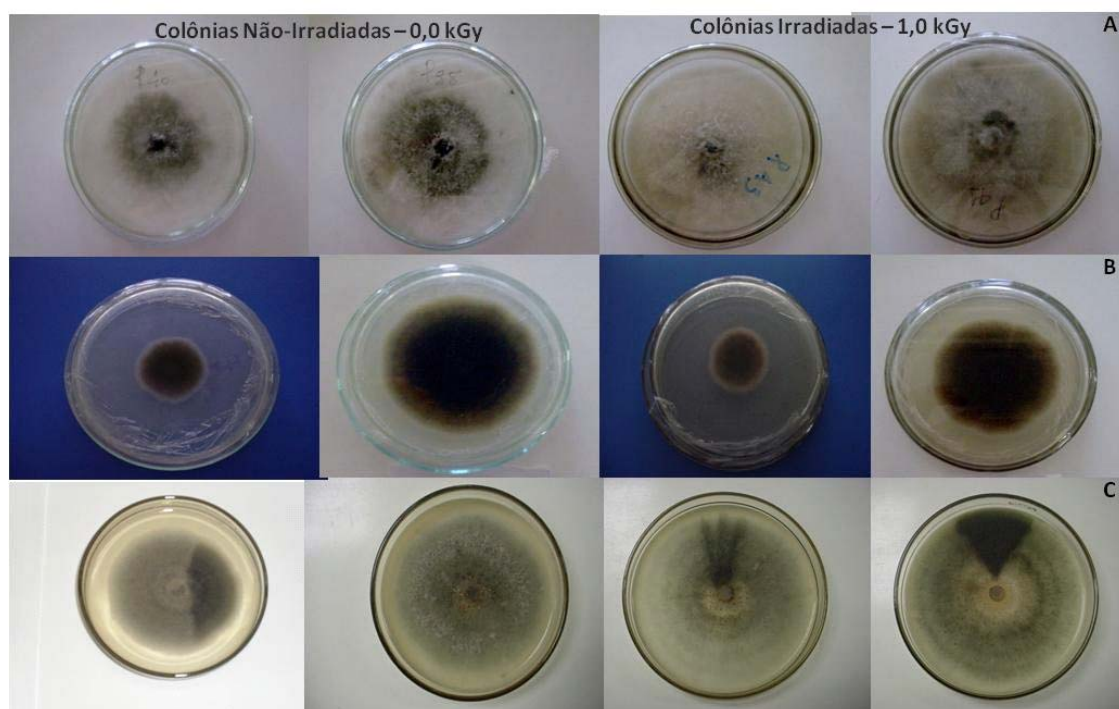


Figura 2. Visão geral das culturas de *F. parvum* (A), *A. alternata* (B), *C. gloeosporioides* (B) após radiação gama na dose de 1,0 kGy em comparação às culturas não irradiadas (0,0 kGy)

Figure 2. Overview of the *F. parvum* (A), *C. gloeosporioides* (B) and *A. alternata* (C) cultures after gamma irradiation at a dose of 1.0 kGy, in comparison to non-irradiated cultures (0.0 kGy)

do patógeno em comparação com o não irradiado (controle), o que pode indicar que esta espécie é menos sensível ao tratamento com radiação ionizante, provavelmente por este patógeno apresentar micélio aéreo vigoroso e corpos de frutificação (picnídios). Na literatura, o *F. parvum*, assim como algumas espécies de *Botryosphaeria*, quando considerado estímulo ou supressão de seu crescimento, normalmente encontra-se associado a condições como temperatura, qualidade de luz e radiação (Crous et al., 2006; Úrbez-Torres et al., 2006), favorecendo o crescimento e a esporulação.

A influência da radiação gama sobre as características culturais das colônias como coloração e relevo das espécies em estudo não foram modificadas. A figura 2 ilustra as colônias de *C. gloeosporioides*, *A. Alternata* e *F. parvum* radiados com a dose 1,0 kGy e as colônias não irradiadas.

