



Tecnologías para la Industria Alimentaria – Irradiación de alimentos



Ministerio
de Economía
República Argentina

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca

Irradiación de alimentos

La integración de tecnología en la industria alimentaria es fundamental para aumentar la competitividad, optimizar procesos, reducir costos y garantizar productos de alta calidad. Por este motivo, desde la Dirección Nacional de Alimentos y Desarrollo Regional hemos elaborado esta ficha, que ofrece un análisis integral sobre el uso, la disponibilidad, las consideraciones regulatorias, la legislación aplicable y las oportunidades que esta tecnología presenta en mercados nacionales e internacionales. Esta herramienta busca proporcionar soluciones innovadoras adaptadas tanto a pequeñas como a grandes empresas.

ÍNDICE

Irradiación de alimentos	03
Aplicaciones	06
Proveedores	08
Legislación nacional e internacional	09
Codex Alimentarius	09
Argentina	10
Estados Unidos	10
Unión Europea	11
Canadá	11
Bibliografía	12

Irradiación de alimentos



El proceso de irradiación de los alimentos involucra su exposición, ya sea envasado o a granel, a un determinado nivel de radiación ionizante. La radiación ionizante interactúa con el material irradiado e ioniza las partículas creando iones positivos y negativos por transferencia de energía a los electrones. Las principales aplicaciones de la irradiación en alimentos son desinfección, extensión de la vida del producto, reducción de carga microbiana y eliminación de patógenos (Engo, 2015). Esta tecnología también se emplea para mantener la calidad de los alimentos, mejorar su inocuidad microbiológica o reducir su desperdicio (OIEA, 2017).

Los alimentos y los productos agrícolas pueden ser irradiados con fines sanitarios, fitosanitarios o de otra índole. La irradiación presenta efectos letales en:

- › *microorganismos*: como los que causan las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), reducen el tiempo de almacenamiento o conservación, contaminan los productos hasta un nivel inaceptable para el uso previsto;
- › *parásitos*: como los protozoos presentes en las hortalizas frescas cortadas;
- › *insectos*: que causan pérdidas después de la cosecha.

Otras aplicaciones se basan en los efectos fisiológicos de la irradiación en las plantas, por ejemplo: inhibición de la germinación; retraso de la senescencia y retraso de la maduración (OIEA, 2017).

La Norma General del Codex Alimentarius para Alimentos Irradiados (STAN 106-1983) contempla los siguientes tipos de radiación ionizante para el tratamiento de alimentos (FAO, 2024):

- a. rayos gamma procedentes de los radionucleidos ^{137}Cs o ^{60}Co ;
- b. electrones acelerados (formando haces de electrones) con una energía máxima de 10 MeV;
- c. rayos X con una energía máxima de 5 MeV .

La utilización de una u otra fuente dependerá del grado de penetración necesario, del tipo de alimento, del material de envase, del objetivo del tratamiento, entre otros. La irradiación de alimentos a nivel industrial se lleva a cabo principalmente en plantas de

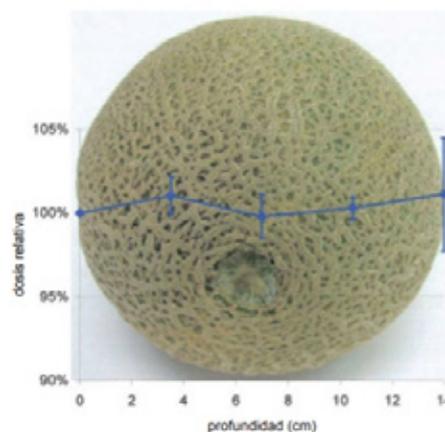
Cobalto-60 (aproximadamente el 90% de las instalaciones) o aceleradores de electrones (el 10% restante). Esto se debe a que las radiaciones gamma emitidas por el Cobalto-60 tienen una penetración superior a la de los electrones (Parzanese, 2011).

La tasa de dosis, o cantidad de energía emitida por unidad de tiempo, determina los tiempos de tratamiento y, por tanto, el rendimiento del irradiador (es decir, la cantidad de productos tratados en la cabina por unidad de tiempo) (OIEA, 2017).

