

USO DA RADIAÇÃO UV-C COMO POTENCIAL FUMIGANTE PARA GORGULHO EM ARROZ IRRIGADO

Larissa Alves Rodrigues¹; Silvia Letícia Rivero Meza²; Betina Bueno Peres³, Ruan Bernardy⁴; Maurício de Oliveira⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa*, *Sitophilus oryzae*, Conservação, Radiação 254nm, insetos

Introdução

O arroz é o terceiro grão mais produzido no mundo, com uma estimativa de 535 milhões de toneladas por ano (CONAB, 2024). No Brasil, a produção da última safra alcançou 12,14 milhões de toneladas, das quais 8,3 milhões foram provenientes do estado do Rio Grande do Sul, representando aproximadamente 68% da produção nacional. Devido à sua composição nutricional rica em fibras, vitaminas e minerais, o arroz integral destaca-se como uma importante fonte de energia acessível, trazendo diversos benefícios à saúde humana (Atungulu et al., 2019).

Entretanto, a qualidade do arroz pode ser comprometida ao longo das etapas pós-colheita, que envolvem o armazenamento, secagem, aeração, manuseio e processamento¹(Bianchini et al., 2010). Essas etapas são determinantes para a preservação da integridade física e nutricional dos grãos até que cheguem ao consumidor final. Durante o armazenamento, especificamente, os grãos tornam-se suscetíveis a diversos agentes deteriorantes, como microrganismos e pragas, que comprometem sua qualidade.

As perdas ocasionadas por contaminações durante o armazenamento, especialmente por insetos, representam um dos principais desafios enfrentados pela indústria armazenadora. Essas perdas podem ser qualitativas — como alterações físico-químicas, perda do poder germinativo, contaminação microbiológica e aumento da umidade — ou quantitativas, como a redução da massa dos grãos (Ferreira et al., 2017). Tais danos tornam o arroz inadequado tanto para o consumo humano quanto para seu aproveitamento industrial.

Dentre os principais insetos-praga associados ao arroz armazenado, o *Sitophilus oryzae* se destaca por causar sérios prejuízos à qualidade física e nutricional dos grãos (Follett et al., 2013). Tradicionalmente, o controle dessa praga é realizado por meio da fumigação química. No entanto, a geração de resíduos nos grãos e o desenvolvimento de resistência por parte dos insetos vêm despertando a necessidade de alternativas eficazes e ambientalmente seguras, como a radiação UV-C (Dittgen et al., 2021).

¹ Agrônoma, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário s/n, 96160-000, Capão do Leão – RS, larissaalvesrodrigues23@gmail.com

² Eng. de Alimentos, Mestre e Doutora em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário s/n, 96160-000, Capão do Leão – RS, silvialrmezaufpel@gmail.com

³ Tecnóloga em Agroindústria, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário s/n, 96160-000, Capão do Leão – RS, betinabuenop@gmail.com

⁴ Eng. Agrícola, Mestre em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário s/n, 96160-000, Capão do Leão – RS, ruanbernardy@yahoo.com.br

⁵ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário s/n, 96160-000, Capão do Leão – RS, mauricio@labgraos.com.br

A irradiação com UV-C tem se mostrado uma técnica promissora de descontaminação “verde”, eficaz contra insetos, microrganismos e vírus, sem deixar resíduos nos alimentos (Dittgen et al., 2021). A radiação ultravioleta, situada na faixa não ionizante do espectro eletromagnético, compreende comprimentos de onda entre 200 e 280 nm (faixa UV-C), sendo conhecida por sua ação germicida. Sua eficácia está relacionada à absorção dos fótons de radiação pelo DNA dos microrganismos, causando danos irreversíveis que levam à morte celular (Gayán et al., 2013). Diante desse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da radiação UV-C (254 nm) sobre grãos de arroz integral contaminados com *S. oryzae*, quantificando a taxa de mortalidade dos insetos submetidos a três diferentes tempos de exposição: 1h, 1h30min e 2h.

Material e Métodos

O genótipo IRGA 422 foi obtido no campo experimental do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), localizado em Cachoeirinha (RS). Os grãos de arroz em casca foram submetidos à radiação UV-C em uma câmara equipada com quatro lâmpadas germicidas (Philips® 30W), com comprimento de onda de 254 nm e dose pré-determinada de $4,11 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2}$. Para os testes, foram utilizadas amostras compostas por 30 g de arroz e 20 insetos adultos da espécie *Sitophilus oryzae*, acondicionadas em caixas tipo Gerbox cobertas com tela de organza.

A Figura 1 demonstra a aplicação da tecnologia UVC (254 nm) nos grãos de arroz integral. As amostras foram expostas à radiação UV-C por períodos de 1h, 1h30min e 2h. Após 48 horas da exposição, foi realizada a contagem dos insetos vivos e mortos em cada tempo de tratamento. O experimento foi conduzido em triplicata, e os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com nível de significância de 95% ($P < 0,05$). A comparação entre médias foi realizada pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

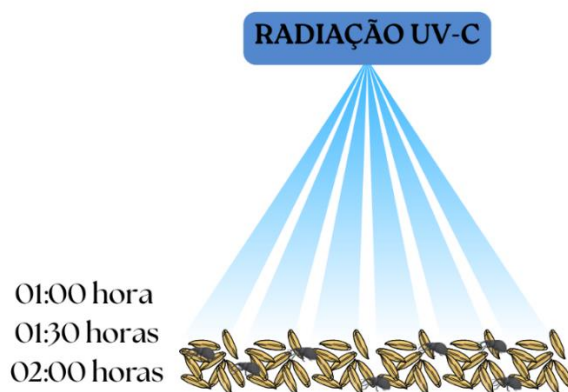


Figura 1. Demonstração da aplicação da tecnologia UVC (254 nm) nos grãos de arroz integral.

Resultados e Discussão

O número de *Sitophilus oryzae* mortos em grãos de arroz integral, com e sem tratamento com radiação UV-C, está apresentado na Tabela 1. Observou-se uma tendência de aumento da mortalidade com o tempo de exposição até 1h30min, porém, com 2h de exposição, houve uma

redução na taxa de mortalidade. Após 48 horas da irradiação, os grãos tratados por 1h resultaram na morte de 6 insetos, enquanto a exposição por 1h30min provocou a morte de 16 insetos. Curiosamente, a exposição mais prolongada, de 2h, resultou na morte de apenas 10 insetos.

Tabela 1. Mortalidade de *Sitophilus oryzae* em amostras com e sem tratamento de UV-C.

Tempo de Exposição	Mortalidade dos Insetos (%)
01:00 hora	6,50 ± 0,71 c
01:30 horas	16,50 ± 0,71 a
02:00 horas	10,50 ± 0,71b

*Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) entre o tratamento com radiação UV-C.

Essa diminuição na eficácia do tratamento mais longo pode estar relacionada à interação entre a dose absorvida e a resposta biológica dos insetos. Segundo Jayaprakas (2005), existe uma faixa ideal de exposição à radiação UV-C que maximiza a taxa de mortalidade dos insetos. Exposições superiores a esse limite podem induzir alterações fisiológicas que retardam ou reduzem a morte imediata dos organismos, como letargia, diminuição da mobilidade ou da taxa de alimentação. Além disso, é importante considerar que a avaliação da mortalidade foi realizada 48 horas após a irradiação, podendo não refletir mortes que ocorreriam em períodos mais longos.

Em estudos anteriores, Jayaprakas (2005) também observou esse comportamento ao aplicar radiação gama em adultos de *S. oryzae*, com doses variando de 20 a 1.000 Gy. A dose de 40 Gy foi a mais eficaz, apresentando maior taxa de mortalidade após 22 dias, enquanto doses mais elevadas reduziram a atividade dos insetos, retardando sua morte para até 10 dias após o tratamento. Esses resultados sugerem que o tempo de exposição e o intervalo entre a irradiação e a avaliação da mortalidade são fatores críticos na interpretação dos dados.

Diversos estudos confirmam a eficácia da radiação UV-C no controle de pragas de armazenamento. Koo et al. (2012) relataram que a exposição de insetos a radiações como UV-C, raios gama, feixes de elétrons e outras radiações ionizantes induz mutações que comprometem o desenvolvimento, a alimentação e a capacidade reprodutiva dos gorgulhos, reduzindo sua sobrevivência ao longo do tempo. De forma semelhante, Ferreira et al. (2017) observaram o controle eficaz de *Sitophilus zeamais* em grãos de milho armazenado após a aplicação de radiação UV-C, demonstrando o potencial dessa tecnologia como alternativa sustentável ao uso de pesticidas químicos no pós-colheita.

Conclusões

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a radiação UV-C a 254 nm apresenta potencial para o controle de *Sitophilus oryzae* em grãos de arroz integral, com destaque para o tempo de exposição de 1h30min, que resultou na maior taxa de mortalidade dos insetos (80%). A redução observada na eficácia após 2h de exposição sugere a existência de uma faixa ideal de dose, acima da qual a resposta biológica dos insetos pode ser alterada, retardando a mortalidade. A aplicação de UV-C demonstrou ser uma alternativa promissora, segura e sem geração de resíduos químicos, alinhando-se às demandas por práticas sustentáveis no pós-

colheita. Como perspectiva futura, o uso dessa tecnologia pode ser otimizado por meio da padronização de doses e tempos de exposição, ampliando sua aplicação no setor agroindustrial para o manejo de pragas, especialmente em sistemas de armazenamento de grãos.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro por meio da bolsa de doutorado (Processo nº 140569/2023-5), vinculada ao Edital CNPq nº 12/2020 – Programa de Mestrado e Doutorado Acadêmico para Inovação (MAI/DAI). Agradecemos também à Unidade EMBRAPII INOVAAGRO/UFPEL e ao LABGRÃOS/UFPEL pela infraestrutura técnico-científica disponibilizada para a realização deste trabalho. Nosso reconhecimento ao Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) pelo fornecimento das amostras utilizadas no experimento.

Referências

- ATUNGULU, G.G. et al. Postharvest technology: Rice storage and cooling conservation. *Chemistry and Technology*, p. 517-555, 2019.
- BIANCHINI, M.G.A. et al. Moisture and freezing of amaranth grains and their thermal expansion capacity. *Tecnologia de Alimentos, Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 45, n. 8, p. 917-924, 2010.
- CONAB. Levantamentos de safra: 2º Levantamento grãos safra 2023/2024.
- FERREIRA, C.D. et al. Quality of grain and oil of maize subjected to UV-C radiation (254 nm) for the control of weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky). *Journal Food Process Preserv.* v. 42, 13453, 2018.
- FOLLETT, P.A. et al. Irradiation quarantine treatment for control of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) in rice. *Journal of Stored Products Research*, v. 52, p. 63-67, 2013.
- GAYÁN, E. et al. Inactivation of bacterial spores by UV-C light. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v. 19, p. 140-145, 2013.
- JAYAPRAKAS, C.A. (2005). Factors affecting the mortality of *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) due to gamma radiation. *Central Tuber Crops Research Institute*. p. 364-365, 2005.
- KOO, H.N. et al. Electron beam irradiation induces abnormal development and the stabilization of p53 protein of American serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess). *Radiation Physics and Chemistry*, v. 81, n. 1, p. 86-92, 2012.