

# Irradiación de los Alimentos

## Asesoramiento y Colaboración

**Patricia Narvaiz**- Licenciada en Ciencias Químicas (UBA)  
Sector Alimentos- Unidad de Actividad Aplicaciones  
Tecnológicas y Agropecuarias- (B1802AYA) Centro Atómico  
Ezeiza- Pcia. de Buenos Aires- Argentina.  
e-mail: [narvaiz@cae.cnea.gov.ar](mailto:narvaiz@cae.cnea.gov.ar)

## Introducción

La irradiación de los alimentos ha sido identificada como una tecnología segura para reducir el riesgo de ETA (Enfermedades Transmitidas por Alimentos), en la producción, procesamiento, manipulación y preparación de alimentos de alta calidad. Es a su vez, una herramienta que sirve como complemento a otros métodos para garantizar la seguridad y aumentar la vida en anaquel de los alimentos. La presencia de bacterias patógenas como la Salmonella, Escherichia coli O157:H7, Listeria monocytogenes ó Yersinia enterocolítica, son un problema de creciente preocupación para las autoridades de salud pública, que puede reducirse o eliminarse con el empleo de esta técnica, también denominada "Pasteurización en frío".

La irradiación de alimentos, como una tecnología de seguridad alimentaria, ha sido estudiada por más de 50 años y está aprobada en más de 40 países. Cuenta también con la aprobación de importantes organismos internacionales, la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Internacional de Energía Atómica (IAEA). En nuestro país, el Código Alimentario Argentino, en su artículo 174, legisla sobre los aspectos generales; y en otros artículos autoriza la irradiación de papa, cebolla y ajo para inhibir brote; de frutilla para prolongar la vida útil; de champiñón y espárrago para retardar senescencia; y de especias, frutas y vegetales deshidratados, para reducir la contaminación microbiana.

## Conceptos Básicos sobre Irradiación de Alimentos

La irradiación de alimentos es un método físico de conservación, comparable a otros que utilizan el calor o el frío. Consiste en exponer el producto a la acción de las radiaciones ionizantes (radiación capaz de transformar moléculas y átomos en iones, quitando electrones) durante un cierto lapso, que es proporcional a la cantidad de energía que deseamos que el alimento absorba. Esta cantidad de energía por unidad de masa de producto se define como dosis, y su unidad es el Gray (Gy), que es la absorción de un Joule de energía por kilo de masa irradiada. (1000 Grays = 1 kiloGray)

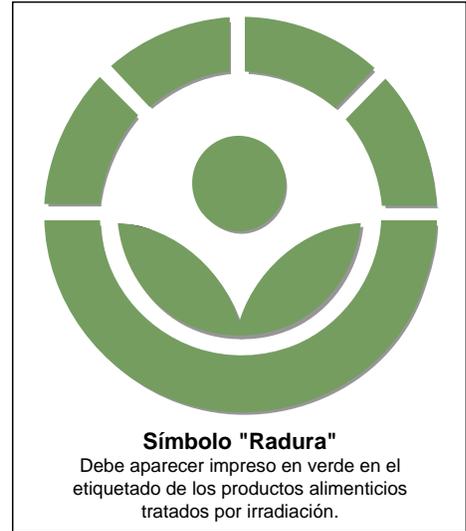
Se utilizan actualmente 4 fuentes de energía ionizante:

- \* Rayos gamma provenientes de Cobalto radioactivo  $^{60}\text{Co}$
- \* Rayos gamma provenientes de Cesio radioactivo  $^{137}\text{Cs}$
- \* Rayos X, de energía no mayor de 5 megaelectron-Volt
- \* Electrones acelerados, de energía no mayor de 10 MeV

Los 2 últimos son producidos por medio de maquinas aceleradoras de electrones, alimentadas por corriente eléctrica. De estas 4 fuentes, la más utilizada a nivel mundial, y la única disponible en nuestro país, es el  $^{60}\text{Co}$ . Los rayos gamma provenientes de  $^{60}\text{Co}$  y  $^{137}\text{Cs}$ , poseen una longitud de onda muy corta, similares a la luz ultravioleta y las microondas; y debido a que no pueden quitar neutrones (partículas subatómicas que pueden hacer a las sustancias radioactivas), los productos y envases irradiados no se vuelven radioactivos. Los rayos gamma penetran el envase y el producto pasando a través de él, sin dejar residuo alguno. La cantidad de energía que permanece en el producto es insignificante y se retiene en forma de calor; el cual puede provocar un aumento muy pequeño de temperatura (1-2 grados) que se disipa rápidamente.