Para que el proceso de irradiación se lleve a cabo de manera exitosa es fundamental definir previamente los siguientes parámetros:

→ **dosis:** es la cantidad de energía de radiación ionizante aplicada a una unidad de masa de un material específico. La unidad -del sistema internacional- correspondiente a la dosis absorbida es el gray (Gy), en que 1 Gy equivale a la absorción de 1 J/kg. Esta es la cantidad que se utiliza tanto para especificar el proceso de irradiación como para controlarlo. En el proceso de irradiación no se aplica una dosis única a todo un producto, sino un continuo de dosis (figura 1)(OIEA, 2017).

Figura. 1. Distribución de la dosis en un melón



Fuente: OIEA, 2017. Manual de Buenas Prácticas para la Irradiación de Alimentos

La norma ISO/ASTM 51261:2013 ofrece orientación sobre la práctica de calibración de los sistemas de dosimetría de rutina para el tratamiento por irradiación (ISO, 2013).

→ **efecto de la temperaturas:** en el caso de los alimentos refrigerados o congelados, el mapeo de dosis puede realizarse a la temperatura en que los alimentos estén fríos o congelados durante el tratamiento del producto, si el sistema de dosimetría utilizado puede configurarse a la temperatura de tratamiento prevista. En el mapeo de dosis de un producto simulado a temperatura ambiente deben colocarse uno o más dosímetros en una posición de referencia de la que se sepa que queda aislada de los cambios de temperatura durante el tratamiento (OIEA, 2017).

→ **tiempo del tratamiento:** una vez realizado el mapeo de dosis, con los valores de dosis corregidos con las incertidumbres, se establecerán los parámetros del proceso: básicamente el tiempo de exposición o la velocidad del transportador y de esta forma se creará una relación que será válida sólo para una configuración específica.

→ **caracterización del producto:** el producto que vaya a ser irradiado debe especificarse con precisión, y en las características cuantitativas deben incluirse las tolerancias. Si los productos alimenticios en particular o las unidades de envase varían en tamaño y peso, debe indicarse cuál es el margen aceptable. Asimismo, se debe tomar en cuenta las condiciones de almacenamiento previas y posteriores a la irradiación y precauciones que en particular deben tomarse.

En lo que respecta al embalaje, siempre que la finalidad de la irradiación sea eliminar insectos o microorganismos, los productos deben embalarse antes de la irradiación. No se podrá utilizar material de embalaje que pueda sufrir alteraciones importantes de sus propiedades funcionales o que produzca sustancias tóxicas que puedan transferirse por contacto a los alimentos. Cuanto menor sea la dosis, menor será la probabilidad de que esto suceda. Para más información sobre este aspecto puede consultar la norma ASTM F1640-03, sobre materiales de embalaje de alimentos para la irradiación (American Society For Testing and Materials, 2003), y el código 21 CFR 179.45 sobre materiales de embalaje para la irradiación de alimentos preenvasados (FDA, 2024).

Con la correcta selección de estos parámetros se evitan posibles daños nutricionales y organolépticos sobre el alimento.

Para profundizar en estos aspectos y en los sistemas de gestión de la calidad consulte el Manual de Buenas Prácticas para la Irradiación de Alimentos, elaborado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OEIA) que nuclea a 177 Estados Miembros, entre ellos, Argentina.

https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/D481_S_web.pdf

Aplicaciones



Durante el proceso de irradiación se transfiere energía de una fuente de radiación ionizante al producto tratado. Entre los parámetros del proceso de irradiación el más importante es la cantidad de energía ionizante absorbida por unidad de masa del material destinatario, que se conoce como “dosis absorbida” o “dosis” (OIEA, 2017).

- › **Desinfestación:** El control de insectos en frutas puede lograrse con dosis de hasta 3 kGy. Una dosis de 0,15-0,50 kGy puede dañar insectos en distintos grados de evolución que pueden estar presentes en los alimentos.
- › **Extensión de vida útil.** Inhibición del brote de papas, batatas, cebollas y ajos con dosis de 0,02-0,15 kGy. También retarda la maduración y senescencia de frutas tropicales como bananas, litchis, papayas, paltas y mangos cuando las dosis son de 0,12-0,75 kGy.
- › **Reducción de carga microbiana y eliminación de patógenos.** El uso de dosis de 1-2 kGy pasteuriza pollo, carne y frutos del mar. La aplicación de dosis más elevadas 3-20 kGy permite esterilizar especias, pollo y condimentos.
- › **Mejor calidad del producto.** La irradiación de frutas, por ejemplo, mejora el rendimiento de la obtención de jugos de frutas. No deja residuos químicos en el alimento.