F. parvum (Figura 2a) seguiu o mesmo padrão de crescimento em placa de Petri que seu comparativo não irradiado, como se pode observar na placa em sua face superior e reversa (inferior), formando colônias diametralmente circulares, com densidade média, frente de crescimento (topografia) regular homogênea, aspecto de transparência homogêneo não visualizando formação de zonagem. Colônias formadas inicialmente por um micélio vigoroso, aéreo, de aspecto cotonoso e de coloração branco-esverdeado com nuances cinzas a negra, e na face reversa da placa pode-se observar coloração verde-acentuada, onde no sexto dia apresenta coloração mais escura e pontuações negras

facilmente visualizadas na face reversa da placa, como descrito em Vaz (2008) e Phillips (2010).

Do oitavo ao décimo dia, a colônia tornou-se totalmente enegrecida com o início da formação de picnídios, no centro da placa, inicialmente, e depois nos bordos, como encontrado por Batista et al. (2009), no patossistema *F. parvum* x manga.

As colônias de *A. alternata* (Figura 2b) irradiadas não sofreram modificação quanto ao formato de crescimento em placa de Petri, demonstrando crescimento mais ou menos irregular, com zonas (zonagem) de coloração mais escura (marrom acentuado) nas colônias, da mesma forma que se comportou seu respectivo controle. As colônias ainda apresentam-se com densidade média e frente de crescimento regular. As características culturais das colônias irradiadas e não-irradiadas apresentadas foram condizentes com as descrições de Andersen et al. (2001), que descreveram colônias com micélio aéreo e denso cinza-esverdeado com nuances marrons e bordas branco-cinzas, e no reverso da placa a coloração marrom predominante escuro.

C. gloeosporioides (Figura 2c) também não apresentou variação no padrão de crescimento da colônia. Observaram-se micélio aéreo vigoroso, colônias regulares em crescimento, com coloração inicial branco-gelo, adquirindo posteriormente coloração cinza-escura predominante. No centro, a coloração salmão oriunda da massa de conídios também pode ser visualizada. Pode-se visualizar zonagem de coloração mais atenuante (verde oliva). No reverso da placa foi visualizada coloração cinza-escura a verde-oliva predominante. Serra et

al. (2011), em estudo de caracterização de isolados de *Colletotrichum* da mangueira, encontraram a cor branco-cinza predominante nas colônias de *C. gloeosporioides* isoladas, e também visualizaram em alguns casos, colônias com produção de massa de conídios distribuídas em anéis concêntricos na superfície da colônia, de coloração alaranjada.

Na Figura 3, pode-se visualizar o resultado da influência direta da radiação gama sobre a esporulação das espécies fúngicas em estudo. A dose empregada (1,0 kGy) acarretou redução na produção de conídios de *C. gloeosporioides*. Este resultado corrobora o encontrado por Lopes (2009), sobre o efeito da radiação gama na esporulação de *C. gloeosporioides* do mamão submetido à mesma dose.

Para compreender os efeitos da radiação gama sobre um microrganismo também é necessário reconhecer que este lança mão de mecanismos de adaptação a uma situação inesperada a qual seja exposto. LebaiJuri et al. (1995), ao estudar a sensibilidade de conídios de fungos fitopatogênicos, mediante exposição de diversas fontes de radiação (gama, elétrons, X-beam), dentre os gêneros e espécies, observaram que o *C. gloeosporioides* mostrou capacidade de sobrevivência e viabilidade dos conídios mesmo após exposição à radiação, provavelmente resultante do mecanismo de produção de conídios intermediários, capaz de responder a fonte perturbadora. Ainda de acordo com estes autores, embora algumas células provavelmente sejam mortas em resposta à exposição a doses de radiação, a maioria sofre apenas danos subletais muitas vezes porque não recebeu uma dose suficientemente capaz de inativar completamente a célula, conseguindo perpetuar-se. Tal argumento responde aos resultados aqui encontrados em que, embora tenha ocorrido uma redução na produção de conídios em *C. gloeosporioides* e *A. alternata*, ambas as espécies continuaram a se multiplicar em meio de cultivo.

A alteração na capacidade de esporular é consequência direta da exposição dos patógenos a uma fonte perturbadora, pois pode atuar como condição adversa à sobrevivência (Griffin, 1994). Segundo Pillai & Espinosa (2003), a radiação pode não matar completamente os fitopatógenos, mas pode resultar em danos diretos ao seu genótipo, prejudicando seu DNA.

Para *F. parvum*, embora a radiação tenha incitado maior crescimento micelial favorecendo a uma extensão micelial rápida, cobrindo toda a superfície da placa em tempo reduzido quando comparado ao controle, este sofreu redução quanto à produção de conídios, podendo-se inferir que a dose de 1,0 kGy foi suficiente para promover maior sensibilidade na produção de picnídios férteis. Mesmo se tratando de um fungo que possui esporos multicelulares, o *F. parvum* mostrou-se sensível quanto à produção de conídios quando comparado ao respectivo controle. Para Sommer et al. (1964), esporos multicelulares ou bicelulares são mais tolerantes à radiação gama que os esporos unicelulares.

O resultado aqui encontrado não se assemelha ao encontrado por Jitareerat et al. (2005), em que a exposição de uma espécie de *Botryosphaera*, o fungo *L. theobromae* isolado de frutos de bananaeira submetidos a dose entre 1,0 a 4,0 kGy, não foi totalmente comprometido, sendo a dose de

4,0 kGy capaz apenas de retardar o crescimento de *L. theobromae* sem provocar alteração nas características culturais.

O grau de sensibilidade da exposição de fungo em resposta à produção de esporo vem sendo estudada para alguns fungos do gênero *Aspergillus* e *Penicillium* (LebaiJuri et al., 1995). Mesmo diante da relevância das espécies patogênicas para a cultura da manga na Região Nordeste brasileira, ainda são muito escassos dados na literatura especializada para o gênero e espécie de *Botryosphaeraceae*, como o *F. parvum*. Batista et al. (2009) afirmaram que existe uma necessidade de maiores pesquisas tanto básicas quanto aplicadas para maior detalhamento nas condições desta espécie.

Nos resultados encontrados para *A. alternata*, pôde-se verificar que mesmo inibindo o crescimento micelial do patógeno, a radiação gama na dose de 1,0 kGy estimulou a esporulação quando comparada com o controle. Cochrane (1958) afirma que a reprodução de vários fungos é iniciada por fatores que paralisam repentinamente o crescimento do micélio, seja este previamente estabelecido ou não. Em seu trabalho com *A. alternata*, Braghini (2009) constatou que este fungo mostrou grande resistência às doses de radiação gama utilizadas de 2, 5, e 7 kGy, e concluiu que a radiação propiciou aumento na esporulação. Afirmou, ainda, que é importante a escolha adequada da dose de radiação a ser adotada para que haja a completa eliminação de *A. alternata* no substrato estudado.

Estudos desenvolvidos por Pulz & Massola Jr. (2009), que utilizaram luz UV, radiação UV-C e microondas, relataram a influência destes fatores na esporulação de espécies de *Alternaria*, sob a argumentação de que esse tipo de radiação pode ter afetado uma série de processos bioquímicos

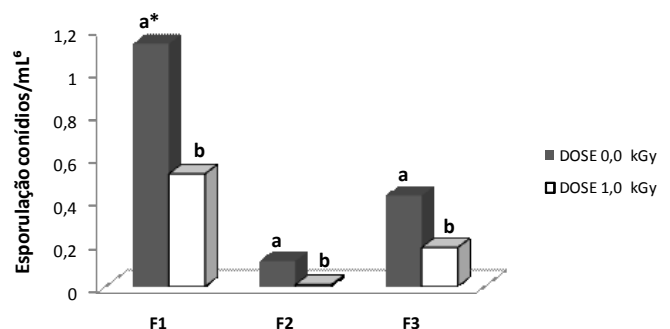


Figura 3. Efeito da radiação gama sobre a esporulação de *Colletotrichum gloeosporioides* (F1), *Fusicoccum parvum* (F2) e *Alternaria alternata* (F3), após incubação e crescimento em meio de cultura BDA sob temperatura de 26°C e 75% UR. *Médias de oito repetições. Médias seguidas de mesma letra entre tratamentos não diferem entre si a ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey. (A: CV= 35,0%; B: CV= 45,0%; C: CV= 29,0%)

Figure 3. Effect of gamma irradiation on the sporulation of *Colletotrichum gloeosporioides* (F1), *Fusicoccum parvum* (F2) and *Alternaria alternata* (F3) after incubation in PDA culture medium under temperatures of 26°C and 75 ±% RH. *Means of eight replications. Means followed by the same letter between treatments do not differ ($P < 0.05$) by Tukey's test (A: CV= 35.0%; B: CV= 45.0%, C: CV= 29.0%)

possivelmente inativados temporária ou permanentemente e, por consequência, ter afetado a esporogênese.

