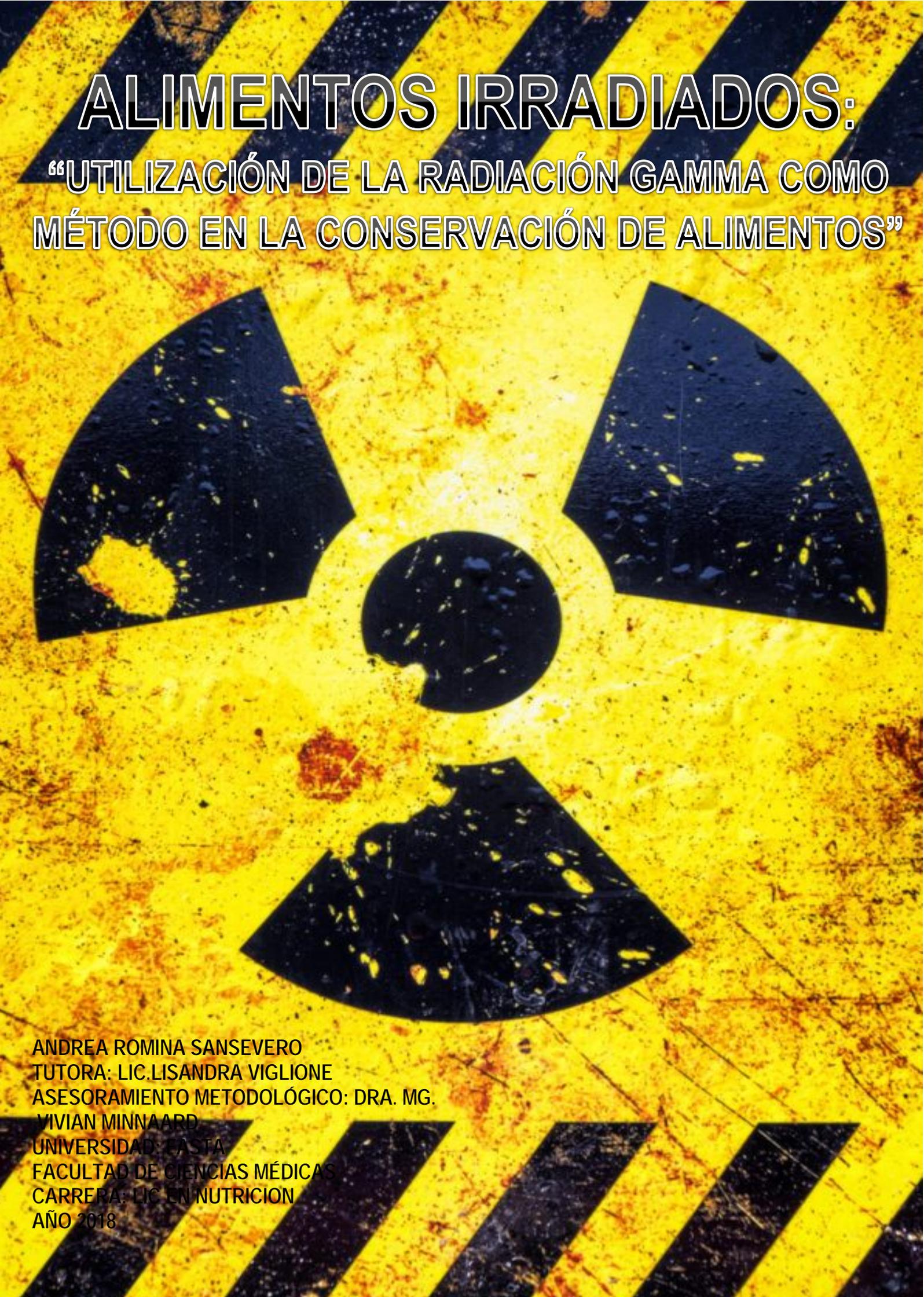


ALIMENTOS IRRADIADOS:

“UTILIZACIÓN DE LA RADIACIÓN GAMMA COMO MÉTODO EN LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS”



ANDREA ROMINA SANSEVERO
TUTORA: LIC.LISANDRA VIGLIONE
ASESORAMIENTO METODOLÓGICO: DRA. MG.
VIVIAN MINNAARD
UNIVERSIDAD: EAFSA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA: LIC EN NUTRICION
AÑO 2018

“Todo lo que vívamente
imaginamos,
ardientemente deseamos,
sinceramente creemos y
entusiastamente emprendemos,
inevitabilmente
sucederá”

A Dios, a mi familia
y mi novio, que me han acompañado
y me acompañan en
cada momento
de mi vida.

Llegando al final de una etapa importante y feliz en mi vida, quiero aprovechar la oportunidad para agradecer y mencionar aquellas personas que me apoyaron e hicieron esto posible dándome aliento y fuerza.

A mi papá Daniel, que siempre me brindó su apoyo incondicional tanto afectivo como económico y está conmigo a cada paso.

A mi mamá, Graciela por acompañarme y guiarme día a día, ayudarme desde el inicio de la carrera hasta el día de hoy, y por sus sabios consejos, y su fuerza que mucho me sirvieron para seguir adelante.

A mi abuela Berta, quien me da su inmenso amor y cariño.

A mi novio, Bruno, por su apoyo incondicional y por acompañarme en mi camino brindándome amor en todo momento.

A mi hermana del alma Evelina por ser una referente para mí y haberme dado el título más importante que es el de tía y madrina.

