

ABACATES 'BREDA' SUBMETIDOS A DIFERENTES DOSES DE RADIAÇÃO UV-C

'BREDA' AVOCADOS SUBJECTED TO DIFFERENT DOSES OF UV-C RADIATION

NATHAN MICKAEL DE BESSA CUNHA

Aluno de Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Goiás,
Campus Central, Anápolis / GO
nathanmickael123@gmail.com

LAURA CARDOSO GONÇALVES

Aluno de Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Goiás,
Campus Central, Anápolis / GO
lauraengenharia1@gmail.com

GABRIEL DE SIQUEIRA SILVA

Aluno de Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Goiás,
Campus Central, Anápolis / GO
eng.gabrielsiqueira@outlook.com

CRISTIANE MARIA ASCARI MORGADO

Pós-doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade
Estadual de Goiás, Campus Central, Anápolis / GO
cristiane.morgado@ueg.br

ANDRE JOSE DE CAMPOS

Docente do Curso de Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Estadual de Goiás,
Campus Central, Anápolis / GO
andre.jose@ueg.br

Resumo: O abacate (*Persea americana* Mill.) é um fruto muito consumido devido às suas excelentes características organolépticas, mas, por apresentar vida útil reduzida após a colheita, é preciso que tecnologias que prolonguem sua vida útil, como a radiação, sejam utilizadas. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar diferentes doses de radiação UV-C na conservação pós-colheita de abacates 'Breda'. Os frutos foram colhidos, transportados ao laboratório, lavados e submetidos a diferentes doses de radiação UV-C, sendo: controle - 0,0 kJ m⁻² (sem exposição à radiação), 1,0; 2,0 e 3,0 kJ m⁻². Após a exposição às doses de radiação, os frutos foram armazenados a 10±0,18°C e 60±4,73% UR por 21 dias e avaliados a cada três dias quanto à perda de massa fresca, firmeza, coloração, índice de maturação e teores de ácido ascórbico, com três repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (P≤0,05), e, quando significativos, foi realizada a análise de regressão. Com base nos resultados obtidos constatou-se que a dose de 1,0 kJ m⁻² foi eficaz na elevação da luminosidade e manteve baixa a porcentagem de perda de massa.

Palavras-chave: *Persea americana* Mill. Qualidade. Pós-colheita.

Abstract: Avocado (*Persea americana* Mill.) is a widely consumed fruit due to its excellent organoleptic characteristics, but due to its reduced shelf life after harvesting, it is necessary to use technologies that extend its shelf life, such as radiation. In this sense, the objective of this work was to analyze the different doses of UV-C radiation in the postharvest conservation of 'Breda' avocados. The fruits were harvested, transported to the laboratory, washed and submitted to different doses of UV-C radiation, being a control - 0.0 kJ m⁻² (without exposure to radiation), 1.0; 2.0 and 3.0 kJ m⁻². After exposure to radiation doses, the fruits were stored at 10±0.18 °C and 60±4.73% RH for 21 days and evaluated every three days for loss of fresh mass, firmness, color, maturation and ascorbic acid levels, with three replicates. The data obtained were submitted to analysis of variance (P≤0.05), and, when significant, regression analysis was performed. Based on the results obtained, it was found that the dose of 1.0 kJ m⁻² was effective in increasing luminosity and keeping the percentage of mass loss low.

Keywords: *Persea americana* Mill. Quality. Postharvest.

Introdução

O abacate (*Persea americana* Mill.) é um fruto originário do continente americano, especialmente do México, da América Central e das Antilhas. Pertence ao gênero *Persea* e à família Lauraceae, com cerca de 150 espécies. É cultivado em solos de regiões tropicais e subtropicais (ALMEIDA *et al.*, 2018). É o fruto mais importante e o único comestível da família Lauraceae, apresentando elevado teor nutricional, composto por proteínas, vitaminas A, B, C, D e E, com efeitos benéficos à saúde e que contribui para o crescente interesse mundial (ARAÚJO *et al.*, 2018; DUARTE *et al.*, 2016).

Devido ao fato de ser o único fruto comestível da família, é importante destacar dados sobre sua produção e consumo. Assim, de acordo com a Food and Agriculture Organization das Nações Unidas (FAO) (FAO, 2020), o Brasil assumiu o 3º lugar na produção mundial de frutas. A cultura do abacateiro é de grande importância mundial, apresentando crescimento produtivo devido ao aumento na comercialização, consumo e por ser utilizado como matéria-prima para cosméticos e remédios (DUARTE *et al.*, 2016).

A área cultivada de abacate no Brasil foi de 16.211 hectares, e a produção totalizou 266.784 toneladas do fruto em 2020, segundo o IBGE (IBGE, 2022). Os maiores produtores em 2020 foram os estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e Distrito Federal, respectivamente. Entre os estados citados pode-se ressaltar a atuação do estado de São Paulo com 52% da produtividade nacional (IBGE, 2022).

No Brasil, as variedades que têm maior comercialização são: Breda, Fortuna, Geada, Margarida e Quintal. Há aquelas cultivares que são mais empregadas a fim de exportação que são a ‘Fuerte’ e ‘Hass’.