No presente estudo, os efeitos da radiação gama sobre *A. alternata* confirmam as argumentações de Saleh et al. (1988), que ressaltaram que algumas espécies de fungos dematiáceos detentoras de relativa resistência à radiação gama necessitam de doses relativamente maiores que 1,0 kGy para serem inativados.

CONCLUSÕES

A dose de 1,0 kGy exerceu efeito significativo quanto à redução da esporulação para *F. parvum*, apresentando grande produção picnídios na sua maioria inférteis;

O crescimento micelial dos fungos *C. gloeosporioides* e *A. alternata* foi reduzido quando irradiado;

As características culturais das espécies, quando submetidas à dose de 1,0 kGy, não apresentaram padrões de diferenciação quando comparadas às colônias não irradiadas;

Os resultados obtidos neste estudo poderão servir de argumentos para futuras pesquisas no controle *in vivo* destes patógenos, quando aplicada à tecnologia de radiação ionizante.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE, pela bolsa de iniciação científica BIC 0682-5.01/10 concedida à primeira autora.

LITERATURA CITADA

- Andersen B. Chemical and morphological segregation of *Alternaria alternata*, *A. gaisen* and *A. longipes*. *Mycological Research*, v.105, n. 3, p.291-299, 2001. <http://journals.cambridge.org/abstract_S0953756201003446>. doi:10.1017/S0953756201003446. 12 Jan. 2011.
- Araújo, J.L.P.; Correia, R.C. Production cost analysis and commercialization of mangos for exporting produced in the Submiddle São Francisco Region, Brazil. *Acta Horticulturae*, Leuven, n.645, p.379-381, 2004.
- Batista, D.C.; Barbosa, M.A.G.; Costa, V.S.O.; Silva, F.M.; Terao, D. Diagnose e perdas na cadeia produtiva da manga causadas por *Neofusicoccum parvum*. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. 6p. (Embrapa Semiárido. Comunicado Técnico, 140). <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/660943/1/ComunicadoNeofusicoccum.pdf>>. 12 Jan. 2011.
- Blank, G.; Corrigan, D. Comparision of resistance of fungal spore to gamma and electron bean radiation. *Internacional of Journal Food Science and Technology*, v.26, n. 3, p. 269-277, 1995. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016816059400129T>>. doi:10.1016/0168-1605(94)00129-T. 15 Jan. 2011.
- Braguini, R. Efeito da radiação gama no fungo *Alternaria alternata* e nas micotoxinas alternariol e alternariol monometil éter em amostras de cereais artificialmente contaminadas. São Paulo: USP, 2009. 101p. Tese Doutorado.
- Camili, E.C.; Benato, E.A.; Pascholati, S.F.; Cia, P. Avaliação de irradiação UV-C aplicada em pós-colheita na proteção de uva 'Itália' contra *Botrytis cinerea*. *Summa Phytopathologica*, v.30, n.3, p.306-313, 2004.
- Choudhury, M.M.; Costa, T.S.; Anjos, J.B. Controle da antracnose pós-colheita da manga causada por *Colletotrichum gloeosporioides*. Petrolina: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003. 4p. (Comunicado Técnico, 116). <http://www.cpatia.embrapa.br:8080/public_eletronica/downloads/COT116.pdf>. 22 Jan. 2011.
- Cia, P. Avaliação de agentes bióticos e abióticos na indução de resistência e no controle pós-colheita da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em mamão (*Carica papaya*). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, 2005. 197p. Tese Doutorado.
- Cia, P.; Pascholati, S.F.; Benato, E.A.; Camili, E.C.; Santos, C.A. Effects of gamma and UV-C irradiation on the postharvest control of papaya anthracnose. *Postharvest Biology and Technology*, v.43, n.3, p.366-373, 2007. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521406002791>>. doi:10.1016/j.postharvbio.2006.10.004. 11 Jan. 2011.
- Cochrane, V.W. *Physiology of fungi*. New York: John Wiley & Sons, 1958. 524p.
- 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*, v.55, n.1, p.235-253, 2006. <<http://studiesinmycology.org/content/55/1/235.full.pdf+html>>. doi:10.3114/sim.55.1.235. 11 Feb. 2011.
- Griffin, D.H. *Fungal Physiology*. 2.ed. New York: John Wiley & Sons. 1994. 444p.
- Instituto Brasileiro de Frutas - Ibraf. Secex- Elaboração Ibraf - Comparativo das Exportações Brasileiras de Frutas Frescas. <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp> 12 Dez 2010.
- Jitareerat, P.; Kriratikron1, W; Phochanachai1, S; Uthiratanakij1, A. Effects of Gamma Irradiation on Fungal Growths and Their Pathogenesis on Banana cv. 'Kluai Kai'. In: International Symposium New Frontier of Irradiated Food and Non-Food Products, 2005, Bangkok, Thailand. Proceedings... Bangkok: KMUTT, 2005. <<http://filing.fda.moph.go.th/library/e-learning/fcd/ISNF/poster/15.pdf>>. 12 Dec 2010.
- Lacroix, M.; Quattara, B. Combined industrial processes with irradiation to assure innocuity and preservation of food products – a review. *Food Research International*, v.33, n. 9, p. 719-724, 2000. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996900000855>>. doi:10.1016/S0963-9969(00)00085-5. 22 Dec. 2010.
- Lebaijuri, M.; Omar, M.; Yusof, N. Sensitivity of the conidia of plant pathogenic fungi to Gamma-rays, electron particles and X-ray (Bremsstrahlung) irradiation. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v.11, n.6, p.610-614, 1995. <<http://www.springerlink.com/content/w217427853470554/>>. doi:10.1007/BF00361000. 21 Jan. 2011.