A mi tía Sandra por estar siempre que la necesito y demostrarme su amor.

A mis primos, mis suegros y la familia hermosa que Dios me dio.

A los Profesores de la Facultad de Ciencias Médicas de la carrera Lic. en Nutrición, en particular a la Profesora y Licenciada Lisandra Viglione como tutora de tesis, por guiarme en el camino.

A la profesora del Departamento de Metodología, Vivian Minnaard, por la dedicación, responsabilidad y paciencia.

El presente trabajo de investigación consiste en evaluar el grado de conocimiento y el nivel de aceptación de esta nueva técnica de conservación de alimentos, así como también si afecta la calidad nutricional y las características organolépticas de los alimentos irradiados.

Objetivo: Evaluar el grado de aceptabilidad, la calidad nutricional, los caracteres organolépticos y el nivel de información de la Radiación Gamma como nuevo método en la conservación de alimentos en alumnos de Licenciatura en Nutrición de la facultad de Ciencias Médicas de la Universidad FASTA.

Materiales y métodos: El presente trabajo de investigación es cualitativo, exploratorio, de tipo descriptivo y transversal. El tipo de muestreo es no probabilístico, por conveniencia. La muestra está conformada por 20 estudiantes de Licenciatura en Nutrición de la universidad FASTA. Como instrumento de análisis se utilizará una encuesta unitaria de difusión pública, la misma es de realización propia, creada para tal fin y contiene todos los aspectos a evaluar. La decisión de participar es voluntaria.

Resultados: De los estudiantes de Licenciatura en Nutrición encuestados se pudo observar que el 35% sabía “Mucho” sobre el tema, el 15% sabía “Suficiente”, el 30% sabía “Poco” y el 20% restante acusó no saber “Nada” sobre éstos alimentos. Con respecto a si consumirían alimentos irradiados el 50% contestó afirmativamente, mientras que el 50% restante, respondió que no los consumiría. De los que contestaron afirmativamente cuando se los indagó acerca del porqué, mencionaron los beneficios de ésta técnica e hicieron hincapié en su inocuidad. Por su parte, los que contestaron negativamente, se debió principalmente a su desconocimiento acerca del tema o a la asociación negativa de la radiación a lo nuclear y el riesgo de enfermedades.

Conclusión: A partir del presente trabajo queda evidenciado que el grado de aceptación de los alimentos irradiados está intrínsecamente relacionado con el grado de información que la población tiene sobre el tema en cuestión por lo que se puede confirmar la Hipótesis: *“El grado de información es mayor en Alimentos irradiados en personas que los consumen en su vida diaria”*. La mayoría de estudiosos del tema coinciden en que, la correcta información y el conocimiento de las ventajas económicas conjuntamente con la clara superioridad tecnológica de la irradiación para reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos, llevarán a la aceptación de este proceso por el consumidor.

Palabras claves: Radiación Gamma, Alimentos Irradiados, Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), Aceptación por el consumidor.

The present research work consists of evaluating the degree of knowledge and the level of acceptance of this new technique of food preservation, as well as if it affects the nutritional quality and the organoleptic characteristics of the irradiated foods.

Objective: Evaluate the degree of acceptability, nutritional quality, organoleptic characteristics and level of information of the Gamma Radiation as a new method in food preservation in Bachelor of Nutrition students of the Faculty of Medical Sciences of the FASTA University

Material and Methods: The present research work is qualitative, exploratory, descriptive and transversal. The type of sampling is not probabilistic, for convenience. The sample consists of 20 students of Bachelor of Nutrition from the FASTA University. As an analytical instrument, a unitary survey of public dissemination will be used, the same one of its own realization, created for that purpose and contains all the aspects to be evaluated. The decision to participate is voluntary.

Results: Of the students of Nutrition Degree surveyed it was observed that 35% knew "A lot" on the subject, 15% knew "Enough", 30% knew "Little" and the remaining 20% accused not knowing "Nothing" about these foods. Regarding whether they would consume irradiated foods, 50% answered affirmatively, while the remaining 50% answered that they would not consume them. Of those who answered affirmatively when they were asked about why, they mentioned the benefits of this technique and emphasized its harmlessness. On the other hand, those who answered negatively, was mainly due to their ignorance about the issue or the negative association of nuclear radiation and the risk of diseases.

Conclusion: From this work it is evidenced that the degree of acceptance of irradiated foods is intrinsically related to the degree of information that the population has on the subject in question so that the Hypothesis can be confirmed: "*The degree of information is higher in irradiated foods in people who consume them in their daily lives*". Most scholars agree that the correct information and knowledge of the economic advantages together with the clear technological superiority of the irradiation to reduce the risk of foodborne diseases, will lead to the acceptance of this process by the consumer.

Key Words: Gamma Radiation, Irradiated Foods, Foodborne Diseases (ETA), Acceptance by the consumer.

