

**Tesina de la Carrera Tecnicatura
Universitaria en Calidad e Inocuidad
Agroalimentaria**



Tema seleccionado:

IRRADIACIÓN EN LOS ALIMENTOS

Alumna

María Gimena CAMERONI

Agradecimientos

En especial al Centro Atómico Ezeiza por brindarme la posibilidad de visitar y recorrer la planta, y la excelente atención recibida tanto de la Mgter. Celina Horak como de la Mgter. Constanza Cova.

En lo que respecta al ámbito académico, agradezco la enseñanza y dedicación de cada docente a lo largo de la carrera, cada uno de ellos forjo en mí una absoluta pasión por esta hermosa tecnicatura.

En lo personal, a mi papá que fue el motor para que comience esta carrera y fue el constante apoyo para que la termine. Y por último, pero no menos importante, y quizá el eslabón más fuerte a lo largo de estos años de cursada, a mi querida compañera de estudio y de grupos y amiga de la vida (que la universidad me regalo), Ornella Laspina, sin ella la facultad no hubiese sido lo mismo, y hoy podemos cumplir el objetivo final y juntas, tal cual lo deseamos.

Y a vos amor, que me alentaste durante los últimos 6 finales para que no me rindiera.

Objetivo de estudio

A pesar de haber sido aprobada por Organizaciones Internacionales de expertos en la materia, como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la irradiación de alimentos no ha contado con mucha aceptación en muchos países del mundo, y como todo método que se desconoce genera rechazo por la sociedad, y tal vez por no saber nada sobre el proceso industrial que conlleva realizar la irradiación en los alimentos. Detrás de todo proceso que es señalado existe una lucha inevitable y que sucede cada día y desde hace muchísimos años, y es la pérdida enorme, pero evitable de alimentos por su descomposición, a causa de plagas y enfermedades o los problemas de salud generados en el hombre e incluso la muerte a causa de alimentos contaminados.

El objetivo de esta investigación es la de evaluar al método de irradiación de alimentos como una modalidad efectiva y científicamente estable para conservar un alimento y extender su vida útil sin que el mismo pierda sus características organolépticas ni su calidad para su consumo. Además de respondernos muchas preguntas; ¿Qué ventajas y desventajas podemos encontrar en el camino? ¿Qué beneficios tiene la irradiación de alimentos? ¿Qué más datos científicos se necesitan para constatar que es una técnica viable y efectiva? ¿Qué necesita saber el consumidor para estar tranquilo que un alimento irradiado no generara daño a quienes lo consuma? Muchas preguntas. Sí, pero de esto se tratara esta tesina, que no será un libro técnico, simplemente ofrecerá a sus lectores una explicación basada en hechos científicos.

INTRODUCCION

Si bien la irradiación de alimentos conlleva más 70 años en la industria de los alimentos como método de conservación, también debemos decir que siempre fue puesta en un lugar no favorecido, a pesar de infinidad de ensayos y pruebas que determinan que ésta preserva la inocuidad y extiende la vida útil del alimento, y que su técnica avala el determinado calibre de calidad, y que logre no generar un daño en el consumo humano, aun así se la ha juzgado por su nombre y no por su eficacia.

La irradiación de alimentos ha sido identificada como una tecnología segura para reducir el riesgo de ETA'S (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 útil de los alimentos. Para todo esto es necesario contar con una garantía que certifique dicha tecnología, y es allí donde debemos nombrar a la Organización Mundial de la Salud (OMS) que es un organismo especializado de las Naciones Unidas que se ocupa fundamentalmente de asuntos sanitarios internacionales y salud pública. Y mediante cooperación técnica directa con sus estados miembros y el fomento de dicha cooperación entre estos, las OMS promueve el establecimiento de servicios completos de salud, la prevención y la lucha contra las enfermedades, el mejoramiento de las condiciones, investigaciones biomédicas y sobre servicios de salud, además la planificación y ejecución de programas de salud.

Retomando el objetivo de esta investigación y elevando las diferentes técnicas para conservar un alimento o extender su vida útil, es volver a la irradiación de alimentos como una modalidad efectiva y científicamente estable para conseguir que el mismo no pierda sus características organolépticas ni su calidad en la ingesta de cada ser humano.

A pesar de haber sido aprobada por Organizaciones Internacionales de expertos en la materia, como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la irradiación de alimentos no ha contado con mucha aceptación en muchos países del mundo, y como

todo método que se desconoce genera rechazo por la sociedad, y tal vez por no saber nada sobre el proceso industrial que conlleva realizar la irradiación en los alimentos. Detrás de todo proceso que es señalado existe una lucha inevitable y que sucede cada día y desde hace muchísimos años, y es la pérdida enorme, pero evitable de alimentos por su descomposición, por las enfermedades y defunciones que produce el consumo de alimentos contaminados. ¿Qué tanto puede la irradiación colaborar con estas importantes causas? ¿Qué ventajas y desventajas podemos encontrar en el camino? ¿Qué beneficios tiene la irradiación de alimentos? ¿Qué más datos científicos se necesitan para constatar que es una técnica viable y efectiva? ¿Qué necesita saber el consumidor para estar tranquilo que un alimento irradiado no generara daño a quienes lo consuma? Muchas preguntas. Sí, pero de esto se tratara esta tesina, que no será un libro técnico, simplemente ofrecerá al lector y elaboradores de alimentos, que irradiar alimentos es inocuidad también, y que permite que no se pierda la calidad de los mismos, que con perspectivas y fuentes fiables se certificara que debería permitirse en todo el mundo la utilización de este método y que no es un mito, es una realidad firme y valida, y de una gran oportunidad para la lucha de la pérdida de alimentos en el mundo.

INDICE

Objetivo

Introducción

1 Legislación.....	6
1.1 Normatización.....	9
2. Comercialización.....	9
3. Acción Antimicrobiana.....	12
4. Métodos de conservación.....	13
4.1 Fermentación.....	13
4.2 Tratamiento Químico.....	14
4.3 Desecación.....	15
4.4 Tratamiento Térmico.....	16
4.5 Congelación.....	17
5. Beneficios de la irradiación de los alimentos.....	18
6. Antecedentes.....	21
7. Seguridad alimentaria.....	23
8. Proceso de irradiación de los alimentos.....	24
9. Dosis.....	27
10. Aplicaciones.....	28
11. Resultados.....	29
12. Conclusiones.....	29

1. Legislación

Hasta 2009, el número de países que autorizan el consumo de diversos alimentos irradiados es de 56. Las aprobaciones existentes son de variada índole: por “productos” (ej.: merluza); por “clases”, basándose en similitud de composición química (ej.: productos pesqueros); o más evolucionada, autorizando el proceso en general, como la legislación de Brasil que, coherentemente con el documento de OMS 1999, permite desde 2000 la irradiación de cualquier alimento a cualquier dosis compatible con la conservación de sus características sensoriales y tecnológicas.