Diferentes organizaciones internacionales, como FAO, OMS y la OIEA evaluaron la seguridad de este tratamiento, y en 1980 el Comité de Expertos de la Junta de FAO/OIEA/OMS sobre la Irradiación de Alimentos estableció que la irradiación de cualquier alimento con una dosis promedio de hasta 10 kGy no presenta riesgos toxicológicos y tampoco introduce problemas especiales desde el punto de vista nutricional y microbiológico.

En el cuadro 1 figuran las diferentes aplicaciones de la irradiación de alimentos y la dosis mínima indicativa para cada propósito según el Manual de Buenas Prácticas para la Irradiación de Alimentos.

Cuadro 1. Aplicaciones de la irradiación de alimentos y la dosis mínima indicativa para cada propósito

Rango de dosis indicativo (kGy)	Efectos	Ejemplos
0,1 - 1	<p>Inhibición de la germinación</p> <p>Retraso de la maduración</p> <p>Incapacidad de reproducción de los insectos</p> <p>Muerte de insectos</p> <p>Inactivación de parásitos</p>	<p>Patatas, cebollas, ajo y ñame</p> <p>Banana y papaya</p> <p>Productos frescos</p> <p>Pescado seco, frutas desecadas y legumbres</p> <p>Productos cárnicos, frutas y hortalizas frescas</p>
1 - 10	<p>Reducción del número de organismos de descomposición</p> <p>Prolongación del período de conservación</p> <p>Inactivación de microorganismos no esporulantes</p> <p>Reducción de la contaminación microbiológica</p>	<p>Frutillas</p> <p>Carnes y pescados refrigerados, comidas preparadas</p> <p>Carnes, pescados y mariscos refrigerados o congelados, frutas y hortalizas</p> <p>Espicias e ingredientes de alimentos desecados</p>
Encima de 10	<p>Reducción de los microorganismos hasta el punto de la esterilidad</p>	<p>Dietas hospitalarias, raciones de emergencias y alimentos para astronautas</p>

Fuente: OIEA, 2017. Manual de Buenas Prácticas para la Irradiación de Alimentos

Proveedores



A continuación, se detallan los proveedores locales que ofrecen el servicio de irradiación:

Empresa	Equipamiento	Página web y contacto
Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) (Local)	<p>La Planta de Irradiación Semi-Industrial, funciona desde el año 1970, fue diseñada por profesionales de la CNEA y se ubica en Ezeiza, Provincia de Buenos Aires. También realizan asesoramiento a productores y empresas interesadas en aplicar la tecnología.</p> <p>Antes de solicitar la irradiación, debe cumplir con los siguientes requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> › conocer la dosis a irradiar › la Calificación/Validación del Proceso de Irradiación permite establecer evidencia documentada para saber si el proceso de irradiación puede ser realizado en forma efectiva y reproducible › constancia AFIP 	<p>Para solicitar el servicio de Irradiación debe ingresar a la siguiente página web:</p> <p>https://www.argentina.gob.ar/solicitar-servicio-de-irradiacion</p> <p>Se debe completar un formulario de Solicitud y que se indican en la web.</p>
Ionics (Local)	<p>Empresa ubicada en Talar de Pacheco, Partido de Tigre.</p> <p>La planta está registrada como instalación para tratamiento de alimentos en el Organismo Internacional de Energía Atómica y está licenciada por la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN).</p>	<p>www.ionics.com.ar</p> <p>Teléfono (11) 2150-6670 al 74</p> <p>Mail info@ionics.com.ar</p>

Legislación nacional e internacional



Codex Alimentarius

El tratamiento puede realizarse en el país importador o antes de la exportación. En este último caso se aplicarán los requisitos reglamentarios del país importador (OIEA, 2017).