- Introducción2
- Capítulo I *“Orígenes de la Irradiación de los alimentos y métodos de conservación”*.....9
- Capítulo II *“El proceso de irradiación de los alimentos”*20
- Capítulo III *“Razones para el uso de la irradiación de alimentos y Aceptación de los consumidores”*37

- Diseño Metodológico.....47
- Análisis de datos.....54
- Conclusiones78
- Bibliografía85

- Anexo 1: Norma General del Codex para Alimentos Irradiados.....91

INTRODUCCIÓN



Uno de los derechos humanos fundamentales es el de alimentación regular y constante. Sin embargo, en el mundo actual una persona de cada ocho sufre de desnutrición crónica. Es probable que este problema se agrave, pues se espera que la población mundial doble en los próximos 30 o 40 años. Como más de una cuarta parte de los alimentos que recolectamos se malogran, pues se despilfarran o se estropean de diversas formas, la conservación de alimentos no es menos importante que su producción. Es una política más sensata conservar lo ya producido que producir más para compensar las pérdidas que van a sobrevenir. Aparte de la prevención de pérdidas, tanto en los países industrializados como en los países en "desarrollo aumenta la demanda de alimentos sanos y de largo período de conservación. Existen por tanto razones poderosas para utilizar las radiaciones con el fin de conservar los alimentos y los productos agrícolas, contribuyendo así a paliar la escasez mundial de comestibles y a producir alimentos sanos.¹

La irradiación de los alimentos ha sido identificada como una tecnología segura para reducir el riesgo de ETA² 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 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"³. 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

¹ Kooij, J. Van, "Conservación de Alimentos por Irradiación", en: <https://www.iaea.org/sites/default/files/23305783336>

² Enfermedades Transmitidas por Alimentos.

³ Se trata de un método frío en el que no hay transferencia de calor al producto, lo que marca una diferencia total, respecto de los métodos tradicionales de esterilización o pasteurización por calor. Ello hace que el alimento no pierda o altere sus propiedades originales, en: "Irradiación de los alimentos", en: <https://www.infobae.com/tendencias/2017/07/09/irradiacion-de-alimentos-claves-esenciales-para-entender-el-proceso/>

senescencia; y de especias, frutas y vegetales deshidratados, para reducir la contaminación microbiana.⁴

La crisis energética mundial que ha surgido obliga a examinar la eficacia de los métodos tradicionales de conservación de alimentos desde el punto de vista del consumo de energía. Además, algunas de las tecnologías tradicionales - por ejemplo el curado, la conservación por medios químicos y la fumigación — suscitan ahora dudas en cuanto a su seguridad biológica, su economía y el posible detrimento de la calidad de los productos tratados de esa manera. Los 25 años que se lleva trabajando en el desarrollo de la conservación de alimentos por irradiación han demostrado que esta tecnología puede reducir las pérdidas posteriores a la recolección y producir alimentos sanos, economizar energía, en comparación con los métodos convencionales de conservación de alimentos, para lograr un período similar de consumibilidad; asimismo, la irradiación de alimentos puede reemplazar o reducir radicalmente el uso de aditivos y fumigantes que presentan riesgos tanto para los consumidores como para los trabajadores de las fábricas donde se preparan los alimentos.⁵ Hasta no hace muchos años, la carne, el pollo y el pescado se compraban casi en el día que se iban a consumir y no se guardaban más de dos o tres días en la heladera. Luego, con la era de los “congelados” y la presencia del freezer en la mayoría de los hogares, comenzó a ser una práctica habitual tener un stock de alimentos para facilitar la dinámica familiar. Ahora, la industria alimenticia va un paso más allá. Y debido a una reforma en el CAA⁶ podrán adquirirse en los supermercados una nueva generación de alimentos “larga vida”. Productos que incluyen carnes frescas conservables hasta un año sin refrigerar y vegetales con un “aguante” inédito hasta descomponerse o brotarse. Esto será posible porque los productores de alimentos quedarán habilitados a usar un método de conservación basado en tecnología nuclear, que consiste en exponer la comida a breves dosis de radiación gamma para eliminar sus microorganismos. Hasta ahora la práctica conocida como “irradiación de alimentos” sólo se permitía para tratar unos pocos vegetales que casi no llegaban a las góndolas Pero una resolución conjunta de los Ministerios de Agroindustria y Salud habilitará el empleo de la técnica en ocho grandes clases de alimentos. Entre ellos carnes (de vaca, pollo, cerdo y otras), pescados y mariscos, frutas y vegetales frescos, bulbos y tubérculos, cereales, legumbres, semillas y otros

⁴ Narvaiz Patricia, “Irradiación de los Alimentos”, en: <http://www.nutrinfo.com.ar>

⁵ Kooij, J. Van, Op. Cit.

⁶ Código Alimentario Nacional

⁷ como oleaginosas, frutas secas, vegetales y frutas desecadas, hierbas secas y tés de hierbas, hongos de cultivo comestibles y alimentos de origen animal desecados. ⁸

Una vez oficializada la decisión, empresas de esos rubros podrán llevar sus productos, ya envasados, a plantas especiales que usan cobalto 60, un material radioactivo. En esos recintos, el alimento queda varios minutos o hasta horas frente a la fuente de radiación. Y al salir, ya está listo para ser vendido con una vida útil varias veces mayor. Aunque algo así parezca riesgoso, en la ANMAT⁹ definen el proceso como “un método físico más de conservación” que se emplea con un propósito tecnológico o sanitario. Además dan por probado que la comida irradiada no le hace ningún daño a la salud y garantizan que mantiene el aspecto, el sabor y los nutrientes originales.¹⁰ Nada ingresa al CAA si perjudica a la salud.¹¹

La irradiación de alimentos “es una tecnología simple y segura” que consiste a la exposición de productos a la energía emitida por una fuente de radiación gamma, de forma tal que absorba una cantidad controlada de energía.

Esta tecnología se utiliza para la descontaminación fúngica y microbiana, la desparasitación, la desinsectación y hasta la esterilización de toda forma biológica que pueda afectar los productos, en este caso los alimentos. La comida irradiada ayudará a prevenir enfermedades como salmonella, cólera o infecciones por *Escherichia coli*, transmitidas por los alimentos.¹²

En el mundo hay aproximadamente 200 plantas de 32 países. En el que más comida se procesa es China. El segundo es Estados Unidos, donde ya hay unas 50 plantas, y la práctica también se lleva a cabo en Francia, India, Australia, Brasil, Chile, México, Japón y Sudáfrica. En total se estima que ya se irradian más de 700 mil toneladas de alimentos al año.

En Argentina, la técnica se aplica desde 1988, pero de forma muy limitada. Hasta ahora se podía emplear solamente en siete productos: frutilla, espárragos, papa, cebolla, ajo, especias y hongos.

⁷ Infobae, “¿Son saludables los alimentos irradiados que se venderán en la Argentina?”, en: www.infobae.com/salud/2017/07/07/una-reforma-del-codigo-alimentario-llevara-carnes-y-verduras-larga-vida-a-las-gondolas/

⁸ Clarín, “Permiten usar radiación para que carne y vegetales duren hasta un año sin refrigerar”, en: www.clarin.com/sociedad/permiten-usar-radiacion-carne-vegetales-duren-ano-refrigerar_0_HyqdKe34-.html

⁹ Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica

¹⁰ Infobae, Op. Cit.

¹¹ Clarín, Op. Cit.

¹² Infobae, Op. Cit.

Se obtienen beneficios como la extensión de la vida comercial con reducción de cadenas de frío y costos de transporte. Este tipo de tecnologías son las que permiten agregar valor a nuestra producción agroalimentaria.¹³

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 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. 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 o esterilización por calor. Con respecto a los macronutrientes, no se producen alteraciones significativas.

La irradiación no reemplaza a los procedimientos correctos de producción y manipulación de los alimentos, tampoco puede mejorar la calidad de alimentos que no son frescos, ni tampoco prevenir contaminaciones que ocurran luego de la irradiación. 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.¹⁴

Por todo esto, entendemos que la irradiación de los alimentos no es un proceso milagroso, pero es muy útil para conseguir la conservación de alimentos, su higienización y la inhibición de la germinación. Es un método ágil porque es masivo e

¹³ Infobae, "Usarán radiación en carnes, frutas y verduras para que duren más", en: www.infobae.com/sociedad/2017/27/07/usaran-radiacion-en-carnes-frutas-y-verduras-para-que-duren-mas/

¹⁴ Narvaiz, Op. Cit.

incluso puede aplicarse a sus alimentos en sus cajas de embalaje. Y es muy importante destacar que la Irradiación mediante rayos Gamma no puede convertir en radiactivos a los elementos de la materia irradiada y no presenta efectos nocivos o tóxicos, siempre y cuando se utilice adecuadamente, respetándose las dosis adecuadas a cada tipo de alimento y apropiadas al fin que se pretende “mecanismos físicos y biológicos”.¹⁵ Sin embargo el poder de aceptación de esta técnica lo tienen los consumidores. Cualquier tecnología, por segura y eficaz que sea, resulta inútil si los consumidores no la aceptan. Al principio, dentro de la industria alimentaria y en algunos gobiernos prevalecía la opinión de que los consumidores evitarían comprar alimentos irradiados porque tenían una concepción errónea sobre la seguridad y los beneficios de la tecnología de irradiación y su asociación con lo "nuclear".

Aunque todavía están muy generalizadas las interpretaciones erróneas sobre los alimentos irradiados, las pruebas de mercado y las ventas al detalle de varios países demuestran que se había subestimado la aceptación de los alimentos irradiados por parte de los consumidores. En varios países se realizó una serie de pruebas de mercado con alimentos irradiados, todos provistos de una etiqueta visible que indicaba el tratamiento, a fin de medir la respuesta del consumidor al nivel del comercio minorista. Las pruebas de mercado y las ventas al por menor de alimentos irradiados que se efectuaron en otros países --entre ellos Bélgica, Chile, China, la India, Indonesia, Francia, los Países Bajos y Sudáfrica-- arrojaron resultados similares. Cada vez que los productos irradiados se ponían a la venta, ya fuera para pruebas de mercado o con fines comerciales, los consumidores los preferían por su inocuidad o calidad. El factor clave que influye sobre la aceptación del alimento irradiado por el consumidor parece ser una adecuada información, junto con la aprobación de las autoridades sanitarias nacionales. De hecho, no hay datos que respalden la idea de que los consumidores mostrarían poca disposición a comprar productos irradiados cuando se les ofrece la opción y la información pertinente.¹⁶

¹⁵Fernandez Martinez Antonio (1991), “Mecanismos Físicos y Biológicos de la Irradiación de Alimentos”, en: boletín Ciencia y Sociedad volumen XVI, número 4, Octubre-Diciembre.

¹⁶ Loaharanu Paisan, “Creciente demanda de alimentos Inocuos” ,en: boletín del OIEA, 2001, p.1

Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente, es importante dar a conocer y destacar los beneficios de ésta nueva técnica de conservación de alimentos. Por este motivo con este trabajo se pretende investigar:

* ¿Cuál es el grado de aceptabilidad, la calidad nutricional, los caracteres organolépticos y el nivel de información de la Radiación Gamma como nuevo método en la conservación de alimentos en alumnos de Licenciatura en Nutrición de la facultad de Ciencias Médicas de la Universidad FASTA.?

Se plantea como objetivo general:

* Evaluar el grado de aceptabilidad, la calidad nutricional, los caracteres organolépticos y el nivel de información de la Radiación Gamma como nuevo método en la conservación de alimentos en alumnos de Licenciatura en Nutrición de la facultad de Ciencias Médicas de la Universidad FASTA.

Los objetivos específicos son:

* Indagar acerca del grado de información que posee la población sobre los alimentos radiactivos.

* Sondear el nivel de aceptabilidad de la radiación gamma como nuevo método en la conservación de alimentos.

* Analizar la calidad nutricional de los alimentos irradiados.

* Evaluar las características organolépticas de los mismos.

Hipótesis: El grado de información es mayor en Alimentos irradiados en personas que los consumen en su vida diaria

CAPÍTULO I:
"ORÍGENES DE LA IRRADIACIÓN Y
MÉTODOS EN LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS"



Hace muchos siglos, el hombre observó que los alimentos se descomponían fácilmente y en breves períodos, lo cual no sólo afectaba el consumo público, sino también ocasionaba muchas enfermedades. Estas circunstancias fueron las que provocaron la preocupación del hombre por la forma de conservar los alimentos.

Desde entonces, todos los pueblos comenzaron a aprovechar las posibilidades que le ofrecía el clima de la región donde habitaban. Por ejemplo; los antiguos hebreos y egipcios utilizaban el sol fuerte para secar la carne (deshidratación); los romanos aislaban los productos del aire cubriéndolos con una delgada capa de cera; hacían dulces y jugos de frutas, utilizando el azúcar y conservaban

La gran revolución en la conservación de los alimentos se produce a principios del XIX, en 1802, de la mano del francés Nicolas Appert¹ el cual descubrió, que los productos alimenticios no se descomponían en largos períodos si se sometían a temperaturas de 100 °C y se mantenían herméticamente cerrados. El descubrimiento de Appert fue una realización casual, pues él desconocía las causas que motivaban la descomposición de los alimentos y cómo se evitaban. El descubrimiento de los procesos de conservación de los alimentos, realizado por el científico francés Luis Pasteur² en 1860, permitió resolver de forma científica los problemas referentes a las causas de la descomposición de los alimentos y los procedimientos para evitarla.³

En el siglo XX debido a los avances tecnológicos se produce un avance significativo en la conservación de todo tipo de alimentos. La industria desarrolla máquinas cada vez más sofisticadas en la lucha contra los microorganismos. Nuevas técnicas como la congelación permiten el desarrollo de nuevas formas de consumo,

¹ Inventor francés nacido hacia 1749 en Châlons-sur-Marne y muerto en 1841 en Massy (cerca de París). Ha pasado a la historia por ser el inventor del primer sistema de envasado de alimentos.

Dedicado desde los once años al oficio de repostero, se estableció en París tras un período de aprendizaje. Pronto se interesó por el problema de la conservación de los alimentos, animado por un sustancioso premio que iba a conceder el Directorio francés por encontrar una forma de conservar los alimentos, lo que le hizo idear un sistema en 1795 por el que consiguió conservar legumbres durante un razonable período de tiempo. Su procedimiento se basaba en la esterilización de los alimentos (primero legumbres y más tarde carne, pescado, frutas y verduras) tras ser calentados al baño María en botellas parcialmente taponadas; una vez terminado el proceso de calentamiento, se cerraban herméticamente las botellas forzando los tapones y sujetándolos con alambres, en: <http://www.mcnbiografias.com/app-bio/do/show?key=appert-nicolas>.

² Louis Pasteur (1822-1895) fue un químico y bacteriólogo francés, cuyos descubrimientos tuvieron enorme importancia en diversos campos de las ciencias naturales, sobre todo en la química y microbiología. A él se debe la técnica conocida como pasteurización. A través de experimentos refutó definitivamente la teoría de la generación espontánea y desarrolló la teoría germinal de las enfermedades infecciosas. Por sus trabajos es considerado el pionero de la microbiología moderna, iniciando la llamada «Edad de Oro de la Microbiología», en: https://es.wikipedia.org/wiki/Louis_Pasteur.

³ Conservación de los alimentos, en: https://www.ecured.cu/Conservación_de_los_alimentos.

Orígenes de la irradiación y métodos en la conservación de alimentos

nuevos envases como la hojalata galvanizada más económicos y fáciles de transportar compiten con los envases de cristal.

En la segunda mitad del siglo XX se desarrolla una nueva industria que fabrica nuevas sustancias que añadidas a los métodos tradicionales pueden conservar los alimentos durante décadas: Los conservantes. El código alimentario registra en la actualidad más de 5.000 sustancias, que conservan o alteran las características organolépticas de los alimentos.

A finales del siglo XX se descubren envases como el tetra-brik y los polímeros plásticos entran de lleno en el panorama mundial de la conservación, conviviendo con los envases tradicionales.

Las modernas técnicas de irradiación de los alimentos o la manipulación biotecnológica utilizadas a finales del siglo XX y principios del XXI abren las posibilidades de conservación hasta límites insospechados.⁴

Cuadro N°1: Esquema histórico de los métodos de conservación de alimentos:

Tiempos primitivos	Sal común, hielo, sol, aire
Antiguo Egipto	Vinagre, aceite y miel. Primeras técnicas de salazón y ahumado
Persas	Conservas con azúcar
Griegos	Grajeado con cera de frutas y verduras
Antigua Roma	SO ₂ al vino
Anterior al siglo XV	Empleo del adobo
Siglo XVIII	Empleo del borax, apertización ⁵
Siglo XIX	Aplicación de sulfitos a carnes Pasteurización ⁶ Descubrimiento de la actividad antimicrobiana de ácidos orgánicos

Fuente: <https://www.exa.unicen.edu.ar/tecnoambiente>.

La conservación de alimentos es el conjunto de procedimientos y recursos para preparar y envasar los productos alimenticios, con el fin de guardarlos y consumirlos mucho tiempo después. Los productos alimenticios de origen animal y vegetal (Frutas,

⁴ Tratamientos de conservación de productos alimenticios, en : <https://www.educarchile.cl>

⁵ Apertización. Técnica de conservación de larga duración (de unos meses a varios años) que lleva el nombre de su inventor, Nicolas Appert. Consiste en la esterilización de un género a más de 100 °C, en un embalaje estanco de metal, vidrio o plástico, en: <https://www.laroussecocina.mx/diccionario/definicion/apertizacion> .

⁶ Pasteurización es el proceso y el resultado de pasteurizar. Este verbo hace referencia a la acción de incrementar la temperatura de un producto alimenticio en estado líquido a un nivel que resulta apenas inferior al necesario para su ebullición, durante un periodo temporal reducido. A continuación, el producto es enfriado con gran rapidez. De este modo se logra eliminar los microorganismos sin modificar las características del alimento en cuestión, en: <https://definicion.de/pasteurizacion/>

Vegetales, Carnes, Leche, Pescado, etc.), en condiciones naturales no se pueden conservar durante mucho tiempo porque tienden a descomponerse.

La descomposición de los productos alimenticios en estado natural está acompañada de una serie de transformaciones físico-químicas, bioquímicas y microbiológicas, tales como: cambios de color, aroma y sabor; transformaciones de azúcares, fermentaciones, desarrollo de mohos y otras. Además hacen que el producto en estado natural sea perjudicial a la salud del hombre o no apto para el consumo.

La conservación de los productos alimenticios es extraordinariamente importante, pues permite mediante una adecuada planificación de áreas de cultivo, mantener la existencia de productos y suplir su carencia en épocas en que no pueden ser cosechados (cambios de estaciones, alteraciones climáticas, etcétera).⁷

Cuando el hombre descubrió la necesidad de guardar alimentos para épocas de escasez, fue desarrollando las técnicas para su conservación. La finalidad de la conservación de los alimentos es transformarlos en productos más duraderos, sin que se altere su valor nutritivo.⁸

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, tanto los que nos han llegado desde la antigüedad como los que son fruto de la ciencia moderna.⁹

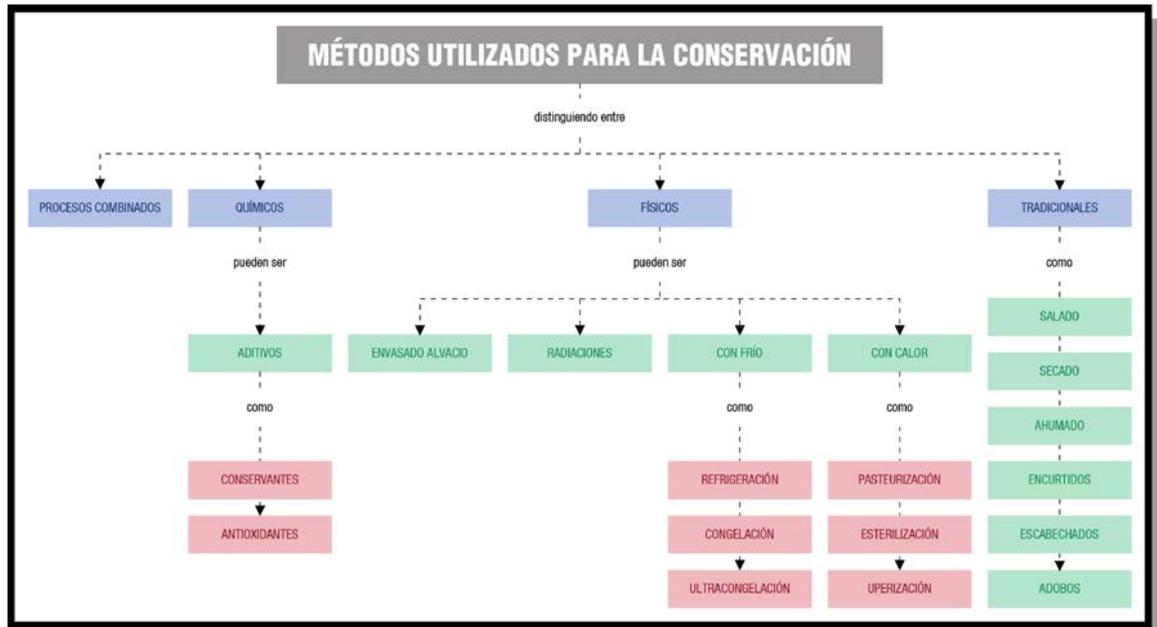
Los procedimientos de conservación son muy variados y se clasifican en dos grandes grupos: procedimientos físicos y procedimientos químicos.

⁷ Conservación de los alimentos, en: https://www.ecured.cu/Conservación_de_los_alimentos

⁸ Métodos de conservación de alimentos, en: <https://es.scribd.com/doc/24240800/METODOS-DE-CONSERVACION-DE-ALIMENTOS>

⁹ OMS, Ginebra, 1989, LA IRRADIACION DE LOS ALIMENTOS Una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos, en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/36940/1/9243542400_spa.pdf.

Diagrama N°1: Clasificación de los Métodos de conservación de alimentos.