Autorizan por clases: Arabia Saudita, Argelia, Bangladesh, Bélgica, China, Croacia, Filipinas, Ghana, India, México, Pakistán, Paraguay, Perú, Reino Unido de Gran Bretaña, República Checa, Siria, Sudáfrica, Tailandia, Turquía, Vietnam, Zambia. Y tienen varias clases autorizadas: Estados Unidos, Federación Rusa, Francia, Holanda, Indonesia, Ucrania, Yugoslavia. En la base de datos de la Agencia Internacional de Energía Atómica se puede encontrar la lista de productos o clases que autoriza cada país. En la actualidad, **23 países autorizan la irradiación de alimentos con fines fitosanitarios**, entre ellos **México, Estados Unidos, Australia y Nueva Zelandia**.

Las legislaciones de todos los países requieren que los alimentos irradiados estén rotulados como tales. **En nuestro país es obligatoria la leyenda “Tratado con energía ionizante” y el logotipo internacional “Radura”.**

Estados Unidos, país con gran conocimiento científico del tema y actualmente a la vanguardia de la implementación amplia de la irradiación de alimentos, propuso en 2007 a través de su Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) rever la legislación sobre rotulado para emplearlo sólo cuando este proceso causara un cambio organoléptico, nutricional o funcional, que el consumidor pudiera no identificar al momento de adquirir el producto, por ejemplo: bananas irradiadas para retrasar su maduración. En cambio, las especias irradiadas no tendrían razón de estar rotuladas como tales. Además FDA propone permitir emplear términos distintos de “irradiado”, por ejemplo, “pasteurizado”, siempre que se le notifique que el proceso de irradiación usado cumple con los criterios especificados para el uso de ese término.

La Unión Europea como bloque autoriza sólo la irradiación de especias y hierbas, lo cual no es obstáculo para que países europeos con mayor número de aprobaciones apliquen este método de acuerdo con sus propias legislaciones, como es el caso de Francia, Bélgica, Holanda, Croacia, entre otros. El Comité Científico de la Unión Europea sin embargo aprobó la expansión de esa mínima autorización a otros alimentos, pero resistencias de índole política y oposición a lo relacionado con la tecnología nuclear han conducido a que aún no se haya autorizado dicha expansión.

Argentina aún autoriza “por producto”. El Código Alimentario Argentino (CAA), en su artículo 174 del año 1988, 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. Fueron rechazadas propuestas posteriores de CNEA para autorizar “por clases”.

La última autorización lograda en el CAA fue en 1994, hasta el año pasado:

En octubre de 2017 entró en vigencia la actualización del Código Alimentario Argentino (CAA), que amplía a ocho las categorías de alimentos irradiados para consumo humano:

- Carnes (de vaca, pollo, cerdo y otras)
- Pescados y mariscos
- Frutas y vegetales frescos
- Bulbos y tubérculos
- Cereales
- Legumbres
- Semillas

Ahora bien, ¿qué es la irradiación de alimentos? Lo explicaremos en detalle a continuación.

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 durante un cierto lapso, que es proporcional a la cantidad de energía que deseemos 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.

Exponer los alimentos, ya sean envasados o a granel, a una cantidad estrictamente controlada de radiación ionizante, durante un tiempo determinado que dependerá del tipo de alimento y del objetivo que se desee conseguir. Los isótopos radioactivos emisores de radiación gamma normalmente utilizados para el procesamiento de alimentos son el cobalto 60 (^{60}Co). Esta tecnología se aplica fundamentalmente a alimentos sólidos, en una gama muy amplia de ellos: papas, cebolla, ajo, trigo, arroz, legumbres, frutas, carne pollos, pescados y mariscos, condimentos y té de hierbas, entre otros.

Los objetivos del tratamiento son muy variados: inhibición de la brotación, retardo de la maduración o eliminación de insectos, parásitos y bacterias.

1.1 Normatización

En el plano internacional, tanto el Codex Alimentarius como la Convención Internacional de Protección Vegetal (IPPC), órganos de FAO, tienen *2 normas cada uno sobre irradiación de alimentos*.

En 2003, el Instituto Argentino de Normatización de Argentina (IRAM) aprobó la norma 20.301: **“Buenas Prácticas de Procesamiento para la Irradiación de Alimentos destinados al Consumo Humano”**. Esta fue propuesta por **IRAM** en **2004** a la Organización Internacional de Normatización (ISO) y está actualmente en estudio dentro de un grupo de trabajo creado especialmente para este fin, llamado “Irradiación de Alimentos”.

2. Comercialización

La comercialización masiva de alimentos irradiados ocurrirá probablemente cuando se perciban ventajas comerciales en circunstancias en que ningún otro método sea conveniente. Tal es el caso de las especias, el ingrediente alimentario cuya irradiación

se aplica ampliamente en la mayoría de los países que emplean esta tecnología: su contaminación microbiana no se puede reducir por calor porque se provocarían pérdidas de aroma y sabor, ni tampoco por fumigación con óxido de etileno porque quedarían retenidas en las especias sustancias tóxicas provenientes del gas.

Algunos hechos recientes influyen a la industria alimentaria para buscar alternativas a los métodos convencionales de conservación de alimentos. Estos son: cambios en los hábitos de los consumidores, aumento de las exigencias en la calidad de los productos, mayor certeza de los efectos negativos del uso de sustancias químicas. Según cálculos estimados

La presentación de un producto como “fresco” o “no tratado” no permite la aplicación del calor o el congelamiento. Asimismo, en muchos casos no es posible reducir adecuadamente el número de microorganismos mediante el empleo de sustancias químicas.