Entre as variedades que apresentam maior comercialização, o abacate ‘Breda’ apresenta formato elíptico, com coloração da casca verde e textura lisa e coloração da polpa amarela. É um fruto climatérico, portanto seu amadurecimento acontece alguns dias após a colheita. Possui alta taxa respiratória, fazendo com que o fruto tenha elevada perecibilidade, favorecendo o surgimento de microrganismos que contribuem para o aparecimento de doenças no período de armazenamento pós-colheita (CEAGESP, 2021).

Contudo, a qualidade da fruta *in natura* interfere no valor comercial e nutricional. Dessa forma, há a necessidade de estudos e desenvolvimento de novas técnicas que possam aumentar a vida de prateleira desses frutos, com o intuito de reduzir desperdícios. Uma das alternativas é a utilização de técnicas pós-colheita com meios físicos, controlando a infestação de patógenos, auxiliando na manutenção da qualidade de frutas e na vida de prateleira (QADRI *et al.*, 2020).

Entre os tratamentos físicos, a radiação ultravioleta C é considerada como meio de conservação, atuando como antimicrobiana, apresentando efeito germicida no comprimento de onda de 254 nm, possibilitando a eliminação da carga microbiana, inativando microrganismos e propiciando aumento da vida útil do fruto (GÓMEZ *et al.*, 2011; CIA *et al.*, 2009).

Assim, este trabalho teve o objetivo de analisar diferentes doses de radiação UV-C na conservação pós-colheita de abacates ‘Breda’.

Material e métodos

Os abacates ‘Breda’ foram colhidos manualmente em fevereiro de 2022 em Sousânia, Goiás, Brasil, com coordenadas geográficas de 16° 10’ 45” Sul, 49° 4’ 40” Oeste e altitude de 992 metros, a 36 km de Anápolis, GO, Brasil. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação fisiológica, o que corresponde ao epicarpo de coloração amarelo-esverdeada. Após

a colheita, os frutos foram transportados em caixas plásticas para o Laboratório de Pós-Colheita, da Universidade Estadual de Goiás, Campus Anápolis.

No laboratório, os frutos foram selecionados manualmente e visualmente quanto à ausência de defeitos, estágio de maturação e injúrias, visando à máxima uniformidade do lote. Em seguida, foram lavados com detergente neutro, enxaguados em água potável, e deixados secar em temperatura ambiente. Posteriormente, eles foram submetidos aos tratamentos.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 8 (4 doses de radiação UV-C x 8 dias de análise), com 3 repetições com 1 fruto cada, em um período de 21 dias de armazenamento. As doses testadas foram: controle - 0,0 kJ m⁻² (sem exposição à radiação), 1,0; 2,0 e 3,0 kJ m⁻². Todos os frutos receberam a radiação em todas as faces geométricas. Posteriormente, eles foram armazenados em incubadora B.O.D (Biochemical Oxygen Demand), onde foram mantidos a 10±0,18°C e 60±4,73% UR. Os frutos foram avaliados a cada três dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias) quanto à perda de massa fresca, firmeza, coloração, índice de maturação e teores de ácido ascórbico.

Quanto à perda de massa fresca, os abacates foram pesados em todos os dias de análise, em balança digital de precisão Shimadzu modelo BL3200H, com precisão de 0,001 g, e os resultados foram expressos em porcentagem.

A firmeza da casca e da polpa foram determinadas com auxílio de um texturômetro da Brookfield (Texture Analyser CT3 50K), com velocidade de 7,0 mm s⁻¹, a uma profundidade de 5 mm, sendo utilizada a ponteira de prova TA44 cilíndrica com 4 mm de diâmetro. Os resultados foram expressos em Newton (N), sendo definido a força máxima requerida para o rompimento da casca do abacate.

A coloração da casca foi obtida por refletância, utilizando-se colorímetro portátil da Konica Minolta (CR-400), com escala CIELAB (L*, a* e b*). Os valores de L indicam o quão claro (valores próximos a 100) e quão escuro (valores próximos a zero) o fruto apresenta. A coordenada a* está relacionada à intensidade de verde (-a) a vermelho (+a) e a coordenada b* está relacionada à intensidade de azul (-b) a amarelo (+b). A partir das coordenadas a* e b*, calculou-se o °hue (tonalidade da cor) e o croma (saturação da cor).

O índice de maturação foi determinado por meio da relação entre sólidos solúveis e acidez titulável. O teor de ácido ascórbico foi quantificado usando-se o método de titulação

com 2,6 diclorofenol-indofenol a 0,02% (AOAC, 2016), sendo os resultados expressos em mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ de polpa.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ($P \leq 0,05$), e, quando significativos, foi realizada a análise de regressão, sendo utilizado o software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011) para as análises estatísticas.

Resultados e discussão

A perda de massa não apresentou interação significativa entre os fatores, mas ocorreram diferenças significativas ($P \leq 0,05$), de forma isolada, para os dias de armazenamento (figura 1) e para as doses de radiação (Figura 2). Verificou-se perda de massa ao longo dos 21 dias de armazenamento, atingindo 16,60% de perda no final do armazenamento (figura 1). Esse resultado pode ser explicado pelo processo de amadurecimento, pois de acordo com Calbo e Carmelo (2017), a perda de massa é um sintoma inicial de perda de água e pode ser atribuída, principalmente, à perda de umidade pela transpiração, que representa um importante limitador da extensão da vida útil pós-colheita das frutas e hortaliças.

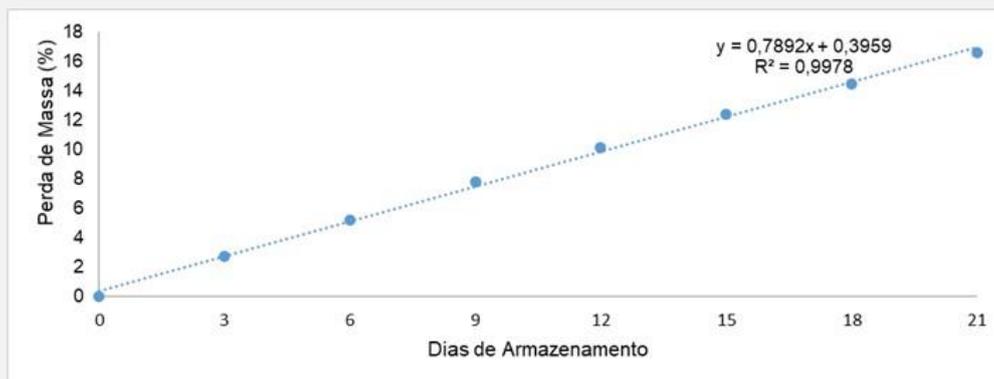


Figura 1 - Perda de massa (%) de abacates 'Breda' in natura submetidos a diferentes doses de radiação UV-C, durante 21 dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias). UEG, Anápolis, 2022. Fonte: Autores (2022).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), perdas na ordem de 3% a 6% são suficientes para causar um marcante declínio na qualidade dos frutos, interferindo na qualidade visual e, conseqüentemente, sua rejeição pelo consumidor. Perdas dessa ordem foram observadas neste trabalho a partir do 9º dia de armazenamento.

Em relação às doses de radiação UV-C (figura 2), os frutos de abacate do tratamento controle (0,0 kJ m⁻²) apresentaram a maior porcentagem de perda de massa (9,15%). Vale destacar também que a menor dose (1,0 kJ m⁻²) proporcionou a menor porcentagem de perda de massa (7,79%). Dessa forma, como a maior porcentagem de perda de massa foi notada nos frutos controle e naqueles expostos as doses mais elevadas, este comportamento evidencia a sensibilidade dos frutos à exposição a altas doses de radiação UV-C, bem como nos frutos sem exposição, constatando efeito positivo da técnica aplicada em baixas doses.

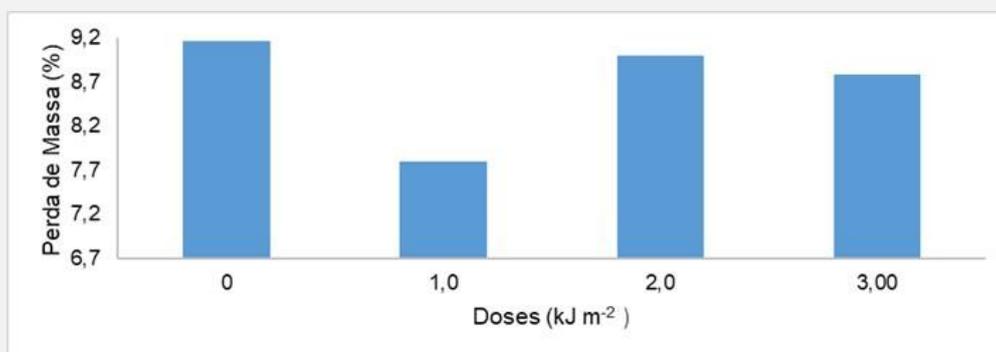


Figura 2 - Perda de massa (%) de abacates 'Breda' in natura submetidos à diferentes doses de radiação UV-C (0,0; 1,0; 2,0 e 3,0 kJ m⁻²), durante 21 dias de armazenamento. UEG, Anápolis, 2022. Fonte: Autores (2022).

Evangelista *et al.* (2019) ao testarem diferentes doses de radiação UV-C em jaboticabas, relataram que ocorreu perda de massa em todos os tratamentos testados, comportamento semelhante ao encontrado neste trabalho. Além disso, os autores afirmaram que as maiores porcentagens de perda foram observadas nas jaboticabas submetidas às maiores doses de radiação, o que também foi observado neste trabalho, quando os abacates foram submetidos a maior tempo de exposição.

Já em outro trabalho, Daiuto *et al.* (2013) observaram redução menos expressiva da perda de massa no maior tempo de exposição à radiação ultravioleta UV-C em abacates 'Hass', o que foi diferente do encontrado neste trabalho, o que pode ser explicado segundo Maharaj (2015) que afirmou que o uso de baixas doses de radiação ultravioleta não ionizante de onda curta (UV-C) se apresenta como um potencial tratamento pós-colheita para a conservação de vegetais inteiros e minimamente processados.

A firmeza da casca também não apresentou interação significativa entre os fatores, mas ocorreu de forma isolada diferença significativa ($P \leq 0,05$) para os dias de armazenamento (figura 3) e doses de radiação (figura 4).