- Lima, M.A.C. de; Silva, A.L. da; Azevedo, S.S.N.; Santos, P.S. Tratamentos pós-colheita com 1metilciclopropeno em manga 'Tommy Atkins': efeito de doses e número de aplicações. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 28, n. 1, p. 64-68, 2006. <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v28n1/29693.pdf>>. doi:10.1590/S0100-29452006000100019. 21 Jan. 2011.
- Lopes, A.L. Epidemiologia e controle com radiação gama de doenças pós-colheita do mamão. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009. 75p. Tese Doutorado.
- Nahed, A.Y. A comparative study on protease, alpha amylase and growth of certain fungal strain of *Aspergillus* sp. After exposure to gamma rays. *Arabe Journal of Nuclear Sciences and Applications*, v.32, n.3, p.257-256, 1999.
- Oliveira, S.M.A.; Terao, D.; Dantas, S.A.F.; Tavares, S.C.C.H. Patologia pós-colheita. In: Oliveira, S.M.A.; Terao, 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.19-14.
- Patterson, M. Food Irradiation: Microbiological Safety and Disinfections. In: International Symposium New Frontier of Irradiated Food and Non-Food Products, 2005, Bangkok, Thailand. Proceedings... Bangkok: KMUTT, 2005. <<http://filing.fda.moph.go.th/library/e-learning/fcd/ISNF/Oral/O-1.pdf>>. 12 Dec. 2010.
- Pereira, M.A.S. Estudo da ação da radiação gama de Co⁶⁰ sobre *Salmonella poona*, *Escherichia coli* e *Alicyclobacillus acidoterrestris* em polpa de manga congelada. São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares/Universidade de São Paulo, 2009. 93p. Tese Doutorado.
- Phillips, A.J.L. The *Botryosphaeria* site. <http://www.crem.fct.unl.pt/botryosphaeria_site>. 15 Dez. 2010.
- Pillai, S.D; Espinosa, I.Y. E-beam inactivation of RNA and DNA containing viruses. In: Annual Meeting of the American Society of Microbiology, 2003, Washington D.C. Abstracts... Washington D.C.: American Society of Microbiology, 2003. p.563.
- Pulz, P; Massola JR., N.S. Efeito de meios de cultura e fatores físicos no crescimento e esporulação de *Alternaria dauci* e *A. solani*. *Summa Phytopathologica*, v.35, n.2, p.121-126, 2009. <<http://www.scielo.br/pdf/sp/v35n2/v35n2a07.pdf>>. doi:10.1590/S0100-54052009000200007. 25 Fev. 2011.
- Sabato, S.F; Silva, J.M; Cruz, J.N; Salmieri, S; Rela, P.R; Lacroix, M. Study of physical-chemical and sensorial properties of irradiated Tommy Atkins mangoes (*Mangifera indica* L.) in an international consignment. *Food Control*, v.20, n.3, p. 284-288, 2008. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713508001229>>. doi:10.1016/j.foodcont.2008.05.005. 17 Jan. 2011.
- Saccardo, P.A. Chromotaxia seu nomenclator colorum polyglottus adclitis speciminibus coloratis ad botanicorum et zoologorum. Patavii, 1891. 22p.