En la actualidad se comercializan alrededor de 700.000 toneladas por año de alimentos irradiados en el mundo, lo cual constituye aún un volumen incipiente. Los productos que se irradian con más frecuencia son las especias y otros alimentos deshidratados. *Los principales países que aplican la tecnología son, en orden aproximado de volúmenes decreciente: China, Estados Unidos, República de Sudáfrica, Holanda, Japón, Vietnam, , Indonesia, Francia , Hungría, Bélgica, Corea , India , México, Canadá, Brasil, Croacia, **Argentina**, República Checa, Dinamarca, Polonia, Turquía, Egipto, Finlandia, Indonesia, Israel, Irán, Inglaterra, Noruega, Tailandia, y Chile.*

El sudeste asiático ha mostrado en los últimos años una actividad creciente en irradiación de frutas tropicales, exóticas para mercados del hemisferio norte de alto poder adquisitivo, con fines fitosanitarios; también Pakistán, India, Australia, Nueva Zelanda, México y Hawaii, con destino principal a Estados Unidos (EEUU). De esta forma, después de 74 años, México pudo exportar guavas a EEUU gracias a la irradiación, sin objeción de los consumidores quienes opinaron que tenían mejor calidad sensorial que esa fruta tratada con vapor de agua a alta temperatura, lo cual

es un tratamiento usual. En 2007 India pudo restablecer sus exportaciones de mango a Estados Unidos, interrumpidas durante 18 años por cuestiones fitosanitarias. Entre 2006 y 2007, 160 toneladas de mango irradiado se exportaron de Australia a Nueva Zelanda.

La irradiación comercial de alimentos se realiza en 32 países del mundo, con alrededor de 200 instalaciones de irradiación en operación. Estas instalaciones son, en su gran mayoría, plantas gamma (de Cobalto-60); las otras emplean aceleradores de electrones. India cuenta con 9 instalaciones gamma; Australia con 4; Brasil con 4; Corea, Vietnam y Sudáfrica con 3; Tailandia, México, Turquía y Hungría, como Argentina, con 2.

Estados Unidos cuenta con alrededor de 50 instalaciones comerciales que irradian especias, hortalizas, frutas, carne picada, y pollo. Alrededor de 5.000 supermercados en Estados Unidos venden hamburguesas irradiadas, y desde 2004 el Departamento de Agricultura (USDA) autorizó la provisión de este producto a comedores escolares.

China cuenta con 55 instalaciones gamma, y algunas otras de electrones, que irradian especias, ajo, cebolla, papa, manzana, tomate, arroz, salsa china, y aderezos, en volúmenes cercanos a las 150.000 toneladas /año. Francia irradia en 5 instalaciones industriales, y los productos son: especias, pollo congelado deshuesado, frutas desecadas, ancas de rana congeladas, langostino. Sudáfrica, con 3 instalaciones, irradia papa, cebolla, frutas, especias, miel, carnes, pescados, productos procesados. India procesa unas 1500 toneladas de especias y vegetales deshidratados anuales; el número de instalaciones gamma para tratar alimentos creció últimamente de 6 a 9. Indonesia irradia comercialmente cerca de 2.500 toneladas/año de alimentos en una instalación gamma, incluyendo especias y vegetales deshidratados, cacao en polvo, alimentos para bebés y otros congelados. Vietnam declaró la producción de 40.000 toneladas de alimentos irradiados en 2006, contando con 4 instalaciones de cobalto-60 y un acelerador de electrones.

Argentina irradia, para el mercado local, especias que se introducen como aditivos en otros productos, por ejemplo, chacinados. En este uso y según la

legislación vigente no es necesario que en el envase del producto final figure expresamente la condición de “irradiada” de la especia, ya que participa en proporción menor al 10 %. También para exportación se realizan irradiaciones de diversos productos en las dos instalaciones que existen en el país: **PISI (Planta de Irradiación Semi- Industrial) del Centro Atómico Ezeiza**, que funciona desde **1983** para alimentos, y **IONICS (Talar de Pacheco, Provincia de Buenos Aires)**, desde **1989**. El volumen total irradiado en las dos instalaciones ronda las **3.000 ton/año**, cuya mayor parte corresponde a IONICS. La instalación del Centro Atómico Ezeiza actúa también como promotora de esta tecnología, destinando parte de su tiempo a temas de investigación y desarrollo sobre factibilidad de irradiación de diversos productos, entre ellos, alimentos, tanto para terceros como para personal de CNEA.

3. Acción antimicrobiana

A lo largo de varios años, de decenios de estudios y de aplicación práctica se ha afirmado la confianza en el valor de la irradiación para proteger y conservar los alimentos, y con ello proteger la salud. Aun así continúan los conceptos erróneos sobre la inocuidad de los alimentos irradiados y sobre la forma en que la irradiación puede complementar o sustituir a otros métodos de conservación. En esta monografía se intenta enmendar esos errores y colaborar para pensar sobre ello y decidir con sensatez sobre el lugar que debe ocupar la irradiación en sus esfuerzos por garantizar un suministro de alimentos suficiente, sano y fiable.

Pero antes, explicaremos la parte oscura que no todos ven, y que existe en los alimentos y lo severo que podría ser el consumo de ellos sin un método de conservación cualquiera que sea, solo que irradiar de la manera correspondiente es mucho más efectivo.

Las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA) representan una amenaza general para la salud humana y son fuente de pérdidas económicas por los gastos de salud y la falta de capacidad laboral. En Estados Unidos las ETA causadas por *Campylobacter* y *Salmonella*, entre otras bacterias patógenas, y por *Trichinae* y otros parásitos, ocasionan anualmente unas 5000 muertes, 320.000 hospitalizados, y 76

millones de casos de enfermedades, siendo los gastos asociados de entre 5 y 86 mil millones de dólares anuales. Otros microorganismos patógenos controlables por este método son: *Vibrio cholerae*, *Listeria*, *Escherichia coli* (En 1993 la cepa 0157:H7 causó 700 enfermos y 4 muertes en USA por ingestión de hamburguesas). Un porcentaje relativamente alto de alimentos crudos de origen animal también se contaminan con bacterias patógenas, originando una elevada incidencia de enfermedades de transmisión alimentaria en todos los países sobre los que se dispone de estadísticas.

4. Métodos de conservación

Las técnicas empleadas para conservar los alimentos van desde las más sencillas, como el secado al sol, hasta ciertos procesos sumamente complejos que exigen equipo muy perfeccionado y personal especializado. Para apreciar el lugar que ocupa la irradiación de alimentos en esta gama, es útil conocer algunas características esenciales de los métodos tradicionales. La capacidad de conservar alimentos hizo posible la civilización. Cuando el hombre primitivo descubrió la forma de conservar su comida durante temporadas relativamente largas, pudo dejar de errar continuamente en busca de un suministro suficiente. Los métodos tradicionales de conservación de alimentos pueden dividirse en cinco grandes grupos: fermentación, tratamiento químico, tratamiento térmico y congelación.