Quanto aos dias de armazenamento, observou-se redução significativa da firmeza da casca até o 21º dia de análise (figura 3), indicando que os frutos estavam mais moles no fim do período de armazenamento, já que a perda de firmeza durante a maturação até a senescência é, em grande parte, atribuída às alterações que ocorrem na parede celular e que podem resultar em amolecimento excessivo devido ao afrouxamento da parede celular que engloba a degradação da pectina e dos componentes da hemicelulose. Dessa forma, durante esse amolecimento há um aumento da pectina solúvel e uma diminuição da pectina insolúvel, ocasionando redução da firmeza (SONG *et al.*, 2016).

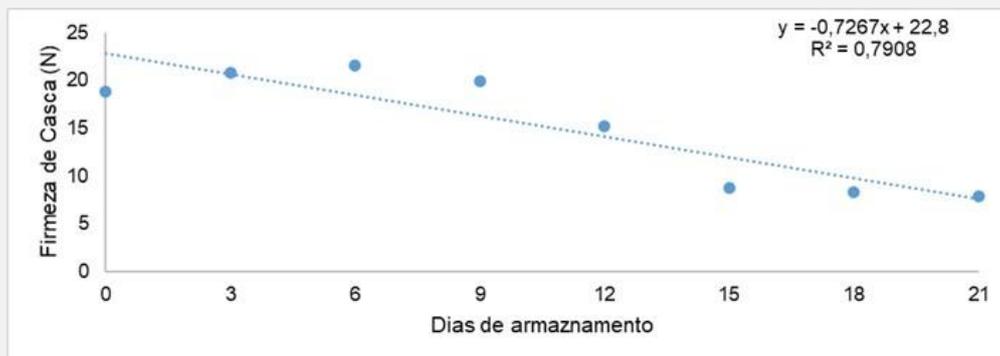


Figura 3 - Firmeza da casca (N) de abacates 'Breda' in natura submetidos a diferentes doses de radiação UV-C, durante 21 dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias). UEG, Anápolis, 2022. Fonte: Autores (2022).

Em relação aos tratamentos de radiação UV-C testados (figura 4), os abacates expostos a $1,0 \text{ kJ m}^{-2}$ apresentaram maior média de firmeza da casca (15,51 N), o que pode ser explicado pelo fenômeno chamado 'hormesis', proporcionado pela baixa dose de radiação. Este fenômeno é definido como o estímulo de efeitos benéficos por doses baixas de agentes potencialmente nocivos, que contrasta com o efeito germicida de doses elevadas de luz UV-C (TERAO *et al.*, 2019). Dessa forma, a radiação UV-C promove a 'hormesis' em frutos, sendo o efeito benéfico precedente da aplicação, sob baixas dosagens, de agentes potencialmente prejudiciais a organismos vivos (TREPTOW *et al.*, 2017).

Resultados semelhantes foram encontrados por Darvishi *et al.* (2012), que confirmaram a teoria de que baixas doses de UV-C são eficazes na manutenção da qualidade pós-colheita nos frutos, pois obtiveram os melhores resultados para a firmeza de morango quando foi aplicado UV-C na dose de $0,50 \text{ kJ m}^{-2}$.

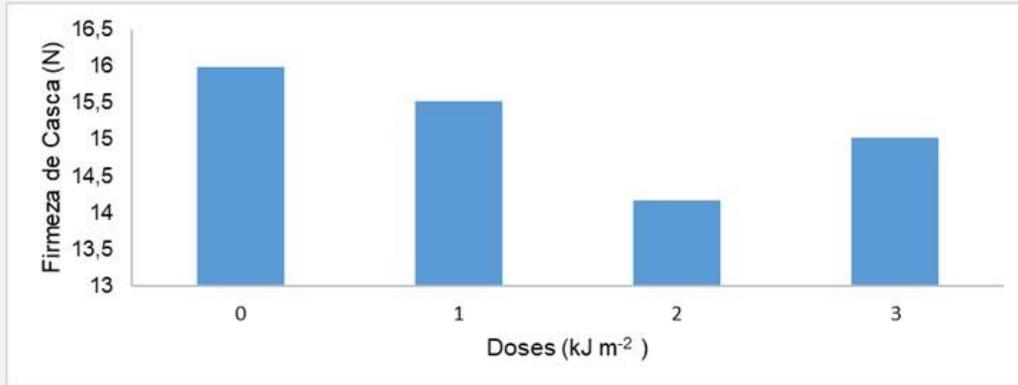


Figura 4 - Firmeza da casca (N) de abacates 'Breda' in natura submetidos à diferentes doses de radiação UV-C (0,0; 1,0; 2,0 e 3,0 kJ m⁻²), durante 21 dias de armazenamento. UEG, Anápolis, 2022. Fonte: Autores (2022).

Para a firmeza da polpa houve efeito significativo somente para os dias de armazenamento (figura 5) e os valores se comportaram de maneira semelhante à firmeza da casca, apresentando decréscimo significativo ao longo dos dias de armazenamento. No abacate, assim como na maioria das frutas, a firmeza da polpa está intimamente ligada à estrutura celular, creditada às atividades das enzimas hidrolíticas, como a poligalacturonase e pectinametilesterase, variando conforme o grau de maturação da fruta (SILVA *et al.*, 2009). Dessa forma, a redução constatada era esperada, pois os frutos amadureceram ao longo do armazenamento.