## Aplicaciones

De acuerdo con la cantidad de energía entregada, se pueden lograr distintos efectos. En un rango creciente de dosis, es posible inhibir la brotación de bulbos, tubérculos y raíces (papas sin brote durante 9 meses a temperatura ambiente); esterilizar insectos como la "mosca del Mediterráneo" (*Ceratitis capitata*) para evitar su propagación a áreas libres, cumpliendo así con los fines cuarentenarios, en productos frutihortícolas y granos; esterilizar parásitos, como *Trichinella spiralis* en carne de cerdo, interrumpiendo su ciclo vital en el hombre e impidiendo la enfermedad (triquinosis); retardar la maduración de frutas tropicales como banana, papaya y mango (en general tanto en este caso como en los siguientes, la vida útil se duplica o triplica); demorar la senescencia de champiñones y espárragos; prolongar el tiempo de comercialización de, por ejemplo, carnes frescas y "frutas finas", por reducción de la contaminación microbiana total, banal, en un proceso similar al de la pasteurización por calor, lo cual se denomina "radurización" (frutillas de 21 días, filete de merluza de 30 días, ambos conservados en refrigeración); controlar el desarrollo de microorganismos patógenos no esporulados (excepto virus), tales como *Salmonella* en pollo y huevos, en un proceso que se conoce como "radicación"; y por último, esterilizar alimentos, es decir, aplicar un tratamiento capaz de conservarlos sin desarrollo microbiano, a temperatura ambiente durante años, lo cual se asemeja a la esterilización comercial, y se indica como "radapertización".



La clasificación de la OMS según la dosis, es la siguiente:

**Dosis Baja (hasta 1 kGy):** es usada para demorar los procesos fisiológicos, como maduración y senescencia de frutas frescas y vegetales, y para controlar insectos y parásitos en los alimentos.

**Dosis Media (hasta 10 kGy):** es usada para reducir los microorganismos patógenos y descomponedores de distintos alimentos; para mejorar propiedades tecnológicas de los alimentos, como reducir los tiempos de cocción de vegetales deshidratados; y para extender la vida en anaquel de varios alimentos.

**Dosis Alta (superior a 10 kGy):** es usada para la esterilización de carne, pollo, mariscos y pescados, y otras preparaciones en combinación con un leve calentamiento para inactivar enzimas, y para la desinfección de ciertos alimentos o ingredientes, como ser especias.

Dosis específicas de radiación destruyen las células en reproducción, lo que está vivo en un alimento: microorganismos, insectos, parásitos, brotes. Por otro lado, la energía ionizante produce poco efecto sobre el producto. Los cambios nutricionales y sensoriales son comparables a los de los procesos de enlatado, cocción y congelado, y muchas veces, menores.

La irradiación puede también ser alternativa al uso de sustancias químicas de toxicidad sospechada, tales como fumigantes, algunos conservadores (nitrito de sodio en carnes), e inhibidores de brotación (hidrazida maleica). Tanto el bromuro de metilo como la fosfina se emplean para fumigar productos frutihortícolas y granos destruyendo insectos con fines cuarentenarios; el empleo de ambos está en vías de ser prohibido debido a los crecientes indicios sobre su toxicidad al hombre, tanto el consumidor como el operador. Además, el bromuro de metilo es un depresor de la capa de ozono, y según el protocolo de Montreal (Nov. 1995), está sujeto a restricciones crecientes hasta su prohibición estimada en el 2010. La irradiación tiene además otras ventajas sobre el uso de los fumigantes: mayor penetración; tratamiento más rápido; no requiere aireación posterior, no deja residuos.