4.1 Fermentación

La fermentación conserva los alimentos eliminando selectivamente el sustrato fermentable, con el consiguiente desarrollo de un medio desfavorable para los agentes de la descomposición. Se emplean microorganismos para fermentar los azúcares y transformarlos en alcohol o ácidos. Diversos factores determinan el producto que se obtiene por fermentación: según el tipo de microorganismo empleado, el material tratado, la temperatura y la cantidad de oxígeno disponible, el producto final de la fermentación será cerveza, vino, pan o queso. Las levaduras son los microorganismos más activos para convertir el azúcar en alcohol y resultan esenciales para fabricar cerveza o vino. La fermentación que produce ácido láctico tiene particular importancia en el encurtido de hortalizas y en el tratamiento de una gran diversidad de productos

lácteos. El adobo de la carne en presencia de sal, nitratos y humo es un método antiguo que aún se sigue perfeccionando y utilizando en numerosos lugares. Las aplicaciones industriales modernas de la fermentación exigen un control cuidadoso del proceso para garantizar producciones elevadas y mantener una calidad uniforme en los productos.

4.2 Tratamiento químico

La conservación de alimentos por adición de compuestos químicos es una técnica relativamente sencilla y barata que resulta especialmente útil en las zonas donde no es fácil disponer de refrigeración. Ahora bien, la inquietud que suscitan las posibles consecuencias para la salud de ciertos productos químicos empleados tradicionalmente para conservar alimentos ha llevado a algunos países a limitar o prohibir el uso de algunos de éstos en los alimentos. Las sustancias empleadas como agentes conservadores son ingredientes culinarios comunes, como el azúcar y la sal, y sustancias que evitan o retrasan específicamente el deterioro de los productos alimenticios. A esta última categoría pertenecen los denominados aditivos alimentarios y algunos otros productos químicos que alargan el tiempo de conservación de los alimentos frescos o evitan que los cereales y otros productos se infesten durante su almacenamiento a granel. Una concentración de azúcar del 65% o más tiene un efecto conservador al reducir la actividad hídrica e inhibir así la proliferación de microorganismos. Ciertos productos como las frutas en conserva, las mermeladas y los jarabes normalmente se conservan en azúcar (se suele suplementar industrialmente con calor, refrigeración y envasado en vacío a fin de evitar que se formen mohos en la superficie o que el producto cambie de color o pierda sabor) Los métodos modernos pueden recurrir a un edulcorante no nutritivo, como el sorbitol, como sustituto del azúcar. El empleo de la sal para curar la carne, el pescado y las verduras es una práctica antigua que está muy extendida actualmente, si bien con ciertas modificaciones. La sal mantiene a raya a los microorganismos responsables de la descomposición y actúa como desecante, también en este caso reduciendo la actividad del agua. A menudo se combina con nitritos y desecación externa,

especialmente para conservar carne o pescado, productos en los que se retrasa así el efecto destructor de bacterias y enzimas.

Entre los aditivos alimentarios aprobados en muchos países como conservadores químicos se encuentran el ácido propiónico, el ácido benzoico, el ácido sórbico y sus sales y derivados. El dióxido de azufre y los sulfitos tienen una larga historia como importantes agentes conservadores, pero últimamente su empleo se ha visto seriamente restringido en varios países por motivos sanitarios.

Hay varios productos químicos más, especialmente el metilbromuro, el dibromuro de etileno, y el óxido de etileno, que se han usado a menudo como agentes antimicrobianos y como fumigantes para destruir insectos en diversos productos alimenticios, como especias, copra y nueces. Los indicios de que el dibromuro de etileno y el óxido de etileno son perjudiciales para el hombre han llevado a prohibirlo en algunos países durante los últimos años. El empleo de otros fumigantes también está en estudio debido a los posibles peligros que entrañan para el hombre y para el medio ambiente.

4.3 Desección

Además de proteger los alimentos perecederos contra la descomposición, la desecación presenta otras ventajas importantes. La eliminación del agua reduce tanto el peso como el volumen de los alimentos y disminuye los costos de transporte y almacenamiento. Durante la desecación se producen cambios físicos y químicos, aunque no todos ellos son deseables. Además de los cambios de volumen, los alimentos pueden sufrir desagradables cambios de color (ennegrecimiento), perder valor nutritivo, sabor o incluso la capacidad de reabsorber agua. Para conseguir una buena deshidratación hay que utilizar un método y un equipo adecuados.

Los métodos de desecación más extendidos consisten en exponer el alimento a una corriente de aire caliente. La desecación forzada con aire se usa a menudo con cereales, frutas y verduras. Los denominados hornos de desecación atmosféricos, suelen utilizarse cuando la operación de desecación es limitada o estacional. En otros métodos de desecación se expone el producto a una superficie caliente en un tambor

giratorio. En este método conductivo, el equipo puede funcionar a presión atmosférica o en el vacío, lo que acelera la desecación. Ciertos líquidos, como la leche, pueden desecarse por aspersión para producir polvos que después se puedan disolver. La desecación por aspersión es eficaz en el caso de alimentos líquidos especialmente vulnerables al calor y la oxidación.

En el otro método, por liofilización, se elimina el agua de los alimentos haciéndola pasar del estado sólido (hielo) al estado gaseoso (vapor de agua), sin permitir que pase por el estado líquido intermedio; esta transformación se conoce como sublimación. La liofilización se lleva a cabo en vacío y a temperaturas muy bajas. Es el método de desecación con el que mejores resultados se obtienen, principalmente porque los alimentos no sufren pérdidas significativas de sabor ni de valor nutritivo. Ahora bien, este proceso resulta caro, pues precisa temperaturas tan bajas como elevadas y condiciones de vacío.

4.4 Tratamiento térmico

Hay diversas formas de tratamiento térmico (cocer al horno, asar a la parrilla, asar al horno, hervir, freír y cocer al vapor) que se encuentran entre las técnicas de tratamiento de alimentos más empleadas, tanto en la industria como en el hogar. El calor no sólo modifica favorablemente el alimento sino que también puede prolongar el tiempo de conservación. Al mismo tiempo, reduce el número de organismos y destruye alguna toxina microbiana peligrosa; inactiva enzimas que contribuyen a la descomposición. Pero el calentamiento también puede producir resultados indeseables, como la pérdida de nutrientes y ciertos cambios negativos en el sabor y el aroma. La temperatura y el tiempo son factores esenciales del tratamiento térmico, sobre todo cuando éste se emplea para destruir microorganismos. Para reducir el número de microorganismos, los alimentos pueden tratarse principalmente por escaldadura, pasteurización y esterilización. La escaldadura consiste en exponer brevemente el producto a agua o vapor calientes, y se emplea normalmente antes de someter a los alimentos a un nuevo proceso como la congelación, la desecación o el enlatado reducen la carga microbiana, elimina los gases acumulados e inactiva las enzimas. La tolerancia térmica de los microorganismos depende de la acidez. Por tanto, la temperatura a la que se enlatan

los alimentos depende de la acidez del alimento que se esté tratando. Los alimentos poco ácidos deben calentarse a gran temperatura, a presión y en recipientes especiales (para garantizar la destrucción de los microorganismos peligrosos). Los alimentos ácidos o los que contienen pocos conservadores pueden procesarse a menos temperatura. El objetivo es conseguir la denominada «esterilidad comercial», y lo más importante es destruir las esporas de la bacteria *Clostridium botulinum*. La toxina producida por este organismo es la causa del botulismo, una de las formas más letales de enfermedad de transmisión alimentaria.