- Saleh, Y.G; Mayo, M.S; Abeam, D.G. Resistance of some common fungi to gamma irradiation. *Applied and Environmental Microbiology*, v.54, n.8, p.2134-2135, 1988. <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC202816/pdf/aem00113-0244.pdf>>. 17 Jan. 2011.
- Santos, A.M.G; Oliveira, S.M.A; Silva, J.M; Terao, D. Podridão por *Fusicoccum* em mangas submetidas a baixas doses de radiação gama. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.45, n.10, p.1066-1072, 2010. <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v45n10/03.pdf>>. doi:10.1590/S0100-204X2010001000003. 22 Fev. 2011.
- Scott Smith, J; Suresh P. Irradiation and food safety. *Food Technology*, v.58, n. 11, p. 48-55, 2004. <http://www.ift.org/knowledge-center/read-ift-publications/science-reports/scientific-status-summaries/~media/Knowledge%20Center/Science%20Reports/Scientific%20Status%20Summaries/foodsafety_irradiation_1104.pdf>. 02 Mar. 2011.
- Serra, I.M.R.S.; Coelho, R.S.B; Ferraz, G.M.G; Montarroyos, A.V.V; Silva, D.S. Diversidade fenotípica e patogênica de *Colletotrichum*, agente causal da antracnose em mangueira, e identificação de espécie. *Summaphytopathologica*, v.37, n.1, p. 42-51, 2011. <<http://www.scielo.br/pdf/sp/v37n1/v37n1a07.pdf>>. doi.org/10.1590/S0100-54052011000100007. 18 Fev. 2011.
- Silva, D.A.M.; Vieira, V.J.S.; Melo, J.J.L.; Rosa Júnior, C.R. M.; Silva Filho, A.V. Mangueira (*Mangifera indica* L.): cultivo sobre condição irrigada. 2 ed. Recife: Sebrae, 2000. 63p. (Série Agricultura, 9)
- Sommer, N.F.; Maxie, E.C; Fortlage, R.J. Quantitative dose response of *Prunus* fruit decay to gamma irradiation. *Radiation Botany*, v.4, n.3, p.309-316, 1964. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003375606480079X>>. doi:10.1016/S0033-7560(64)80079-X. 12 Mar. 2011.
- Tavares, S.C.C.H; Costa, V.S.O; Santos, C.A.P; Moreira, W. A. Monitoramento de doenças na cultura da manga. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2001. 22p. (Documentos, 158). <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/139987/1/SDC158.pdf>>. 18 Jan. 2011.
- Úrbez-Torres J.R.; Leavitt, G.M.; Voegel T.M.; Gubler, W.D. Identification and distribution of *Botryosphaeria* spp. associated with grapevine cankers in California. *Plant Disease*, v.90, n.12, p.1490-1503, 2006. <<http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PD-90-1490>>. doi:10.1094/PD-90-1490. 28 Jan. 2011.
- Vaz, A.T.A. Doenças causadas por fungos Botryosphaeriaceae em videira: Caracterização fenotípica e molecular de isolados e sensibilidade a fungicidas. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, 2008. 93p. Dissertação Mestrado.
- Ziebkewicz H; Lori S; Penner P. Consumers perceptions of irradiated ground beef after education and product exposure. *Food Protection Trends*, v.24, n.10, p. 740-745, 2004.
- Zonta, E.P.; Machado, A.A. SANEST: Sistema de análise estatística para microcomputadores. Pelotas: UFPel, 1996.