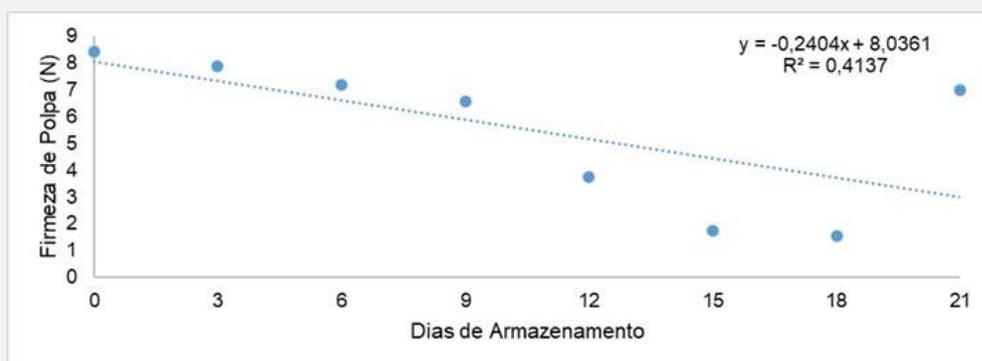


Figura 5 - Firmeza da polpa (N) de abacates 'Breda' in natura submetidos a diferentes doses de radiação UV-C, durante 21 dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12, 15,18 e 21 dias). UEG, Anápolis, 2022.

A luminosidade da casca apresentou diferença significativa ($P \leq 0,05$) para os dias de armazenamento (figura 6) e para as doses de radiação (figura 7). Quanto aos dias de

armazenamento, observou-se tendência de aumento dos valores (de 38,04 para 42,95), demonstrando que os frutos se tornaram mais claros ao final do armazenamento.

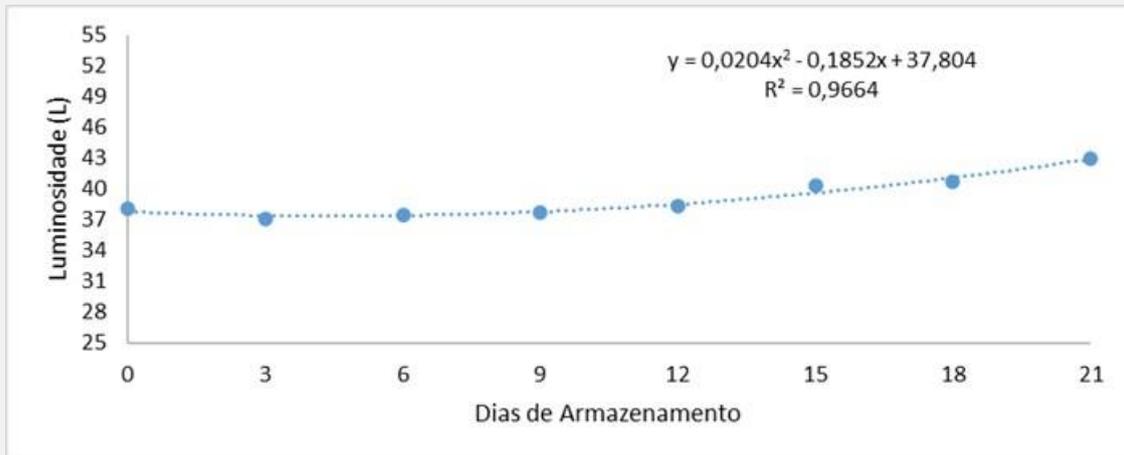


Figura 6 - Luminosidade (L) de abacates 'Breda' in natura submetidos a diferentes doses de radiação UV-C, durante 21 dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias). UEG, Anápolis, 2022. Fonte: Autores (2022).

Para as doses de radiação UV-C (figura 7), os abacates expostos a 1,0 kJ m⁻² obtiveram o maior valor médio de luminosidade (41,23), enquanto os demais tratamentos apresentaram valores mais baixos, indicando possível escurecimento da casca destes frutos e comprovando o efeito benéfico da 'hormesis', como relatado anteriormente para a dose mais baixa.

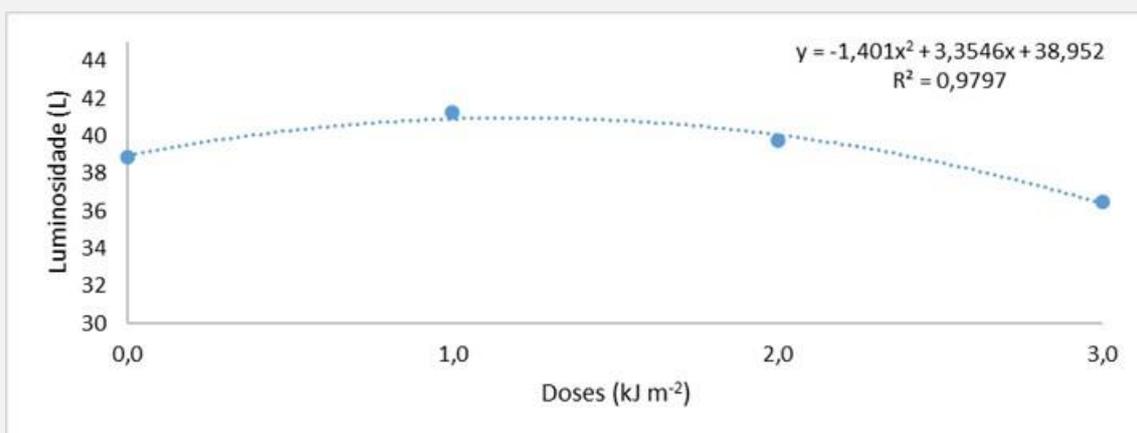


Figura 7 - Luminosidade (L) de abacates 'Breda' in natura submetidos à diferentes doses de radiação UV-C (0,0; 1,0; 2,0 e 3,0 kJ m⁻²), durante 21 dias de armazenamento. UEG, Anápolis, 2022. Fonte: Autores (2022).

Sanches *et al.* (2017) observaram em frutos do araçazeiro amarelo expostos a diferentes tempos de irradiação e armazenados em condição de temperatura ambiente (25 ±

3°C e 85 ± 5% de U.R), durante 12 dias, que os frutos expostos a menores tempos de radiação proporcionaram as menores médias de luminosidade, diferente do observado neste trabalho.

O ângulo hue apresentou efeito significativo somente para os dias de armazenamento (figura 8) e notou-se comportamento linear com ligeira redução até o último dia de armazenamento, apresentando variação de 121° a 116°. Essa variação, com a redução dos valores de °Hue ao longo dos dias, é um indicativo da evolução da maturação do fruto, que mudou a coloração dos frutos de verde-escuro para verde mais claro.

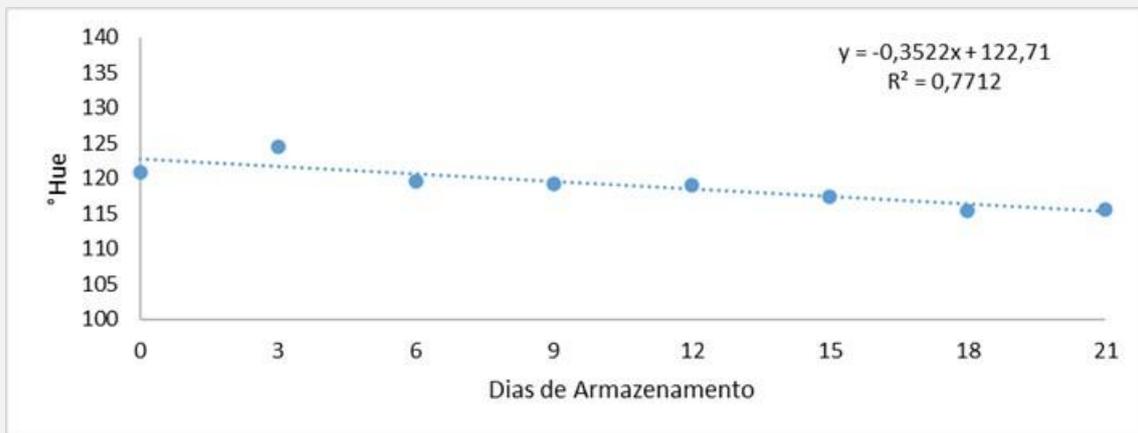


Figura 8 - Ângulo hue de abacates ‘Breda’ in natura submetidos a diferentes doses de radiação UV-C, durante 21 dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias). UEG, Anápolis, 2022. Fonte: Autores (2022).

Araújo *et al.* (2022) verificaram redução linear nos valores de ângulo Hue até o fim do armazenamento, em cagaitas submetidas a UV-C e armazenamento a 10±2°C e 52±3% de UR, por 18 dias e afirmaram que essa redução demonstra as diferenças na coloração da casca, o que permitiu a visualização da mudança da cor dos frutos, assim como observado neste trabalho para os abacates.

Analisando-se o índice de maturação (IM) (figura 9), os valores médios de IM não apresentaram interação significativa entre os fatores doses x dias, apresentando somente diferença significativa para os dias de armazenamento. De acordo com os resultados observou-se comportamento quadrático com redução dos valores ao longo dos 21 dias de armazenamento, com variação de 93,20 a 77,80 no fim do armazenamento. Daiuto *et al.* (2013) ao avaliarem a influência da radiação UV-C em abacates ‘Hass’ sob refrigeração (10±1°C e 90±5% UR), durante 25 dias, observaram comportamento semelhante a este trabalho quanto ao IM, verificando tendência de redução ao fim do armazenamento.

Em relação aos teores de ácido ascórbico (figura 10) verificou-se diferença significativa somente em relação aos dias de armazenamento, com aumento no teor de ácido ascórbico na polpa dos frutos em relação ao período de armazenamento, variando de 2,78 a 6,57 mg de ácido ascórbico em 100 g de polpa. Este aumento no teor de ácido ascórbico pode ter ocorrido devido à atuação do ácido ascórbico como antioxidante em resposta às aceleradas reações oxidativas que acontecem durante o amadurecimento em razão do aumento da síntese de metabólitos intermediários, que promovem a síntese da glicose-6-fosfato, precursora imediata do ácido ascórbico (PERFEITO *et al.*, 2015).

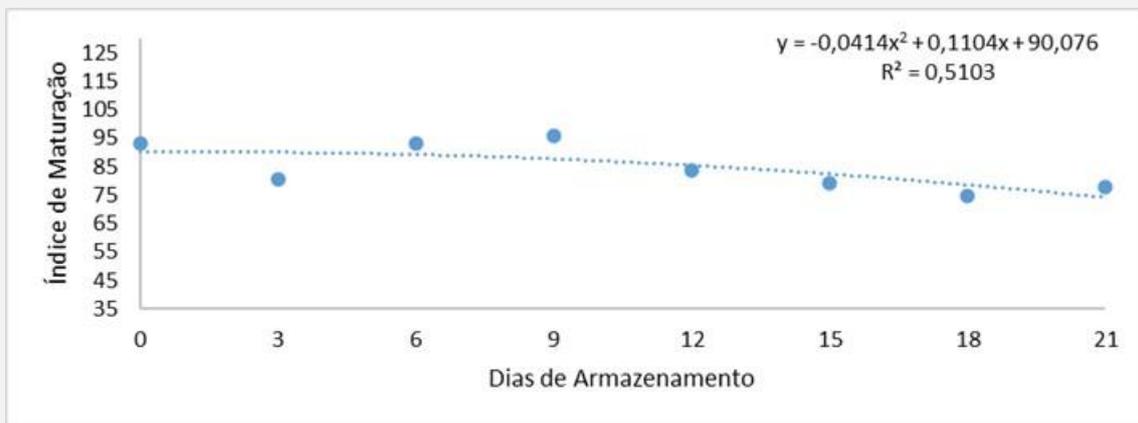


Figura 9 - Índice de Maturação de abacates 'Breda' in natura submetidos a diferentes doses de radiação UV-C, durante 21 dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias). UEG, Anápolis, 2022. Fonte: Autores (2022).

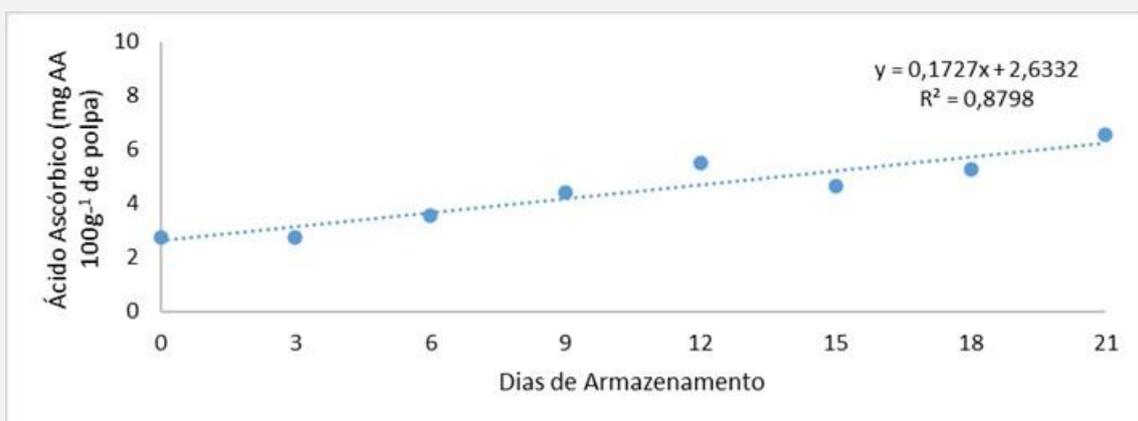


Figura 10 - Teores de ácido Ascórbico de abacates 'Breda' in natura submetidos a diferentes doses de radiação UV-C, durante 21 dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias). UEG, Anápolis, 2022.

Conclusão

A dose de $1,0 \text{ kJ m}^{-2}$ foi eficaz na elevação da luminosidade, proporcionando frutos mais brilhantes durante o armazenamento. Além disso, esta dose foi eficaz em manter baixa a porcentagem de perda de massa, proporcionando frutos mais aptos para as condições de armazenamento e consumo.

Os frutos armazenados se mantiveram com características adequadas para comercialização e em condições de consumo até o 21º dia, entretanto, a partir do 9º dia de armazenamento os frutos apresentaram valores expressivos de perda de massa.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa PIBITI – iniciação científica e tecnológica. E ao projeto financiado com recursos do Programa Próprio de Fomento à Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação da Universidade Estadual de Goiás.

Referências

ALMEIDA, C. A. N.; UED, F. V.; ALMEIDA, C. C. J. N.; ALMEIDA, A. C. F.; CIAMPO, L. A. D.; FERRAZ, I. S.; SILVA, L. F. O.; ZAMBOM, C. R.; OLIVEIRA, A. F. Nutritional profile and benefits of avocado oil (*Persea americana*): an integrative review. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, e2017214, p. 1-12, 2018.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 20th ed. Washington: AOAC, 3100p. 2016.

ARAÚJO, K. K. S.; MORGADO, C. M. A.; VESPUCI, I. L.; SILVA, F. A.; CAMPOS, A. J. Postharvest characterization of cagaitas submitted to UV-C radiation. **Revista Concilium**, v. 22, n. 6, p. 274-288, 2022.

ARAÚJO, R. G.; RODRIGUEZ-JASSO, R. M.; RUIZ, H. A.; CRISTÓBAL, M. M. E. P. A.; AGUILAR, N. Avocado by-products: Nutritional and functional properties. **Trends in Food Science & Technology**, v. 80, p. 51-60, 2018.

CALBO, A. G.; CARMELO, L. G. P. Fisiologia pós-colheita: métodos macroscópicos e instrumentos. In: FERREIRA, M. D. (ed.). **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed., Lavras: Ed. UFLA, 2005, 785p.

CIA, P.; BENATO, E. A.; VALENTINI, S. R. T.; ANJOS, V. D. A.; PONZO, F. S.; SANCHES, J.; TERRA, M. M. Radiação ultravioleta no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em uva ‘Niagara Rosada’. **Bragantia**, v. 68, n. 4, p. 1010-1015, 2009.

CEAGESP, Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Abacate – Guia de identificação** (*Persea americana* Mill.). CEAGESP-SP, 2021.

DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; TREMOCOLDI, M. A.; CARVALHO, L. R.; FUMES, J. G. F. Pós-colheita do abacate ‘Hass’ submetido a radiação UV-C. *Revista Colombiana de Ciências Hortícolas*, v. 7, n. 2, p. 149-160, 2013.

DARVISHI, S.; FATEMI, A.; DAVARI, K. Keeping quality of use of fresh ‘Kurdistan’ strawberry by UV-C radiation. **World Applied Sciences Journal**, v. 17, n. 7, p. 826-831, 2012.

DUARTE, P. F.; CHAVES, M. A.; BORGES, C. D.; MENDONÇA, C. R. B. Avocado: characteristics, health benefits and uses. **Ciência Rural**, v. 46, n. 4, p. 747-754, 2016.

EVANGELISTA, Z. R.; CAMPOS, A. J.; SILVA, D. C.; ARAÚJO, K. K. S.; CAMPOS, L. F.C. Radiação UV-C sob a qualidade pós-colheita de jabuticaba. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 1, p. 48-53, 2019.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação. FAO. FAOSTAT. **Classificação produção de produtos por país**. 2020.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GÓMEZ, P. L.; WELTI-CHANES, J.; ALZAMORA, S. M. Hurdle technology in fruit processing. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 2, p. 447-465, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola – Lavoura Permanente**. Rio de Janeiro, 2022.

MAHARAJ, R. Effects of abiotic stress (UV-C) induced activation of phytochemicals on the postharvest quality of horticultural crops. In: VA, RAO, L. G (eds.). **Phytochemicals: Isolation, characterization and role in human health**. London: InTechOpen, 2015, Chap. 9, p. 221-244.

PERFEITO, D. G. A.; CARVALHO, N.; LOPES, M. C. M.; SCHIMIDT, F.L. Caracterização de frutos de mangabas (*Hancornia speciosa* Gomes) e estudo de processos de extração da polpa. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 2, n. 3, p. 1-7, 2015.

QADRI, R.; AZAM, M.; KLAN, I.; YANG, Y.; EJAZ, S.; AKRAM, M. T.; KHAN, M. S. Conventional and modern technologies for the management of post-harvest diseases. In: UL HAQ, I.; IJAZ, S. (eds) **Plant disease management strategies for sustainable agriculture through traditional and modern approaches**. Sustainability in Plant and Crop Protection, v. 13, p. 137-172, 2020.

SANCHES, A. G.; COSTA, J. M.; SILVA, M. B.; MOREIRA, E. G. S.; SANTANA, P. J. A.; CORDEIRO, C. A. M. Qualitative aspects and maturation of the yellow araçá treated with UV-C irradiation. **Nativa**, v. 5, n. 5, p. 303-310, 2017.

SILVA, P. A.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D.; ASMAR, S. A. Modificações nas atividades da poligalacturonase e pectinametilesterase em morangos armazenados à temperatura ambiente. **Ciência e agrotecnologia**, v. 33, p. 1953-1958, 2009.

SONG, L.; WANG, Z.; WANG, Z.; MENG, G.; ZHAI, R.; CAI, M.; MA, F.; XU, L. Screening of cell wall-related genes that are expressed differentially during ripening of pears with different softening characteristics. **Postharvest Biology and Technology**, v. 115, p. 1-8, 2016.

TERAO, D.; SASAKI, F. F. C.; NECHET, K. L.; FRIGHTTO, R. T. S.; KONDA, E. T. **Aplicação da radiação ultravioleta-C para controle da podridão peduncular do mamão**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2019. 20 p. il. color. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Meio Ambiente, p.1516-4675; 81).

TREPTOW, T. C.; FRANCO, F. W.; MASCARIN, L. G.; HECKTHEUER, L. H. R.; SAUTTER, C. K. Physicochemical composition and sensory analysis of whole juice extracted from grapes irradiated with ultraviolet C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 3, p. 1-8, 2017.