4.5 Congelación

La congelación es el mejor método (y el más generalizado hoy en día) para conservar alimentos a largo plazo; estos guardan la mayor parte de su sabor, color y valor nutritivo originales, no obstante, la congelación suele producir efectos negativos en la textura de los alimentos a causa de la formación de hielo. La congelación rápida reduce este problema al mínimo. La conservación de alimentos por congelación se consigue disminuyendo la temperatura del alimento hasta -18°C o más, con lo que toda el agua del producto se cristaliza en forma de hielo. A estas bajas temperaturas se detiene la proliferación microbiana, y la actividad de las enzimas destructoras, si bien no se detiene completamente, desciende hasta un nivel aceptable. Con algunos alimentos, como las verduras, en las que la actividad enzimática durante el almacenamiento o la descongelación es crítica, el tratamiento térmico o cualquier otro medio de destruir las enzimas se lleva a cabo antes de la congelación. Los alimentos no envasados tardan menos en congelarse pero son susceptibles de perder mucha agua a menos que se congelen muy rápidamente. Inicialmente, la práctica más común era congelar los alimentos colocándolos en una cámara frigorífica (-18°C a -40°C) y permitiendo la circulación lenta de aire alrededor del alimento; esta técnica se conoce como congelación rápida. Más adelante se perfeccionaron los congeladores por corriente de aire para tratar tanto lotes aislados como cantidades continuas de alimento.

5. Beneficios de la irradiación de los alimentos

Ciertamente, el más importante beneficio es la mayor calidad desde el punto de vista microbiológico que viene en estos alimentos, ya que el proceso destruye patógenos problemáticos desde el impacto de la salud pública, algunos ya hemos mencionado anteriormente. 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, lo que ayuda a manejar 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, y por es de relevancia esto, porque el uso de esta sustancia química (NO_2). El uso de nitratos y nitritos como aditivos presenta incuestionablemente ciertos riesgos. El primero es el de la toxicidad aguda. El nitrito es tóxico (2 g pueden causar la muerte a una persona), al ser capaz de unirse a la hemoglobina de la sangre, de una forma semejante a como lo hace a la mioglobina de la carne, formándose metahemoglobina, un compuesto que ya no es capaz de transportar el oxígeno. Esta intoxicación puede ser mortal, y de hecho se conocen varios casos fatales por ingestión de embutidos con cantidades muy altas de nitritos, producidos localmente por un mal mezclado del aditivo con los otros ingredientes durante su fabricación. Para evitar esto, se puede utilizar el nitrito ya mezclado previamente con sal. En muchos países, esto debe hacerse obligatoriamente y las normativas de la CE incluyen esta obligatoriedad.

Los niños son mucho más susceptibles que los adultos a esta intoxicación, por su menor cantidad de hemoglobina, y en el caso de los muy jóvenes, por la pervivencia en su sangre durante un cierto tiempo después del nacimiento de la forma fetal de la hemoglobina, aún más sensible al efecto de los nitritos.

Otro riesgo del uso de nitratos y nitritos es la formación de nitrosaminas, sustancias que son agentes cancerígenos. Existen dos posibilidades de formación de nitrosaminas: en el alimento o en el propio organismo. En el primer caso, el riesgo se limita a aquellos productos que se calientan mucho durante el cocinado (bacon, por ejemplo) o que son ricos en aminas nitrosables (pescado y productos fermentados). En el segundo caso se podrían formar nitrosaminas en las condiciones ambientales del estómago.

La discusión del uso de nitratos se complica porque estos deben transformarse en nitritos tanto para su acción como aditivo como para su actuación como tóxico o como precursor de agentes cancerígenos. Esta transformación se produce por la acción de microorganismos, ya sea en los alimentos o en el interior del organismo. En este último caso, solo puede producirse en la boca, ya que en el intestino, salvo casos patológicos, se absorbe rápidamente sin que haya tiempo para esta transformación. En la boca, los nitratos pueden proceder del alimento o aparecer en la saliva, recirculados después de su absorción. Los nitratos no recirculados (la mayoría) se eliminan rápidamente por la orina.

Tampoco es verdad que son un claro veneno para los alimentos, también se debe decir que los nitritos son un potentísimo inhibidor del crecimiento de una bacteria denominada *Clostridium botulinum*, que, aunque no es patógena, produce durante su desarrollo una proteína, la toxina botulínica que, como ya se indicó, es extremadamente tóxica (una dosis de entre 0,1 y 1 millonésima de gramo puede causar la muerte de una persona). La intoxicación botulínica o botulismo se debe al consumo de productos cárnicos, pescado salado (sobre todo en Japón) o conservas caseras mal esterilizadas en las que se ha desarrollado la citada bacteria, pudiendo resultar mortal. El riesgo de los productos cárnicos es conocido desde antiguo (botulismo viene del latín botulus, que significa embutido) ya que, aunque la toxina se destruye por calentamiento a unos 80°C, muchos productos de este tipo se consumen crudos. Y si bien no se explicó aún el funcionamiento de cómo se irradia, debemos decir que no se utiliza calor, por lo tanto esta bacteria no sería inhibida por el método

de conservación. ¿Esto significa que deja de ser viable la irradiación?; no, y detallaremos porque.

Sigue siendo de gran importancia y valor lo que se aparta por irradiar, es valiosa la disminución de pérdidas que se evitan con ella, y aunque es imposible que un solo método de conservación pueda combatir a todos los microorganismo que existen en el planeta, (y cada vez son más) pero si es posible que uno entre tantos cumpla con más características y más ventajas que los demás, y que logre mantener la inocuidad en el alimento sin la necesidad que se pierdan las principales características organolépticas del alimento y que evite su descomposición de manera temprana.