La irradiación de alimentos y productos agrícolas está actualmente permitida en alrededor de 40 países (Engo, 2015). Los Estados aplican diferentes políticas en lo que se refiere a las tareas que la Organización Nacional de Protección Fitosanitaria (ONPF) del país importador encomienda a la ONPF del país exportador. Aunque las acreditaciones iniciales y de renovación de las instalaciones de irradiación corren a cargo de la ONPF del país importador, el control de los tratamientos por irradiación puede delegarse a la ONPF del país exportador (OIEA, 2017).

El etiquetado de los alimentos irradiados preenvasados deberá indicar el tratamiento y todos los aspectos deberán ajustarse a las disposiciones aplicables de la *Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados* (CODEX STAN 1-1985, Rev. 2018).

La etiqueta de cualquier alimento que haya sido tratado con radiación ionizante deberá llevar una declaración escrita indicativa del tratamiento cerca del nombre del alimento.

La Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (STAN 1-1985, Rev. 2018) indica que la etiqueta de cualquier alimento que haya sido tratado con radiación ionizante deberá llevar una declaración escrita

indicativa del tratamiento cerca del nombre del alimento. El uso del símbolo internacional, indicativo de que el alimento

ha sido irradiado, es facultativo y en caso de utilizarse deberá

colocarse cerca del nombre del producto. La norma aclara que cuando

un producto irradiado se utilice como ingrediente en otro alimento, deberá declararse esta circunstancia en la lista de ingredientes (FAO, 2018). También especifica las condiciones del rotulado para los alimentos a granel transportados en contenedores.



Por otro lado, existe una normativa privada, la ISO 14470:2011, relativa a la irradiación de alimentos y los requisitos para el desarrollo, la validación y el control de rutina del proceso de radiación ionizante utilizado para el tratamiento de alimentos (ISO, 2021).

Argentina

El Capítulo III artículo 174 del Código Alimentario Argentino, actualizado en el 2017, establece ocho clases de alimentos para someterlos a la acción de radiación y define los propósitos específicos de esta tecnología. Además, determina el límite máximo de radiaciones ionizantes por clase y propósito.

Este artículo establece los requisitos tecnológicos, los requisitos generales del procedimiento y las instalaciones y control del procedimiento.

En cuanto al etiquetado, los alimentos irradiados que contengan componentes irradiados en una proporción mayor al 10% del peso total y se comercialicen envasados, deben incluir en su rótulo la leyenda “alimento tratado con energía ionizante” o “contiene componentes tratados con energía ionizante”. Asimismo debe utilizarse el símbolo internacional logotipo internacional, “radura” de color verde, así como indicarse la instalación industrial donde han sido procesados, la fecha de tratamiento y la identificación del lote (Ministerio de Salud, ANMAT 2024).

La Asociación Latinoamericana de Tecnología de la Irradiación (ALATI) es una organización sin fines de lucro que promueve el desarrollo y la aplicación de la irradiación en Latinoamérica y el Caribe. Participan Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, México, Panamá, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela (Alati, 2024).

Estados Unidos

En Estados Unidos, la irradiación de alimentos está regulada por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). La FDA considera la irradiación como un aditivo alimentario y ha aprobado su uso para diversos alimentos, incluyendo carnes, aves, mariscos, frutas, verduras, especias y condimentos. El USDA, por su parte, ha autorizado la irradiación de carnes y aves para controlar patógenos como E. coli y Salmonella, y para extender la vida útil de estos productos.

La FDA ha aprobado una variedad de alimentos para ser irradiados que se detalla a continuación:

- › Carne de res y de cerdo
- › Carne de ave

- › Crustáceos
- › Frutas y verduras frescas
- › Lechugas y espinaca
- › Moluscos
- › Huevos
- › Especias y condimento
- › Semillas para germinar (por ejemplo, brotes de alfalfa)

Para identificar si un alimento ha sido irradiado, la FDA requiere que estos productos lleven el símbolo internacional de irradiación, junto con la declaración “manipulado con radiación” o “manipulado con irradiación” en la etiqueta.