## Efectos Químicos sobre el Alimento

La energía radiante emitida produce ionizaciones -rupturas y pérdida de la "estabilidad" de los átomos y/o moléculas- del alimento con el que interaccionan. Suele denominarse a este proceso, "efecto primario". Como consecuencia del efecto primario -desestabilización- aparecen iones y radicales libres que se combinan entre sí o con otras moléculas para formar sustancias ajenas a la composición inicial del producto. Esto se denomina "efecto secundario", que se prolonga en el alimento, con formación y desaparición de compuestos hasta lograr la formación de compuestos químicamente estables. Estos fenómenos -efectos primario y secundario- se denominan, radiólisis, y los nuevos compuestos originados son denominados productos radiolíticos, los cuáles se producen en cantidades muy pequeñas. Los compuestos radiolíticos no presentan riesgos para la salud, y se ha comprobado que los mismos compuestos se forman al realizarse la cocción de los alimentos u otros procesos de conservación.

Cabe mencionar que el efecto sobre las moléculas es tanto mayor cuanto mayor es su tamaño. Los ácidos nucleicos (material genético) son las moléculas más complejas de las células, por tanto la posibilidad de que sufran daños directos es muy elevada. Por otra parte, las moléculas de agua cuando son irradiadas dan lugar a radicales libres, con un marcado carácter oxidante ó reductor y elevada capacidad de reacción. La repercusión de estos radicales es tan importante que se considera que el efecto secundario es tanto más intenso cuanto mayor es el contenido acuoso.

## Propiedades Organolépticas

Utilizando la dosis adecuada de radiación, pueden mantenerse estas propiedades en gran medida; sin embargo, al aplicar dosis elevadas de radiación, se producen en el alimento, modificaciones del sabor, color y textura que pueden hacer al alimento inaceptable para el consumo. En general las alteraciones organolépticas producidas por irradiación se presentan a dosis menores que las necesarias para producir alteraciones nutricionales. Estas alteraciones, pueden minimizarse irradiando el alimento envasado al vacío o en atmósferas modificadas, en estado congelado o en presencia de antioxidantes.

Una de las alteraciones organolépticas más características es la aparición de un olor y/o sabor típico a radiación. Esto es debido principalmente al efecto de los radicales libres sobre los lípidos y las proteínas. Este aroma es más pronunciado inmediatamente después de la irradiación y decrece e incluso desaparece durante el almacenamiento o después de cocinar el producto. El color del producto también puede verse afectado (oscurecimiento en las carnes). En frutas y hortalizas se produce un considerable ablandamiento. Esta modificación no se presenta de inmediato, sino al cabo de varias horas e incluso días después de recibir la irradiación.

## Beneficios de la Irradiación de los Alimentos

Ciertamente, el más importante beneficio es la mayor calidad desde el punto de vista microbiológico que ofrecen estos alimentos, ya que el proceso destruye patógenos problemáticos desde el punto de vista de la salud pública, entre los que podemos mencionar: Salmonella, E. coli O157:H7, Campylobacter, Listeria monocitogenes, Trichinella spiralis, etc. Es de destacar que los productos pueden ser tratados ya envasados, lo que aumenta aún más la seguridad e inocuidad del alimento.

Otro de los beneficios es que aumenta la vida en anaquel de los alimentos tratados. Al retardar el deterioro natural de carnes, granos y sus derivados, frutas, disminuyen la cantidad de pérdidas del producto por deterioro, lo que ayuda a mantener bajo el precio de los alimentos y hacerlos llegar a poblaciones que muchas veces no tienen acceso a ellos.

Disminuye también la utilización de compuestos químicos. Un típico ejemplo es el uso de fumigantes en las especias y condimentos, que luego dejan residuos tóxicos en el producto. Otros compuestos químicos cuyo empleo se puede reducir o anular son los nitritos en carnes; los inhibidores de la brotación, como la hidrazida maleica; sustancias antimicrobianas (sorbatos, benzoatos).

El hecho de ser un método que no utiliza calor, es ventajoso también en el caso de las especias, debido a que se conservan en gran medida los aromas y sabores típicos, que de otra forma se perderían.