Entre otras cosas beneficiosas que cuenta esta técnica de conservación, se encuentran los efectos químicos sobre el alimento mediante la irradiación.

La energía radiante emitida produce ionizantes-rupturas de la “estabilidad” de los átomos y/o moléculas- del alimento con el que interaccionan. Suelen 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 se denominan, radiólisis, y los nuevos compuestos originados son denominados productos radiolíticos, los cuales se producen en cantidades muy pequeñas. Los compuestos radiolíticos los cuales se producen en muy pequeñas cantidades. Estos compuestos no presentan riesgos para la salud, y se ha comprobado que los mismos 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, así moléculas de agua cuando son irradiadas dan lugar a radicales libres, con un marcado carácter oxidante o 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.

¿Qué queremos decir con esto?

Queremos decir que es de suma importancia disminuir estas estadísticas de manera radical y eficiente, y no estamos diciendo que los actuales métodos de conservación no son válidos ni eficaces, porque si lo son; entre ellos debemos nombrar la salazón, la cocción, el ahumado, el enlatado, la congelación y la conservación química. Por cientos de años han sido el método de conservación más certero del cual nadie consideró peligroso ni estimó que nos generaría un daño el consumo de ellos, y nadie objetó nada.

Y justamente la irradiación fue la última técnica en incorporarse como un nuevo método de conservación, y se la expuso todo el tiempo frente a demostraciones constantes (defendiéndose) que aplicándose en la dosis correspondiente y en las cantidades cuidadosamente medidas de irradiación ionizantes se observaba que la exposición a los alimentos retrasaba la descomposición y reducía la infestación por insectos y/o la contaminación por otros organismos, incluidos los agentes patógenos anteriormente citados.

6. Antecedentes

Los rayos X, que son una forma de radiación ionizante se descubrieron en 1895. Estos fueron descubiertos de forma accidental en 1895 por el físico alemán Wilhelm Conrad Roentgen mientras estudiaba los rayos catódicos en un tubo de descarga gaseosa de alto voltaje. A pesar de que el tubo estaba dentro de una caja de cartón negro, Roentgen vio que una pantalla de platinocianuro de bario, que casualmente estaba cerca, emitía luz fluorescente siempre que funcionaba el tubo. Tras realizar experimentos adicionales, determinó que la fluorescencia se debía a una radiación invisible más penetrante que la radiación ultravioleta. Roentgen llamó a los rayos invisibles "rayos X" por su naturaleza desconocida. Posteriormente, los rayos X fueron también denominados rayos Roentgen en su honor. Un año después (1896) descubrieron la radiactividad y las radiaciones ionizantes asociadas (los rayos alfa,

beta y gamma). La expresión radiación ionizante se utiliza para calificar a todas estas radiaciones que provocan en el material irradiado la aparición de partículas eléctricamente cargadas, denominadas iones.

Cuando los experimentos iniciales demostraron que la irradiación ionizante destruye las bacterias. A continuación se intentó en varias ocasiones usar esa energía recién descubierta para destruir las bacterias responsables del deterioro de los alimentos. A pesar de su futuro prometedor y de su interés científico, estos primeros refuerzos no incitaron a la industria alimentaria a utilizar las radiaciones ionizantes. A comienzos del siglo y durante muchos años después, no se disponía de un sistema eficaz y barato para obtener fuentes de radiación en cantidad suficiente para uso industrial. Los generadores de rayos X de aquella época resultaban muy poco eficaces para convertir la energía eléctrica en rayos X, mientras que los materiales radiactivos naturales, como el radio, eran demasiado escasos para generar rayos gamma, u otras formas de radiación, en cantidad suficiente para procesar alimentos. (OMS, 1989). A principio de los años cuarenta, los progresos realizados en dos sectores concretos hicieron posible una producción económica de fuentes de radiación ionizante en las cantidades requeridas para el tratamiento industrial de los alimentos. Por un lado, construyeron y perfeccionaron aparatos, principalmente aceleradores de electrones, que podían generar radiación ionizante en cantidades sin precedentes y a un costo aceptable. La otra fuente de descubrimientos fue el estudio de la fisión atómica, que producía no solo energía nuclear sino también productos de la fisión, como cesio 137, que en sí mismos eran fuentes de radiaciones ionizantes. El descubrimiento de que era posible hacer radiactivos ciertos elementos, llevó a producir otras fuentes de rayos gamma, como cobalto 60. Estos avances estimularon el interés por la irradiación de alimentos. Las investigaciones en las que se usaron estas nuevas fuentes de energía demostraron con claridad creciente que las radiaciones ionizantes tenían, cuando menos, el potencial de convertirse en una arma eficaz en la batalla contra la pérdida evitable de alimentos y las enfermedades transmitidas por ellos. (OMS, 1989)

Conociendo sus inicios podemos continuar contando sus características principales que la hacen eficiente y eficaz.

Como ya dijimos antes 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}Co
- Rayos gamma provenientes de Cesio radioactivo ^{137}Cs
- Rayos X, de energía no mayor de 5 megaelectron-Volt
- Electrones acelerados, de energía no mayor de 10 MeV

Los últimos dos son producidos por medio de máquinas 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}Co y ^{137}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 calor puede provocar un aumento muy pequeño de temperatura (1-2 grados) que se disipa rápidamente.

7. Seguridad Alimentaria

La ventaja principal de la irradiación de alimentos es que destruye las bacterias nocivas y otros microorganismos que pueden producir intoxicaciones alimentarias. Esta técnica tiene además otros efectos como retrasar la maduración y la germinación, prolongando

así la duración de los alimentos. Aplicada a otros productos, como el cacao, el café, las hierbas y las especias, la irradiación ofrece una alternativa segura y limpia a la fumigación química. En el caso de alimentos frágiles, como el marisco o las bayas, la irradiación puede utilizarse para eliminar los microbios peligrosos y prolongar su conservación sin que se deteriore la textura del producto, como ocurriría en caso de someterlos a tratamientos térmicos.

Numerosas investigaciones han demostrado que no se producen pérdidas significativas de ningún nutriente al irradiar los alimentos. Se pierde una pequeña cantidad de algunas vitaminas, al igual que con otros métodos de procesamiento de alimentos como el enlatado y el secado.