Unión Europea

La irradiación de alimentos está regulada por las Directivas 1999/2/CE y 1999/3/CE, que establecen las condiciones para la elaboración, comercialización e importación de productos alimenticios tratados con radiaciones ionizantes. Estas directivas permiten la irradiación de hierbas aromáticas secas, especias y condimentos vegetales, con dosis máximas específicas. En el Anexo III dispone las categorías de productos irradiados y la dosis administradas respectivas, por país. Sin embargo, los Estados miembros pueden autorizar la irradiación de otros alimentos bajo ciertas condiciones, siempre que se comuniquen a la Comisión Europea y se respeten los límites establecidos. Los alimentos e ingredientes alimentarios sólo pueden tratarse con radiaciones ionizantes en instalaciones de irradiación autorizadas (Comisión Europea, 2021). Actualmente, en la Unión Europea hay 22 plantas autorizadas para tratar alimentos con radiación ionizante.

Canadá

Está regulada por el Reglamento sobre Alimentos y Medicamentos. En la División 26 (Parte B) enumera los alimentos que pueden irradiarse, los tipos y fuentes permitidos de radiación ionizante, el propósito del tratamiento y la dosis absorbida permitida de radiación ionizante. Los requisitos de etiquetado para los alimentos irradiados se establecen en la División 1 (Parte B) del Reglamento.

Actualmente, sólo se permite la venta en Canadá de los siguientes alimentos irradiados: (1) patatas, (2) cebollas, (3) trigo, harina, harina de trigo integral, y (4) especias enteras o molidas y preparados deshidratados de condimentos.

Bibliografía



- › ALATI. (2024). Asociación Latinoamericana de Tecnología de la Irradiación.
<https://www.alati.la/index.html>
- › American Society For Testing and Materials. (2003). Standard Guide for Packaging Materials for Food to Be Irradiated, ASTM F1640-03, ASTM, West Conshohocken, PA .
- › Government of Canada. (2016). Food Irradiation.
<https://www.canada.ca/en/health-canada/services/food-nutrition/food-safety/food-irradiation.html>
- › Comisión Europea. (2021). INFORME DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO Y AL CONSEJO relativo a los alimentos e ingredientes alimentarios tratados con radiaciones ionizantes, correspondiente a los años 2018-2019. Bruselas.
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?from=ES&uri=CELEX%3A52021D-C0079&utm_source=chatgpt.com
- › Engo N, Fuxman A, Gonzalez CB, NegriL, Polenta G, et al. (2015). Desarrollo de las exigencias sobre calidad e inocuidad de alimentos en el mundo (2025); Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva; 290.
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/156992>
- › FAO. (2024). Norma General Para El Etiquetado De Los Alimentos Preenvasados CXS 1-1985 Adoptada en 1985. Enmendada en 1991, 1999, 2001, 2003, 2005, 2008 y 2010. Revisada en 2018.
https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/de/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B1-1985%252FCXS_001s.pdf
- › FAO. (2024). Norma General Para Los Alimentos Irradiados. Codex STAN 106-1983.
https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/de/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B106-1983%252FCXS_106s.pdf
- › ISO. (2013). ISO/ASTM 51261:2013. Practice for calibration of routine dosimetry systems for radiation processing. 2da Edición.
<https://www.iso.org/es/contents/data/standard/06/02/60211.html>
- › Jefatura de Gabinete de Ministros. (2024). Irradiación de alimentos.
<https://www.argentina.gob.ar/cnea/Tecnologia-nuclear/irradiacion-gamma/irradiacion-de-alimentos>
- › Jefatura de Gabinete de Ministros. (2024). Servicio de Irradiación.
<https://www.argentina.gob.ar/solicitar-servicio-de-irradiacion>

- › OIEA. 2017. Manual de Buenas Prácticas para la Irradiación de Alimentos. Viena: Organismo Internacional de Energía Atómica.
https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/D481_S_web.pdf

- › Ministerio de Salud. (2024). ANMAT. Código Alimentario Argentino. Capítulo III.
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_iii_prod_alimenticiosactu20a-liz_2023-05_1.pdf

- › United States Food and Drug Administration. (2024). Packaging Materials for Use during the Irradiation of Prepackaged Foods, 21 CFR 179.45, US Govt Printing Office, Washington, DC.
<https://www.fda.gov/food/irradiation-food-packaging/packaging-materials-listed-21-cfr-17945-use-during-irradiation-prepackaged-foods>



**Ministerio
de Economía**
República Argentina

**Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca**