

Efeitos da Radiação Gama do Cobalto-60 em Frutos de Abacate (*Persea americana*) Cultivar Geada Visando Aumentar a Vida Útil de Prateleira

Autores:

Lilian Karla Figueira Silva

Professora Doutora do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Bahia, Campus Barreiras, Bahia

Valter Arthur

Professor Doutor, Centro de Energia nuclear na Agricultura - Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo

DOI: 10.58203/Licuri.22186

Como citar este capítulo:

SILVA, Lilian Karla Figueira; ARTHUR, Valter. Efeitos da Radiação Gama do Cobalto-60 em Frutos de Abacate (*Persea americana*) Cultivar Geada Visando Aumentar a Vida Útil de Prateleira. In: Jaily Kerller Batista (Org.). **Pesquisas e inovações em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2024, p. 66-75.

ISBN: 978-65-85562-21-8

Resumo

O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos de diferentes doses de radiação gama em frutos de abacate (*Persea americana* Mill.) da variedade Geada. Os frutos foram irradiados com doses de 0, 50, 75, 100, 125 e 150 Gy, em irradiadores Gammacell-220, com fonte de Co-60. Os parâmetros analisados foram: perda de peso, cor, acidez total, sólidos solúveis, textura, pH, análise sensorial (sobe Hedônico de 9 pontos) e prazo de validade em temperatura ambiente e refrigerado a 10°C, nos tempos 0, 10, 20 e 30 dias. À temperatura ambiente, os frutos irradiados apresentaram perda de peso de até 15,4% em relação à testemunha. Sob refrigeração, foi observado efeito positivo, em todas as doses utilizadas, na redução da perda de peso, devido à associação da baixa temperatura com a irradiação. No parâmetro Cor foi observado valor médio de 41,47 para valor L nos frutos no ponto de colheita. Aos 10 dias de armazenamento, à temperatura ambiente, houve diferença significativa para 125 Gy, que apresentou polpa escurecida para o valor L. Os parâmetros acidez, pH e sólido solúvel tiveram variação significativa em relação às doses empregadas, sendo observada uma redução progressiva da acidez com o tempo de armazenamento. O teor de sólidos solúveis e textura aumentou com os tratamentos de irradiação. As análises sensoriais mostraram que a melhor aceitação dos frutos irradiados foi com a dose de 125 Gy. Portanto a dose de 150 Gy é recomendada para frutas conservadas à temperatura ambiente e de 125 Gy é para frutas mantidas refrigeradas.

Palavras-chave: Irradiação Ionizante. Alimento. Conservação.

INTRODUÇÃO

O abacateiro é originário da América Central e Norte da América do Sul e após a colonização espanhola expandiu-se para todo o continente americano. DONADIO (1995). No Brasil, o abacateiro foi introduzido em 1809 SIMAO (1971). A média das perdas de frutos de abacate por falta de tratamento, tanto na pré como na pós-colheita, está entre 30 a 40 %,o que corresponde de 7,5 a 10 milhões de toneladas por ano NEVES FILHO (2002).

A irradiação de frutos tem como principal objetivo reduzir ou retardar os danos causados por doenças ou insetos, além do prolongamento do tempo de armazenamento pelo retardo no amadurecimento. O tratamento consiste na exposição do produto a uma fonte de radiação (p.ex. o Cobalto-60) KLUGE (2003).

Muitos estudos têm sido feitos para aumentar a vida de prateleira de abacates através do uso da irradiação e determinar os efeitos nas propriedades organolépticas deste fruto, mas os resultados indicam que não há uma dose ou faixa de doses de radiação que seja uniforme e que poderia ser recomendada para todas as cultivares (BRODRICK; THOMAS 1978, AREVALO et al., 2002, AREVALO et al., 1995, SILVA 2004, KLUGE et al., 2003, GERMANO; ARTHUR; WIENDL 1996, KAHAN et al., 1968), Portanto este trabalho teve como objetivo acrescentar mais informações sobre a irradiação de abacate da variedade *Persea americana*.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido nos laboratórios da Seção de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP) Utilizou-se um irradiador, marca Gammacell-220 com Cobalto-60. Os frutos de abacate, cultivar Geadá, foram colhidos no pomar do Departamento de Horticultura da ESALQ/USP.

Irradiação do Abacate

Foram utilizados 24 frutos por dose, sendo 12 frutos por temperatura (ambiente e à 10°C) e seis frutos para análise sensorial e seis para as análises destrutivas. Os frutos com aspecto impróprio para o consumo, foram descartados das análises. As análises destrutivas dos frutos, foram feitas com 7 e 10 dias para frutos mantidos em temperatura ambiente, 20 e 30 dias para a temperatura de 10°C, enquanto que as não destrutivas, foram realizadas com 7 e 10 dias para temperatura ambiente e à 10°C, com 10, 20 e 30 dias.