El aspecto nutricional de un alimento comprende varios tópicos: contenido de vitaminas, su estabilidad y disponibilidad fisiológica; calidad proteica y grasa (aminoácidos y ácidos grasos esenciales); digestibilidad de grasas, hidratos de carbono y proteínas, y la disponibilidad de la energía biológica derivada de ellos; ausencia de antimetabolitos. Dentro de los límites de dosis bajas (hasta 1 kGy) las pérdidas nutricionales son insignificantes. En el rango de dosis medias (1-10 kGy) puede haber pérdidas de algunas vitaminas sólo si no se excluye el oxígeno durante la irradiación y el almacenamiento. A dosis altas (10-50 kGy) las técnicas utilizadas para evitar que se modifiquen las características organolépticas (irradiación a bajas temperaturas: - 20° C, exclusión de oxígeno) protegen también a los nutrientes, de manera que las pérdidas pueden ser aún menores que cuando se aplican dosis medias sin tomar estas precauciones.

8. Proceso de Irradiación de los Alimentos

Como ya hemos dicho la irradiación tiene los mismos objetivos que otros métodos de tratamiento de los alimentos: reducir las pérdidas debidas a la alteración y la descomposición, y combatir los microbios y otros organismos causantes de enfermedades de transmisión alimentaria.

Ahora bien, las técnicas y el equipo empleados para irradiar los alimentos, los requisitos en materia de salud y de seguridad que hay que tener en cuenta y el conjunto

de problemas que son exclusivos de este método sitúan a la irradiación en una categoría propia.

¿Cómo está constituido un recinto de irradiación y cómo funciona?

Está constituido por un recinto de irradiación de paredes de hormigón armado de hasta 2 m de espesor, con una pileta de 6 metros de profundidad, para contener las fuentes radioactivas en estado de reposo o depósito. Estas estructuras actúan de blindaje biológico, tanto para los operadores como para el público en general.

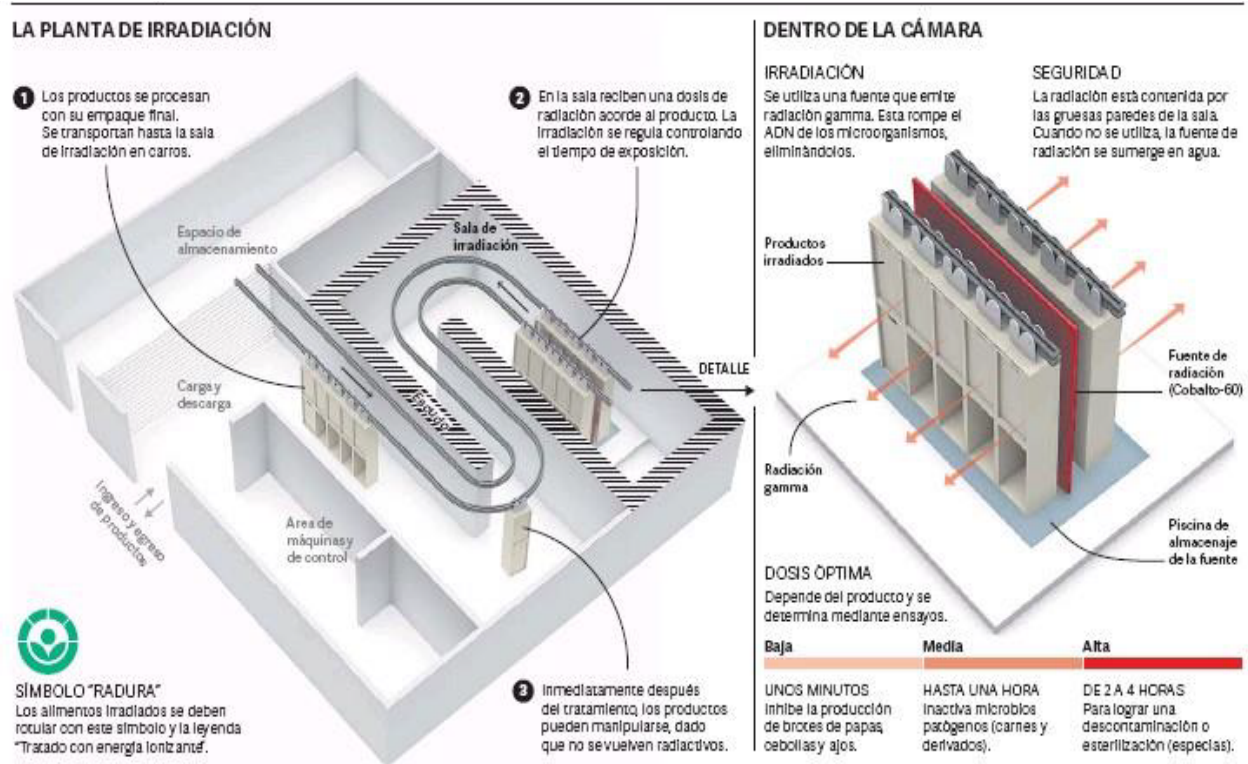
Como hemos comentado anteriormente se utiliza cobalto 60 para emitir los rayos gamma, estos son de producción nacional, el mismo está en capsulas de acero inoxidable (en forma de lápices), dispuestas en un marco de porta-fuentes unitarios, a los que se enfrenta el producto a tratar, a través de un sistema de transporte. (Imagen 1)



Fuente: CNEA

El sistema de transporte está constituido por un sector externo, que se ocupa de la carga y descarga de los materiales, incluyendo transferencia vertical en los portacontenedores, un sector intermedio que lleva material a tratar hacia el interior del recinto y lo retira, y finalmente un sector interno, que mueve los porta-contenedores

frente a las fuentes, con una velocidad programada acorde a la dosis a entregar.
(Imagen 2)



Fuente: IONICS

La consola de mando está estratégicamente instalada frente a la estación de carga y descarga del sistema de transporte de modo que el operador pueda supervisar los depósitos de productos a tratar de los ya tratados, situados a ambos lados de la sala, controlar los sistemas de seguridad radiológica, la mímica del movimiento de los porta contenedores, extractor de aire, nivel de agua de pileta, monitores de área, sistemas de enclavamientos y alarmas. (Imagen 3)



Fuente: CNEA

9. Dosis

Clasificación de dosis según la OMS:

