

A IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS NA AGRICULTURA DEMONSTRANDO OS BENEFÍCIOS QUE ESSA TECNOLOGIA PODE PROPORCIONAR, TRAZENDO QUALIDADE E DURABILIDADE

FOOD IRRADIATION IN AGRICULTURE DEMONSTRATING THE BENEFITS THAT THIS TECHNOLOGY CAN PROVIDE, BRINGING QUALITY AND DURABILITY¹

Felipe Arboitte Torrel de Bail¹ e Thiago Victorino Claus²

RESUMO

O propósito deste presente artigo sintetiza analisar através de pesquisas e estudos que a utilização da radiação ionizante toma grande proporção no meio agrícola, com o controle de pragas nas lavouras e também aumentando a vida fértil de algumas frutas, verduras, legumes e sementes, denominando-se assim, como: irradiação de alimentos. Para alcançar esse objetivo foram analisados alguns sites e artigos publicados até este presente ano (2023). A irradiação de alimentos tem sido cada vez mais utilizada para conservação de alimentos, isso ocorre principalmente pelo aumento de vida de prateleira do produto, além desse benefício há o fato do alimento não sofrer alteração em suas características organolépticas. O uso da radioatividade na agricultura tem sido bastante difundido, pois corresponde a um avanço importantíssimo para as técnicas de produção, trazendo maior durabilidade e melhor qualidade e também diminuindo consideravelmente a utilização de agrotóxicos nos alimentos. Neste contexto, este artigo em forma de pesquisa em forma de artigo irá avaliar os benefícios e malefícios do uso desta tecnologia, onde o principal objetivo é apresentar a utilização de radiações nos alimentos demonstrando o melhoramento da produção, resistência às pragas e maior tempo de conservação. Assim, o propósito do presente trabalho, não foi apenas identificar a expansão do uso da irradiação, mas também identificar as qualidades que a irradiação pode proporcionar no meio agrícola, nos alimentos e nas lavouras.

Palavras-chave: radiação ionizante; radioatividade; produção; sementes.

ABSTRACT

The purpose of this article summarizes analyzing through research and studies that the use of ionizing radiation takes a large proportion in the agricultural environment, with the control of pests in crops and also increasing the fertile life of some fruits, vegetables and seeds, called if so, how: food irradiation. To achieve this objective, some websites and articles published up to this year (2023) were analyzed. Food irradiation has been increasingly used for food preservation, this occurs mainly due to the increase in the product's shelf life, in addition to this benefit there is the fact that the food does not undergo changes in its organoleptic characteristics. The use of radioactivity in agriculture has been quite widespread, as it represents a very important advance in production techniques, bringing greater durability and better quality and also considerably reducing the use of pesticides in food. In this context, this research article will evaluate the benefits and harms of using this technology, where the main objective is to present the use of radiation in food, demonstrating improved production, resistance to pests and longer shelf life. Thus, the purpose of the present

1 Universidade Franciscana - UFN. E-mail: felipedebail@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8024-4004>

2 Universidade Franciscana - UFN. Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM). E-mail: clausrx@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1446-0721>

work was not only to identify the expansion of the use of irradiation, but also to identify the qualities that irradiation can provide in the agricultural environment, in food and crops.

Keywords: *ionizing radiation; radioactivity; production; seeds.*

INTRODUÇÃO

Quando se fala em aplicações da radiação ionizante, pensamos primeiramente na medicina, mas, no entanto, existem diversas áreas em que a utilização desse método vem sendo aplicada, um exemplo é a agricultura. A utilização da radiação ionizante no meio agrícola visa diminuir os microrganismos causadores de apodrecimento aumentando assim a conservação de alguns alimentos. De outra forma, o uso da radioatividade na agricultura permite técnicas de eliminação de pragas sem o uso de inseticidas e/ou agrotóxicos. Este tipo de tratamento foi autorizado em muitos países depois de testes toxicológicos e nutricionais que confirmaram a segurança de alimentos irradiados com doses de até 10 kGy (Bendini *et al.*, 1998).

A ideia da utilização da radiação ionizante na preservação dos alimentos ocorreu após a descoberta dos raios X por Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) e da radioatividade por Antoine-Henri Becquerel (1852-1908) em, aproximadamente, 1895. O tratamento de alimentos, especialmente cereais, com raios alfa, beta ou gama, potencializa a redução da incidência de doenças e a eliminação de pestes nos alimentos com a utilização da radiação ionizante. Porém, nenhum destes propósitos levou a uma aplicação prática, simplesmente porque as fontes de irradiação (tubos de raios X ou isótopos radioativos) não eram bastante intensas naquela época para tratar alimentos em quantidades comerciais (Diehl, 2002).

Em junho de 1965, em uma audiência do comitê de energia atômica, foi estabelecido que todos os alimentos irradiados com doses até 5,6 Mrad (56 kGy). No Brasil, as primeiras pesquisas com irradiação de alimentos foram feitas na década de 50, pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), em Piracicaba (SP). Mesmo com a permissão, em 1985, do uso da irradiação para conservação de alimentos, os estudos se restringiram quase que exclusivamente às instituições de pesquisas, uma vez que o País contava com um número restrito de especialistas (Ornellas *et al.*, 2006).

A irradiação de alimentos tem-se mostrado como uma alternativa extremamente viável para a conservação dos alimentos. Além de ser eficiente no combate a contaminantes, ainda é capaz de inativar as enzimas responsáveis pela maturação de hortifrúteis, fazendo com que os produtos tenham sua vida de prateleira aumentada e possibilitando assim a exportação de produtos perecíveis. (PACHECO, Natália Hidalgo dos Reis. Irradiação de alimentos: um estudo de caso. 2013.)

A aplicação da radioatividade na agricultura não serve somente para aumentar a produção de alimentos, mas também garante a nossa saúde e a do meio ambiente. Mas para trazerem benefícios reais, essas técnicas devem ser feitas de forma controlada e definida, de modo a não deixar resíduos

e nem causar alterações nos alimentos e plantas, fazendo a dosagem correta da utilização da radiação para irradiar, não extrapolando os limites de dose.

JUSTIFICATIVA

Desde seus primórdios, a agricultura teve uma evolução constante e significativa, tornando-se um eficiente processo de produção de alimentos para garantir a sobrevivência de milhões de pessoas espalhadas pelo mundo. Atualmente são cultivadas diversas plantas, com destaque para: arroz, trigo, milho, soja, cevada, cana-de-açúcar, feijão, amendoim, batata-doce, mandioca, coco e banana. Essas culturas contribuem com mais de 90% para a alimentação do mundo (*PATERNIANI, 2006*). A irradiação de alimentos é uma tecnologia recente, começou a ser utilizada a partir da década de 70, quando foi permitida sua utilização pela FAO (Food and Agriculture Organization) e pela OIEA (Organização Internacional de Energia Atômica) (*GOMEZ, LAJOLO e CORDENUNSI, 1999*)

No Brasil, o agronegócio vem se destacando como um dos principais setores da economia, desse modo o uso da radiação evoluiu de forma gradativa dentro da agricultura, sabe-se que a radiação substituiu alguns produtos químicos poluentes, por técnicas mais avançadas e menos prejudiciais para a sustentabilidade do planeta, além de aumentar o rendimento das lavouras de cultivo. Assim, abordaremos neste artigo as aplicações da radiação nos alimentos de origem agrícola, colocando em pauta seus benefícios, malefícios e métodos de utilização da radiação neste meio. O uso da radioatividade na agricultura tem sido bastante difundido, pois corresponde a um avanço para as técnicas de produção. Um exemplo dessa aplicação da radioatividade se dá quando ocorre uma absorção mínima de radioisótopos pelas plantas, sendo que estes podem ser acompanhados por detectores de radiação.

Diversos protocolos de tratamento por irradiação de vegetais estão ganhando a aceitação internacional, e com isso, mais países e mercados estão adotando este procedimento (*HALLMAN, 2011*).

Desse modo, o tratamento de alimentos com radiação ionizante (raios X, raios gama e elétrons acelerados) não é um estudo recente, carnes, peixes e vegetais têm sido preservados por séculos pela energia solar. Mais tarde foram utilizadas irradiações por infravermelho e as microondas como energias possíveis para o processamento de alimentos (*Silva, 2003*). A irradiação de alimentos é um tratamento físico que consiste na exposição dos alimentos, já embalados ou a granel, a uma fonte de radiação ionizante, durante o tempo necessário para se obterem as alterações desejáveis (*IAEA, 1992; Diehl, 1995*). A irradiação de frutas e vegetais são usadas por tratamento de quarentena em vez de fumigantes químicos para excluir pestes e insetos. Um número sempre crescente de países tem aprovado a irradiação de uma longa e crescente lista de diferentes tipos de alimentos, alcançando desde especiarias e grãos até frutas, vegetais, carnes, frangos e mariscos (*Delincée, 1998*).

OBJETIVOS

Serão apresentados em dois (2) tópicos, primeiramente um como objetivo geral e outro como objetivo específico.

OBJETIVO GERAL

Este presente artigo tem como o objetivo geral refletir e analisar dados referentes à irradiação de alimentos na área da agricultura, buscando demonstrar a importância da utilização da radiação, mostrando-a como uma tecnologia avançada.

OBJETIVO ESPECÍFICO

Temos como objetivo específico analisar e mostrar os diferentes alimentos que podem ou não ser irradiados, apresentando seus nomes junto de explicações para a técnica, onde essa mesma técnica vem sendo utilizada e explorada em várias áreas, principalmente no processamento de alimentos.

RADIAÇÃO NA AGRICULTURA

Conforme pesquisado e analisado pelo autor, é difícil dizer que a radiação na agricultura traga algum malefício significativo à saúde do consumidor, mas, poderá trazer algumas desvantagens. O único ponto negativo visto até o momento é que o sabor e aroma dos alimentos podem sofrer alterações. As desvantagens do uso da radiação podem variar de acordo com o objetivo pretendido. Se o emprego da mesma pode inibir o processo germinativo, pode-se avaliar de forma negativa caso o objetivo fosse o melhoramento, porém, pode ser considerado um efeito positivo se a intenção fosse a conservação do vegetal. Outra forma que pode ser considerada negativa diz respeito ao controle de pragas, pois ao longo do tempo a natureza se modifica, podendo surgir novas espécies resistentes.

ALGUMAS ORGANIZAÇÕES QUE APOIAM A IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS

- Organização Mundial da Saúde (OMS);
- Food and Agriculture Organization (FAO);
- Organização Internacional de Energia Atômica (OIEA);
- Comissão do “CODEX ALIMENTARIUS”.

SÍMBOLO INTERNACIONAL DA IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS

Todos alimentos irradiados, trazem o símbolo conhecido como Radura (Fig. 1), este símbolo foi estabelecido para indicar produtos alimentícios tratados por irradiação. O símbolo deve ser acompanhado pelas palavras “tratado por irradiação” ou “tratado com radiação”.

Figura 1 - Símbolo de Radura.



Fonte: Ferreira, A. (16 de Maio de 2010). Radura - Tecnologia em Radiologia. Acesso em 12 de Setembro de 2023. Disponível em: <http://abrahamradiologia.blogspot.com/2010/05/radura.html#:~:text=Radura%20%2D%20Logotipo%20internacional%20que%20identifica,%22ALIMENTO%20TRATADO%20POR%20IRRADIA%C3%87%C3%83O%22>.

De acordo com a resolução - RDC nº. 21 de 21/01/2001 da ANVISA, qualquer alimento pode ser tratado com radiação ionizante considerando que a dose mínima absorvida deve ser suficiente para alcançar a finalidade pretendida, e dose máxima deve ser inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais e/ou os atributos sensoriais do alimento. (Ferreira, Tecnologia em Radiologia - Radura, 2010)

A IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS

Irradiação de alimentos é um processo de exposição de alimentos à radiação ionizante para destruir microorganismos, bactérias, vírus ou insetos que possam estar presentes nos alimentos. Comida irradiada não se torna radioativa, mas em alguns casos pode haver mudanças químicas.

A irradiação elimina (ou inativa) larvas de insetos, parasitas, fungos e bactérias presentes nos alimentos, os quais poderiam transmitir alguma doença. Além disso, ela permite inibir ou retardar processos fisiológicos. Por conseguinte, o consumidor põe na sua mesa um alimento melhor conservado e higienicamente mais seguro. Por sua eficácia e segurança, o processo também é recomendado sem restrições pela OMS (Organização Mundial de Saúde) e pela FAO (Organização para Alimentos e Agricultura das Nações Unidas).

A atual legislação brasileira autoriza o uso do tratamento para qualquer alimento, de acordo com as normas de boas práticas aplicáveis, não estabelecendo limites quantitativos, “desde que a dose mínima absorvida (quantidade de energia absorvida por unidade de massa) seja suficiente para alcançar a finalidade pretendida; e a máxima seja inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais e/ou os atributos sensoriais do alimento”.

Ao tomar conhecimento do processo, a maior preocupação do consumidor é saber se os alimentos podem se tornar radioativos quando são irradiados. Isso seguramente não ocorre, da mesma forma que as pessoas que se submetem a exames de raios X não ficam radioativas.