Após a colheita, os frutos ficaram a 25°C por uma noite e irradiados no dia seguinte nas doses: 0 (testemunha), 50, 75, 100, 125 e 150 Gy. Os frutos foram identificados, etiquetados e separados em dois grupos: temperatura ambiente e em câmara climatizada com temperatura média de 10°C. Procedeu-se ao armazenamento por até 15 dias à temperatura ambiente que variou entre 20 e 35°C e umidade relativa variando entre 70 a 80 %, medidos por um termohigrógrafo. A 10°C, a umidade relativa foi medida por um termohigrógrafo digital portátil e variou entre 40 a 60 %, SILVA (2004).

Análises Físico-Químicas

Analisou-se, em triplicata: *Peso* - com balança analítica digital com uma casa decimal. A perda de peso foi determinada por diferença, antes e após os tratamentos de irradiação, com os resultados expressos em porcentagem. *Cor Interna e Externa* - com colorímetro MINOLTA CHROMA METER-CR 200b iluminante D 65 e observador padrão 2, com resultados expressos pelos parâmetros de cor L, a e b. *Textura* - usou-se um penetrômetro durômetro modelo Wagner Force Dial FDN indicado para frutas. *pH* - determinado diretamente em pHmetro (potenciômetro modelo DMPH-2 marca DIGIMED) (IAL, 1985). *Acidez Total Titulável (ATT) e Sólidos Solúveis Totais (SST)* - determinados segundo normas do Instituto Adolfo Lutz (1985), os resultados expressos em percentual de ácido cítrico na polpa e em °Brix, respectivamente. *Razão Sólidos Solúveis/Acidez Titulável*: feito pela razão dos valores encontrados dos sólidos solúveis e da acidez titulável SILVA (2004).

Análise Estatística

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado com repetições e os tratamentos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5 % de probabilidade SILVA (2004).

Análise Sensorial

As análises de preferência e aceitabilidade do fruto irradiado (aparência externa e interna, aroma, cor, sabor e textura) através dos Testes de Ordenação e Escala Hedônica Estruturada, utilizaram 30 provadores não treinados SILVA 2004, DELLA MODESTA, (1994)..

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise Físico-Química

Peso - Verificou-se diferença significativa na perda de peso entre os tratamentos, para cada período de armazenamento, exceto aos 20 dias para o tratamento sob-refrigeração. Estudos relatam que a radiação gama pode aumentar a permeabilidade das membranas, as atividades metabólicas e romper ligações químicas, acentuando o movimento do vapor da água para os espaços intercelulares, aumentando assim, a transpiração e conseqüentemente a perda de água PIMENTEL (2001). No ensaio em temperatura ambiente, a maior perda de peso ocorreu para o tratamento 75 Gy e a menor para a testemunha. A radiação acelerou o processo de maturação em relação à testemunha em todos os tratamentos. Para o ensaio 10°C, os frutos testemunha perderam mais peso que os frutos tratados com radiação gama. Este fato revela que a combinação dos dois métodos foi eficiente na conservação dos frutos de abacate da cultivar Geada por até 30 dias SILVA (2004).

Cor Interna - Observou-se um valor médio de 41,47 para o valor L em frutos no ponto de colheita. Aos 10 dias de estocagem à temperatura ambiente, houve diferenças significativas para o valor L para dose 125 Gy, que apresentou polpa escurecida. Nas doses 50 Gy e 125 Gy, aos 20 dias, os frutos refrigerados diferiram significativamente dos demais tratamentos apresentando descoloração, concordando com BRODRICK; THOMAS (1978). Para a variável a^* , verificou-se que apenas os frutos mantidos à 10°C com 20 e 30 dias de armazenamento não apresentaram diferenças significativas entre si. Observou-se que para os frutos mantidos à temperatura ambiente, por 7 dias, as médias da variável b^* nos frutos irradiados não diferiram significativamente. Em frutos armazenados por 10 dias, somente o tratamento com a dose de 125 Gy diferenciou-se da testemunha, apresentando uma coloração amarela mais intensa devido à destruição de carotenóides pela radiação gama, concordando com AREVALO-GALARZA et al., (2002) AREVALO-GALARZA; SAUCEDO-VELOZ; BUSTOS-RAMIREZ (2002), que verificaram o mesmo fenômeno em abacates da cultivar Hass irradiados com 150 Gy. À 10° C, armazenados por 20 dias, os frutos não sofreram influência da radiação gama, enquanto que aqueles armazenados por 30 dias, apresentaram a maior média com o tratamento de 125 Gy, indicando que a radiação induziu um efeito significativo, apresentando uma polpa mais amarelada SILVA (2004).

Cor Externa - As médias do valor L para cor externa foram baixas em relação à cor interna, e não ultrapassaram o valor 60,00 na escala de cores, indicando que as amostras já apresentavam certo grau de escurecimento. Os frutos mantidos em temperatura ambiente, armazenados por 7 dias e tratados com doses acima de 75 Gy, apresentaram as maiores médias e não diferiram entre si, escurecendo menos que a testemunha e que o tratamento com a dose de 50 Gy. Verificou-se que a radiação contribuiu para o escurecimento da casca dos frutos mantidos à temperatura ambiente. À medida que o período de armazenagem aumentava, os valores de L se tornavam maiores para os frutos irradiados e mantidos sob refrigeração, ficando mais claros. As maiores médias ocorreram nas doses de 75, 100 e 150 Gy, para 10, 20 e 30 dias de armazenagem, respectivamente. Para o valor a^* , os frutos mantidos em temperatura ambiente, 0 Gy diferenciou-se de todos os outros tratamentos com exceção da dose 75 Gy, apresentando a coloração verde mais intensa. Para o tratamento com a dose de 50 Gy, a média foi um número positivo, ou seja, a cor verde já não era característica e sim um tom mais marrom-avermelhado, se diferenciando dos demais tratamentos. Em temperatura ambiente, os frutos armazenados até 10 dias apresentaram um escurecimento na casca devido à degradação da clorofila e de caroteno e/ou antocianina. Estes dados concordam com SILVA; DOMARCO (2002), que relataram que em Limão Tahiti, irradiados com doses de 500 Gy e 750 Gy, apresentaram escurecimento na casca. Para o valor b^* , a radiação induziu o efeito significativo em todos os tratamentos, apresentando as maiores médias. Para os tratamentos com frutos mantidos à 10° C, observou-se um aumento gradativo do valor b^* com o passar do tempo, indicando a progressão lenta da coloração amarela SILVA (2004).

Textura - Em temperatura ambiente, a testemunha diferenciou-se de todos os outros tratamentos, apresentando a maior média: 0,58 e 0,81 N, para 7 e 10 dias respectivamente, com maior firmeza, apesar de não apresentarem diferenças significativa nos frutos irradiados, exceto para 75 Gy. Para o ensaio à 10° C e armazenados por 20 dias, não houve diferença significativa entre os tratamentos, já os frutos armazenados com 30 dias no tratamento com 150 Gy, a média foi maior, o que o diferenciou dos outros tratamentos. Nesta dose, os frutos encontravam-se com textura mais firme do que as demais. Estes resultados concordam com YOUNG (1965), quando relatou que abacates da cultivar Fuerte, na Califórnia, irradiados no estágio pré-climatérico com doses de 50 a 100 Gy amadureceram normalmente alguns dias após as testemunhas. Os frutos irradiados

com doses entre 500 e 1000 Gy não amadureceram. Seus tecidos permaneceram firmes e escureceram durante o armazenamento a 20° C SILVA (2004).

pH - Observou-se efeito significativo da radiação para todos os tratamentos. Em temperatura ambiente, a testemunha apresentou a menor acidez, diferenciando-se dos demais tratamentos, aos 7 dias. Com 10 dias, as maiores médias de acidez foram encontradas para os tratamentos com 50 e 75 Gy, os quais diferenciaram-se dos demais frutos irradiados. Efeito similar foi observado aos 20 dias para os frutos refrigerados, sendo mais significativo para os tratamentos 50 e 100 Gy SILVA (2004).

Acidez Total Titulável (ATT) - Não houve diferença significativa entre as médias para os frutos irradiados e mantidos em temperatura ambiente. Os frutos irradiados, mantidos à 10° C, apresentaram efeito significativo em todos os tratamentos. Verificou-se que aos 20 e 30 dias, a dose de 150 Gy, diferenciou-se dos demais, apresentando a maior média, igualando-se significativamente à dose de 100 Gy. Houve um aumento da ATT para os frutos irradiados a partir de 75 Gy e refrigerados, o que confirma o retardo do amadurecimento dos frutos. Este dado é interessante, pois dá subsídios para poder se escolher o tratamento adequado para garantir o aumento do tempo de vida de prateleira dos frutos de abacate SILVA (2004).

Sólidos Solúveis Totais (SST) - Observou-se que tanto para os frutos mantidos à temperatura ambiente quanto à 10°C, houve efeito significativo da radiação gama sobre os frutos, denotando que o processo de irradiação acelerou a maturação dos frutos. As maiores médias encontradas para SST, foram para os tratamentos dos frutos irradiados (100, 125 e 150 Gy) em todos os períodos de armazenamento. Ocorreu um aumento progressivo do teor de sólidos solúveis totais para os frutos mantidos em temperatura de 10°C. Este resultado concorda com CHITARRA; CHITARRA (1990) quando afirmaram que os SST tende a aumentar de acordo com a maturação, devido à hidrólise do amido, havendo aumento no teor de açúcares simples. Mas houve exceção dos tratamentos com as doses de 50 e 125 Gy que não aumentaram e igualaram-se à testemunha, após 30 dias de armazenamento. Verificou-se que apesar do aumento dos SST nos frutos irradiados, os frutos à 10°C, mantiveram as qualidades organolépticas, sendo os preferidos pelos provadores nas análises sensoriais SILVA (2004).

Razão sólidos solúveis/acidez titulável - Houve efeito significativo na razão SST/ATT apenas para os frutos irradiados. As maiores médias para frutos armazenados por 20 dias à 10°C foram alcançadas pelos frutos irradiados com 0, 50 e 75 Gy. Aos 30 dias de

armazenamento, as maiores médias ocorreram para os tratamentos com 0 e 50 Gy. A partir de 75 Gy, frutos refrigerados apresentaram decréscimo da relação SST/ATT, com o passar do tempo. Para os outros tratamentos, houve um aumento na razão SST/ATT, devido à redução na concentração de ácidos orgânicos, indicando uma melhoria nas características organolépticas dos abacates SILVA (2004).

Análise Sensorial

Pode-se observar na Figura 1, que para os frutos mantidos à temperatura ambiente, a aceitabilidade visual para aparência externa foi maior para a testemunha (86,67 %). Já à 10°C, a preferência visual foi para os frutos tratados com 50 e 125 Gy, para 24 e 30 dias, respectivamente. Os frutos menos preferidos foram os tratados com 100 Gy para 7 e 30 dias de armazenamento e a testemunha com 20 dias de armazenamento.

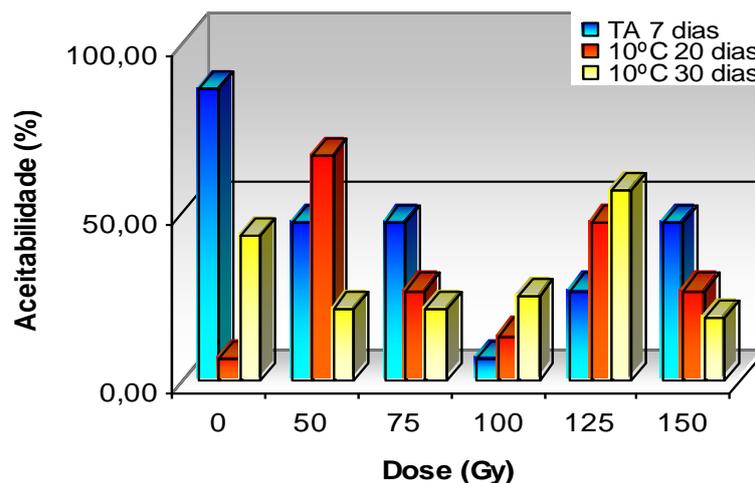


Figura 1. Porcentagem de aceitabilidade do consumidor quanto ao fruto *Persea americana*, cultivar Geada, tratados com doses crescentes de radiação gama.

O tratamento com 125 Gy recebeu a maior nota dos provadores e a menor nota foi obtida para a dose 75 Gy em frutos refrigerados. Para aparência interna, a dose de 125 Gy recebeu a maior média, diferenciando-se apenas do tratamento com 75 Gy para frutos refrigerados. Para os frutos mantidos em temperatura ambiente a maior nota foi para o tratamento com 150 Gy, havendo diferença significativa em comparação, somente com a testemunha. As maiores notas dos provadores, foram dadas aos frutos irradiados com

125 Gy e mantidos em temperatura de 10°C, mas não se diferenciaram da testemunha. A irradiação proporcionou maior firmeza dos frutos, principalmente nos refrigerados e armazenados aos 30 dias. Houve uma preferência geral dos provadores pelos frutos irradiados devido às características de maior firmeza e sabor acentuado SILVA (2004).

CONCLUSÕES

A associação da baixa temperatura com a irradiação, reduziu a perda de peso em abacates da cultivar Geadá, para todas as doses utilizadas.

A irradiação melhorou as propriedades organolépticas do abacate da cultivar Geadá, aumentando o “shelf life”, quando associada com refrigeração. O teor de sólidos solúveis aumentou com os tratamentos, denotando que a irradiação acelerou o amadurecimento dos frutos.

Houve aumento no valor da textura nos frutos irradiados, tanto à temperatura ambiente quanto sob-refrigeração. Além disso, as análises sensoriais demonstraram uma melhor aceitação dos frutos irradiados, com a maior nota para a dose de 125 Gy.

Recomenda-se a dose de 150 Gy para frutos conservados à temperatura ambiente e dose de 125 Gy, para frutos mantidos refrigerados.

REFERÊNCIAS

ARÉVALO-GALARZA, L.; SAUCEDO-VELOZ, C.; BUSTOS-RAMIREZ, E.A. “Changes in the vascular tissue of fresh Hass avocados treated with Cobalt-60”. *Radiation Physics and Chemistry*, v.6, p. 375-377 (2002).

ARÉVALO-GALARZA, L.; SAUCEDO-VELOZ, C.; BUSTOS-RAMIREZ, E.; GONZALEZ-HERNANDES, A. “Ripening of Hass avocado fruit treated with gamma rays”. *Agrociencia*, v.36, n.6, p.667-673 (2002).

BROUDRICK, H.T.; THOMAS, A.C. “Radiation preservation of subtropical fruits in South Africa”. In: *INTERNATION ATOMIC ENERGY AGENCY.:Food preservation by irradiation*. Vienna: IAEA, p.167-178 (1978).

CHITARRA, M.F.I.; CHITARRA, A. B. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio.*: FAEPE, ESAL, Lavras MG, 543p. (1990).

DELLA MODESTA, R.C. *Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas: Geral*. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CTAA (1994).

DONADIO, L.C. “Abacate para exportação: aspectos técnicos da produção”. 2.ed. Brasília: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária; EMBRAPA, SPI, 53p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX) (1995).

GERMANO, R.M.A.; ARTHUR, V.; WIENDEL, F.M. “Conservação pós-colheita de abacates *Persea americana* Mill., variedades Fortuna e Quintal, por irradiação”. *Scientia Agricola*, v.53, n.2/3, p.249-253 (1996).

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*, IAL, ed., São Paulo-SP, 533p (1985).

KAHAN, R.S.; NADEL-SCHIFMAN, M.; TEMKIM-GORODEISKI, N.; EISEN-BERG, E.; ZAUBERMAN, G.; AHORONI, Y. “Effect of radiation on the ripening of bananas and avocado pears”. In: *INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY: Preservation of fruits and vegetables by radiation*. Vienna: IAEA, p.3-11 (1968).

KLUGE, R.A. “Pós-colheita de hortaliças de fruto. <http://www.ciagri.usp.br/~raklug/pchort.html>. (18 out. 2003).

KLUGE, R.A.; JACOMINO, A.P.; OJEDA, R.M.; BRACKMANN, A. “Inibição do amadurecimento de abacate com 1-meticiclopropeno”. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, n. 7, p. 895-90 (2002).

NEVES-FILHO, L.C. “Alguns pontos na comercialização de frutas e hortaliças”. *Revista Frutas & Legumes*, p.12-16, maio/junho (2002).

PIMENTEL, R.M.A. “Efeito da irradiação gama em mamão papaia (*Carica papaya* L.) colhido em três pontos de maturação”. Piracicaba, 72p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura-USP (2001).

SILVA, J.M.; DOMARCO, R.E. “Análise visual dos efeitos da radiação associada à atmosfera modificada no armazenamento do limão “Tahiti” - Ensaio preliminar”. *Revista Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento*, v.4, n.3, p.1518-1523 (2002).

SILVA, L.K.F. “Uso da radiação gama do Cobalto-60, para controlar a broca-do-abacate *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 (Lepidoptera: Elachistidae) e seus efeitos na qualidade do fruto *Persea americana* (Miller) (Lauraceae)”. Piracicaba, 99p. Tese (Doutorado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura-USP (2004).

SIMÃO, S. “Manual de fruticultura”. Agronômica Ceres, São Paulo-SP, 530p (1971).

YOUNG, R.E. "Effect of ionizing radiation on respiration and ethylene reduction of avocado fruit". *Nature*, v.205, p.1113-1114 (1965).