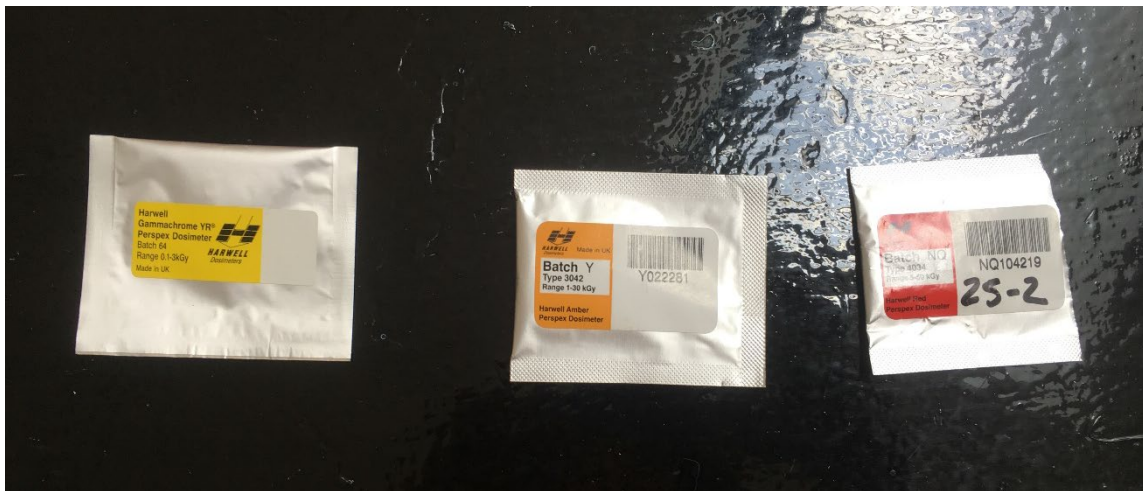
Dosis Baja (hasta 1 kGy): es usada para demorar los procesos fisiológicos, como maduración y senescencia de frutas frescas y vegetales, y para controlar insectos y parásitos en los alimentos.

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. Para controlar la cantidad de irradiación (medir la dosis) se utilizan dosímetros. (Imagen 4)

De izquierda a derecha de menor a mayor dosis.



Fuente: CNEA

10. Aplicaciones

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 los 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 “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 “radicidación”; y por último esterilizar alimentos, es decir, aplicar a temperatura ambiente durante años, lo cual se asemeja a la esterilización comercial, y se indica como “radapertización”. (Imagen 5 y 6)



11. Resultados

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.

12. Conclusiones

En esta tesina se quiso decir que es de suma importancia incluir a la irradiación en alimentos como un método más de conservación para disminuir de manera radical

perdida en los alimentos, para combatir con microorganismos patógenos, y no estamos diciendo que los actuales métodos de conservación no son válidos ni eficaces, porque si lo son, estamos diciendo que la irradiación se merece una oportunidad.

Y justamente la irradiación fue la última técnica en incorporarse como un nuevo método de conservación, y se la expuso todo el tiempo frente a demostraciones constantes.

También sabemos que no estamos defendiendo un método completamente milagroso y mágico y que tampoco sirve para todos los alimentos. Somos conscientes que la irradiación no reemplaza a los procedimientos correctos de producción y manipulación de los alimentos. Por esto, el manejo 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 en los alimentos no es un proceso que reemplaza otros métodos de conservación, si decimos que es muy útil para mejorar la seguridad de algunos productos, 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 y sobre todo enfermos oncológicos.

La aceptación pública del concepto de la irradiación de alimentos no ha sido demasiado entusiasta en algunos países. El miedo a la guerra termonuclear y ciertos accidentes como el sobrevenido en Three Mile Island en los Estados Unidos de América y en Chernobyl en la URSS y el último suceso en Fukushima , Japón han hecho que mucha gente desconfíe del uso de energía nuclear (porque es lo que se necesita para la irradiación) con el propósito que sea, aunque se trate de algo tan conveniente como mejorar la cantidad y la calidad de los alimentos, la falta de

información o de interés a algo que por el nombre ya genera desconfianza o miedo puede ser muchas veces una lucha sin fin y difícil de comprender. Es por eso, que se pretende analizar y constatar en las diferentes pruebas que irradiar no es solo una palabra que el ámbito general en que se la conoce es para tratar pacientes oncológicos. Y que la consecuencia de esa irradiación se transforme en contaminación radioactiva. Incluso en algunas partes del mundo donde la irradiación de alimentos lleva años practicándose, ni el público ni los que influyen en la opinión pública están a menudo bien informados sobre el proceso.

Es por eso que este trabajo de tesis, tiene como finalidad abrir mentes, demostrar científicamente que no estamos frente un riesgo para la salud, y que permitan creer que la irradiación es una solución contra la putrefacción de alimentos, que es una solución para evitar desperdicios en los mismos, que es una solución para combatir con fuertes y poderosos agentes patógenos, porque la irradiación también es un método que fortalece el concepto de inocuidad y calidad en los alimentos, porque la irradiación no es el enemigo es una posibilidad más y merece ser escuchada.

FUENTES DE INFORMACION:

1) Organización mundial de salud (OMS).

- OMS/FAO: Bases técnicas para la legislación referente a los alimentos. Ginebra 1966.
- OMS: Inocuidad e idoneidad nutricional de los alimentos irradiados. Ginebra 1994.
- OMS/FAO: Técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos. Ginebra 1989.

URL: <https://www.who.int/es>

2) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO).

- FAO: High-dose irradiation wholesomeness of food irradiated with dose above 10 Kgy. Ginebra 1999.

URL <http://www.fao.org/home/es/>

3) IONICS S.A.: La primer planta industrial privada de ionización del país, IONICS, data de fines de los años ochenta, cuando el Grupo De SMET (DS Group S.A.), – con presencia en el país desde 1969– Invierte para el desarrollo de la tecnología de la irradiación en la industria argentina.

URL: <http://www.ionics.com.ar/>

4) ANMAT Ley: 18.284 Código Alimentario Argentino

URL: <https://www.argentina.gob.ar/anmat/codigoalimentario>

5) CODEX Alimentarius "Norma General sobre Alimentos Irradiados". 2003

6) Arbor revista (Arbor, revista general del Consejo Superior de Investigaciones Científicas sobre ciencia, pensamiento y cultura, fue fundada en 1944 por José López Ortiz. Toma su nombre del árbol de la ciencia o Arbor Scientiae, modo empleado por Ramón Llull (S. XIV) para representar las diferentes ramas del saber).

- Alimentos irradiados (2001) Sendra, E., Capellas, M. y Guarnís, B.
<http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor>

7) Centro Atómico Ezeiza. Visita guiada por la Magister Celina Horak Gerente Gral de Aplicaciones y Tecnologías de las Irradiaciones y de la Lic. Constanza Cova (Jefa de Sección de Irradiación). (Noviembre 2018)

URL: <https://www.argentina.gob.ar/cnea/centros-atomicos/centro-atomico-ezeiza>.