Fuente: PREE01.- Conservación, recepción, clasificación, almacenamiento y distribución de las materias primas.¹⁰

Entre los “*métodos físicos*” de conservación se encuentran los métodos que emplean calor como la pasteurización, la esterilización y la uperización.

La pasteurización fue llamada así luego que Luis Pasteur descubriera que organismos contaminantes productores de la enfermedad de los vinos podían ser eliminados aplicando temperatura. Luego se empleó a otros productos para lograr su conservación. Es común la pasteurización de la leche que consiste en la aplicación de diferentes temperaturas y tiempos para la destrucción de microorganismos patógenos, y la mayoría de los saprófitos¹¹ presentes en el producto, y a partir de ese proceso, garantizar la calidad microbiológica y evitar su degradación. La pasteurización a baja temperatura y tiempo prolongado es a 63°C durante 30 minutos, mientras que la que se utiliza a alta temperatura y corto tiempo es de 72°C durante 15 segundos.

La *esterilización* se realiza por el vapor de agua a presión. El modelo más usado es el de Chamberland, esteriliza a 120° a una atmósfera de presión, 127° a 11/2 atmósfera de presión, o a 134° a 2 atmósferas de presión, se deja el material durante

¹⁰ULHI, Conservación, recepción, clasificación, almacenamiento y distribución de las materias primas, en: http://ikastaroak.ulhi.net/edu/1516/es/COC/PREE/PREE01/es_COC_PREE01_Contenidos/website_2_mtodos_de_conservacin_yequipos_asociados.html

¹¹ Microorganismo que se alimenta de materias orgánicas en descomposición, en: <http://www.wordreference.com/definicion/saprophyte>.

20 a 30 minutos. Consta de una caldera¹² de cobre, sostenida por una camisa externa metálica, que en la parte inferior recibe calor por combustión de gas o por una resistencia eléctrica. La caldera se cierra en la parte superior, por una tapa de bronce que se ajusta perfectamente gracias a un anillo de caucho, mediante bulones a "mariposa". Esta tapa posee tres orificios, uno para el manómetro, otro para el escape de vapor en forma de robinete y el tercero, para una válvula de seguridad que funciona por contrapeso o a resorte. Para hacerlo funcionar se coloca agua en la caldera, 2 o 3 litros, procurando que su nivel no alcance a los objetos que se disponen sobre una rejilla de metal. Se cierra asegurando la tapa, sin ajustar los bulones y se da calor, dejando abierta la válvula de escape hasta que todo el aire se desaloje y comience la salida de vapor en forma de chorro continuo y abundante, lo que indica que el aparato está bien purgado de aire. Se cierra la llave de escape y se ajustan los bulones de la tapa en forma pareja, se deja subir 1, 1 1/2 o 2atmósferas la presión, manteniéndola constante durante el tiempo necesario.

La uperización (U.H.T.)¹³ consiste en una esterilización sometida a una corriente de vapor de agua recalentado, manteniendo la leche en corriente turbulenta, a una temperatura de 150°C menos de un segundo, consiguiéndose un periodo mayor de conservación que con la pasteurización.

Los métodos que emplean frío como la refrigeración, la congelación, y la ultracongelación.

En la refrigeración se mantiene el alimento a bajas temperaturas (entre 2 y 8°C) sin alcanzar la congelación.

En la congelación se somete el alimento a temperaturas inferiores al punto descongelación (a - 18°C) durante un tiempo reducido.¹⁴ Es el mejor método (y el más generalizado hoy en día) para conservar alimentos a largo plazo. Los alimentos

¹² La caldera, en la industria, es una máquina o dispositivo de ingeniería diseñado para generar vapor. Este vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia su fase a vapor saturado. Según la ITC-MIE-AP01, caldera es todo aparato de presión donde el calor procedente de cualquier fuente de energía se transforma en energía utilizable, a través de un medio de transporte en fase líquida o vapor, en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Caldera_\(m%C3%A1quina\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Caldera_(m%C3%A1quina))

¹³ También llamado ultrapasteurización, es un proceso térmico que se utiliza para reducir en gran medida el número de microorganismos presentes en alimentos como la leche o los zumos. A diferencia de la pasteurización tradicional, en la ultrapasteurización se aplica más calor aunque durante un tiempo menor al alimento. Con el método UHT no se consigue una completa esterilización, se consigue la denominada esterilización comercial, en la que se somete al alimento al calor suficiente para destruir las formas de resistencia de *Clostridium botulinum*, pero sí existirán algunos microorganismos como los termófilos, que no crecen a temperatura ambiente. A los alimentos se aplica esterilidad comercial, ya que la esterilidad absoluta podría degradar de manera innecesaria la calidad del alimento, en: <https://es.scribd.com/presentation/.../La-Ultrapasteurizacion-o-Uperizacion-Uht>

¹⁴ Métodos de conservación de alimentos, en: <https://es.scribd.com/doc/24240800/METODOS-DE-CONSERVACION-DE-ALIMENTOS>

congelados guardan la mayor parte de su sabor, color y valor nutritivo originales. A pesar de su superioridad, 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.¹⁵

En la ultracongelación se somete el alimento a una temperatura entre -35°C y -150°C durante breve periodo de tiempo. Es el mejor procedimiento de aplicación del frío pues los cristales de hielo que se forman durante el proceso son de pequeño tamaño y no llegan a lesionar los tejidos del alimento.