## Aspectos Nutricionales

El proceso de irradiación aumenta pocos grados la temperatura del alimento, por esto, las pérdidas de nutrientes son muy pequeñas y en la mayoría de los casos, son menores a las que se producen por otros métodos de conservación como ser el enlatado, desecado, y pasteurización ó esterilización por calor.

Los nutrientes más sensibles a la irradiación, se corresponden con los también más sensibles a los tratamientos térmicos, el ácido ascórbico, la vitamina B1 y la E. Estas pérdidas, al igual que la de ácidos grasos esenciales, pueden minimizarse si se trabaja en un ambiente libre de oxígeno o si se irradia en estado congelado.

Con respecto a los macronutrientes, no se producen alteraciones significativas.

## Conclusión

La irradiación no reemplaza a los procedimientos correctos de producción y manipulación de los alimentos. Por esto, la manipulación de los alimentos tratados con radiación, debe llevarse a cabo bajo las mismas normas de seguridad utilizadas para cualquier otro tipo de alimento. Este procedimiento, no es ideal para todos los alimentos, como sucede con la leche u otros productos con un alto contenido de agua. En este sentido, esta técnica tampoco puede mejorar la calidad de alimentos que no son frescos, ni tampoco prevenir contaminaciones que ocurran luego de la irradiación.

Por todo esto, entendemos que la irradiación de los alimentos no es un proceso milagroso, pero es muy útil para mejorar la seguridad de algunos alimentos, siempre y cuando se utilice adecuadamente. Esto es particularmente cierto en el caso de poblaciones que presentan una mayor sensibilidad a los patógenos transmitidos por los alimentos, como son los bebés, las mujeres embarazadas (*Listeria monocytogenes*), los ancianos, los pacientes de todas las edades que presentan un sistema inmune deprimido (HIV-quimioterapia-trasplantados-desnutridos).

## Bibliografía General

- 1 - Position of ADA "Food irradiation", J. Am. Diet. Assoc. 2000;100:246-253.
- 2 - Doris Stanley, "Food Irradiation", ARS News Service, Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture (USDA), December 10, 1997.
- 3- Rosanna Mentzer Morrison, Jean C. Buzby, C.-T. Jordan Lin, "Irradiating Ground Beef To Enhance Food Safety", Food Safety, 33-37, January - April 1997.
- 4- "Irradiation in the Production, Processing and Handling of Food", DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, Food and Drug Administration (FDA), Federal Register, December 3, 1997 (Volume 62, Number 232).
- 5 - Ing. Alim. Walter García, "Irradiación de Alimentos", [www.sagyp.mecon.ar/aliment/publicaciones/revi9/Revi906.htm](http://www.sagyp.mecon.ar/aliment/publicaciones/revi9/Revi906.htm).
- 6 - M<sup>a</sup> Isabel Cambero y Leonides Fernández, "Irradiación de alimentos", [http://www.mejorprevenir.com/salud\\_alimentaria/opinion/XXXI2000.htm](http://www.mejorprevenir.com/salud_alimentaria/opinion/XXXI2000.htm).
- 7 - Kim M. Morehouse, Ph.D., "Food Irradiation: The treatment of foods with ionizing radiation", U.S. Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied, Nutrition, Office of Premarket Approval, Food Testing & Analysis, June/July 1998 edition (Vol. 4, No. 3, Pages 9, 32, 35) - <http://vm.cfsan.fda.gov/~dms/opa-fdir.html>.
- 8 - "Training Manual on Food Irradiation Technology and Techniques" (1982). TRS 114, FAO/IAEA, Vienna.
- 9 - Josephson, E.S.; Brynjolfsson, A. et al (1983). "Preservation of Food by Ionizing Radiation". CRC Press, New York.
- 10 - Urbain, W.M. (1986). "Food Irradiation". Academic Press, Orlando.
- 11 - "La irradiación de los alimentos. Una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos." (1989). Organización Mundial de la Salud, Ginebra.
- 12 - Satin M. (1997) "La irradiación de los alimentos". Acribia, Zaragoza, España.
- 13 - [Página WEB de la Agencia Internacional de Energía Atómica \(IAEA\)](#)