Dependendo da dose aplicada, os alimentos podem ser tratados para redução da microbiota, eliminação de patógenos ou mesmo esterilização completa, conforme ilustra adiante a tabela de classificação da dose de irradiação. As doses de irradiação são geralmente expressas em kGy (quiloGray).

São vários os tratamentos proporcionados pela irradiação. O uso de baixas doses permite então eliminar insetos, ovos e larvas, podendo prolongar em anos a vida útil de grãos e farináceos na condição em que são irradiados. Essa aplicação é também uma eficaz alternativa ao perigoso uso da fumigação com brometo de metila.

QUAIS ALIMENTOS DA AGRICULTURA NÃO PODEM SER IRRADIADOS?

A aplicação da radioatividade não pode ser utilizada em alguns alimentos, podendo acarretar em diversas alterações, um exemplo seria o leite e em seus derivados, e também além de alimentos muito gordurosos, não podem ser irradiados, pois sofrem reações de oxidação e ficam rançosos, tendo alterações no sabor e textura.

ALIMENTOS QUE PODEM SER IRRADIADOS

Normalmente os alimentos são irradiados por raios gama e beta de elementos radioativos, principalmente o cobalto-60, além também de sofrer radiação ionizante proveniente de raios X e elétrons acelerados. O alimento costuma ficar exposto a essa fonte de radiação, mas sem ter contato direto com tal elemento. Além disso, essa radiação é controlada, ou seja, acontece por um tempo e objetivos determinados.

Figura 2 - Produtos Aprovados para Irradiação por Diversos Países e OMS:

Batata	Carnes semi-elaboradas
Cebola	Frutas Frescas
Alho	Aspargos
Cogumelo	Carne Fresca
Trigo, Farinha de Trigo	Filés de Bacalhau e Hadoque
Frutas Secas	Frango (eviscerado)
Grãos de Cacau	Camarão
Alimentos Secos Concentrados	Produtos Cárneos Preparados para Culinária
Carne de Frango Fresca	Refeições Congeladas
Bacalhau e Peixe-Vermelho	Alimentos Frescos, Enlatados/Líquidos
Temperos/Condimentos	

Fonte: Adaptado de Radiation Physics and Chemistry, 2009.

BENEFÍCIOS NA IRRADIAÇÃO DOS ALIMENTOS

A irradiação de alimentos é um método mundialmente reconhecido como efetivo para o controle microbiano em alimentos, sejam estes frescos, na forma de grãos ou mesmo industrializados (ORNELLAS *et al.*, 2006; FURUTA, 1998; LUTTER, 1999)

A irradiação na agricultura combate e elimina parasitas, larvas de insetos e retarda alguns processos como o brotamento e amadurecimento.

A utilização da radiação tem benefícios, podemos citar por exemplo:

- Redução de perdas pós-colheita;
- Desinfestação de vegetais frescos e de produtos armazenados;
- Aumento do prazo de validade dos alimentos;
- Redução dos microorganismos responsáveis pela deterioração;
- Eliminação de microorganismos causadores de doenças (reduz o risco de doenças de origem alimentar);
- Conservação em lugares agressivos em termos de temperatura, salinidade e umidade.

Já nas irradiações dos alimentos, como: frutas, legumes e verduras, a radiação é utilizada para matar fungos e bactérias, que são os principais causadores do apodrecimento. Dessa forma, os alimentos permanecem bons para o consumo por muito mais tempo.

Na tabela a seguir é demonstrada a comparação de vida de prateleira de alguns produtos com e sem irradiação.

TABELA 1 – comparação da vida de prateleira de produtos com e sem irradiação

Produto	Vida de prateleira sem irradiação	Vida de prateleira com irradiação
Alho	4 meses	10 meses
Arroz	1 ano	3 anos
Banana	15 dias	45 dias
Batata	1 mês	6 meses
Cebola	2 meses	6 meses
Farinha	6 meses	2 anos
Legumes e Verduras	5 dias	18 dias
Papaia	7 dias	21 dias
Manga	7 dias	21 dias
Milho	1 ano	3 anos
Frango refrigerado	7 dias	30 dias
Filé de peixe refrigerado	5 dias	30 dias
Morango	3 dias	21 dias
Trigo	1 ano	3 anos

Fonte: LIARE - CENA/USP

<http://www.cena.usp.br/irradiacao/irradiacaoalimentos.htm>

QUAIS OS RISCOS DA RADIAÇÃO NA AGRICULTURA?

A irradiação de alimentos pode resultar na redução de alguns nutrientes, principalmente nas vitaminas A, C e E, em virtude de serem sequestradoras de radicais livres e reduzidas após a irradiação de altas doses. A natureza e extensão destas perdas dependem da composição do alimento, do conteúdo de água, da dose de radiação, da temperatura e da presença ou ausência de oxigênio no processo (TEZOTTO-ULIANA, Jaqueline V. *et al.* Radiação Gama em Alimentos de Origem Vegetal. Revista Virtual de Química, v. 7, n. 1, p. 267-277, 2015).

Conforme analisado pelo autor, é difícil dizer que a radiação na agricultura traga algum malefício, mas, poderá trazer algumas desvantagens. Um ponto negativo é que o sabor e aroma dos alimentos poderão sofrer alterações. As desvantagens do uso da radiação podem variar de acordo com o objetivo pretendido. Se o emprego da mesma pode inibir o processo germinativo, pode-se avaliar de forma negativa caso o objetivo fosse o melhoramento, porém, pode ser considerado um efeito positivo se a intenção fosse a conservação do vegetal. Outra forma que pode ser considerada negativa diz respeito ao controle de pragas, pois ao longo do tempo a natureza se modifica, podendo surgir novas espécies resistentes.

CONCLUSÃO

A irradiação de alimentos é um método mundialmente reconhecido como efetivo para o controle microbiano em alimentos, sejam estes frescos, na forma de grãos ou mesmo industrializados (ORNELLAS *et al.*, 2006; FURUTA, 1998; LUTTER, 1999) diante do exposto, pode se afirmar que assim como as demais técnicas de conservação pós-colheita, o uso da radiação traz benefícios e qualidade aos alimentos desde que aplicado de forma correta.

Por fim, já existe um considerável conhecimento sobre a aplicação de irradiação de produtos gerados pelo agronegócio, destinados à alimentação humana e animal ou destinados para outros

propósitos. Os estudos mostram que a irradiação pode beneficiar os produtores de alimentos, fabricantes e consumidores, pois, a aparência, valor nutricional e gosto são praticamente inalterados. No entanto, isso não significa que a irradiação de alimentos é a “solução final” para todos os problemas alimentares.

Desse modo, a irradiação desses alimentos sendo utilizada de forma específica e com dosagem se torna uma boa alternativa para o controle de pragas e para a duração por tempo elevado dos alimentos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. P. G.; **Avaliação da influência do processo de irradiação em especiarias utilizando a técnica de difração de raios X**. Dissertação - Ciências em Engenharia Nuclear; Rio de Janeiro - RJ; 2006

BISCONSIN-JUNIOR, Antonio *et al.* Uso da radiação gama na agricultura. **Revista Edutec**, v. 1, n. 1, 2016.

CAMARGO, A. C.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; MANSI, D. N.; DOMINGUES, M. A. C.; ARTHUR, V.; Efeitos da radiação gama na cor, capacidade antioxidante e perfil de ácidos graxos em amendoim (*Arachis hypogaea* L.); **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 31, n. 1. Campinas - SP, jan.-mar. 2011.

DIAS, FRS *et al.* **Obtenção do saldo de radiação de superfície em áreas de agricultura e pecuária**.

FERREIRA, A. (16 de Maio de 2010). **Radura - Tecnologia em Radiologia**. Acesso em 12 de Setembro de 2023. Disponível em: <http://abrahamradiologia.blogspot.com/2010/05/radura.html#:~:text=Radura%20%2D%20Logotipo%20internacional%20que%20identifica,%22ALIMENTO%20TRATADO%20POR%20IRRADIA%C3%87%C3%83O%22>.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Radioatividade na Agricultura**. Acesso em: 12 set. 2023.

GOMEZ, M. L. P. A.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R.; Metabolismo de carboidratos durante o amadurecimento do mamão (*Carica papaya* L. cv. Solo): influência da radiação gama. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 19, n. 2; Campinas - SP; ISSN 1678-457X; 1999.

HAMMARSTRON, Heloisa De Jesus *et al.* Aplicações da Radiação na Agricultura. **Mostra Interativa da Produção Estudantil em Educação Científica e Tecnológica**, 2017.

HALLMAN, G. J. Phytosanitary applications of irradiation. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.10, p.143-151, 2011.

PACHECO, Natália Hidalgo dos Reis. **Irradiação de alimentos: um estudo de caso**. 2013.

TEZOTTO-ULIANA, Jaqueline V. *et al.* Radiação Gama em Alimentos de Origem Vegetal. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p. 267-277, 2015.