El método por irradiación consiste en la aplicación sobre el alimento de radiaciones ionizantes bajo un estricto control. Las radiaciones más empleadas son las gamma¹⁶, obtenidas a partir de la desintegración radioactiva de isótopos de cobalto y cesio. El método es muy eficaz porque prolonga la vida útil de un producto en las mejores condiciones. Existe un símbolo internacional propuesto para identificar, en el etiquetado, los alimentos que han sido sometidos a un proceso de irradiación. Pero el símbolo no aparece en el etiquetado europeo, aunque sí debe mencionarse en la etiqueta que el producto o sus ingredientes han sido irradiados.

Dentro de los “*Métodos Tradicionales*” se encuentran los métodos por deshidratación, que son el secado o desecación, la concentración y la liofilización.

El secado o desecación es una pérdida de agua parcial en condiciones ambientales naturales o bien con una fuente de calor suave y corrientes de aire.¹⁷ 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. La deshidratación también sirve para preparar los alimentos para otros procesos que, a su vez, facilitan la manipulación, el envasado, el transporte y el consumo. Durante la desecación se producen cambios físicos y químicos, aunque no

¹⁵ OMS, Ginebra, 1989, LA IRRADIACION DE LOS ALIMENTOS Una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos, en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/36940/1/9243542400_spa.pdf

¹⁶ Los rayos gamma son una forma de radiación electromagnética (EM, por sus siglas en Inglés) con energía extremadamente elevada. La radiación de rayos gamma tiene longitud de onda mucho más corta que la luz visible, por lo que los fotones de rayo gamma tienen muchísima más energía que los fotones de luz, en: https://www.windows2universe.org/physical_science/.../em_gamma_ray.html&lang=s.

¹⁷ Métodos de conservación de alimentos, en: <https://es.scribd.com/doc/24240800/METODOS-DE-CONSERVACION-DE-ALIMENTOS>

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.¹⁸

La concentración consiste en una eliminación parcial de agua en alimentos líquidos.

La liofilización¹⁹ es la desecación de un producto previamente congelado que mediante sublimación del hielo al vacío se consigue una masa seca, más o menos esponjosa, más o menos estable, que se puede disolver a su vez en agua y que se puede almacenar durante más tiempo al no tener humedad remanente. Es un proceso que permite la máxima conservación de la calidad organoléptica de los alimentos así como de su valor nutritivo.

Los “*Métodos químicos conservación*” están basados en la adición de sustancias que actúan modificando químicamente el producto, por ejemplo disminuyendo el pH.²⁰ 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 pertenecen a dos tipos generales: 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.²¹

¹⁸ OMS, Ginebra, 1989, LA IRRADIACION DE LOS ALIMENTOS Una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos, en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/36940/1/9243542400_spa.pdf

¹⁹ Método de conservación de una cosa que consiste en deshidratarla sometiéndola a una rápida congelación y eliminando el hielo posteriormente mediante un ligero calentamiento al vacío que lo transforma en vapor, en : <https://www.google.com.ar/search?q=Diccionario#dobs=liofilizaci%C3%B3n&spf=1516324228959>

²⁰ Métodos de conservación de alimentos, en: <https://es.scribd.com/doc/24240800/METODOS-DE-CONSERVACION-DE-ALIMENTOS>

²¹ OMS, Ginebra, 1989, LA IRRADIACION DE LOS ALIMENTOS Una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos, en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/36940/1/9243542400_spa.pdf

La salazón consiste en la adición de cloruro sódico, sal común, que inhibe el crecimiento de los microorganismos, la degradación de los sistemas enzimáticos y, por tanto, la velocidad de las reacciones químicas. El alimento obtenido tiene modificaciones de color, sabor, aroma y consistencia.

La adición de azúcar cuando se realiza a elevadas concentraciones permite que los alimentos estén protegidos contra la proliferación microbiana y aumenta sus posibilidades de conservación, este proceso se lleva a cabo en la elaboración de leche condensada, mermeladas, frutas escarchadas y compotas.

El curado es un método de gran tradición en nuestro país que utiliza, además de la sal común, sales curantes, nitratos y nitritos potásico y sódico, dichas sustancias de bienestar muy controladas por la legislación sanitaria para evitar sus efectos adversos, ya que a partir de ellas se forman nitrosaminas²² que son cancerígenas y pueden constituir un problema para la salud, sin embargo, el uso de estas sustancias es necesario porque impide el crecimiento del *Clostridium botulinum*, un peligroso microorganismo además de que sirve para estabilizar el color rojo, sonrosado de las carnes.

El ahumado es un procedimiento que utiliza el humo obtenido de la combustión de materias con bajo contenido en resinas²³ o aromas de humo. El humo actúa como esterilizante y antioxidante y confiere un aroma y sabor peculiar al alimento tratado por este método muy del gusto del consumidor. Este procedimiento suele aplicarse tanto en carnes como en pescados. No debe abusarse del consumo de alimentos tratados por este método porque genera sustancias carcinógenas.

La acidificación es un método basado en la reducción del pH del alimento que impide el desarrollo de los microorganismos. Se lleva a cabo añadiendo al alimento sustancias ácidas como el vinagre.²⁴

También se encuentran los métodos de conservación mediante aditivos, los hay de origen natural (vinagre, aceite, azúcar, sal, alcohol) o bien de origen industrial debidamente autorizados. Los aditivos alimentarios se diferencian de otros componentes de los alimentos en que se añaden voluntariamente, no pretenden enriquecer el alimento en nutrientes y, solamente, se utilizan para mejorar alguno de

²² Las nitrosaminas son sustancias cancerígenas presentes en los alimentos que se forman a partir de los nitratos o nitritos, en: <https://www.botanical-online.com/nitrosaminas.htm>.

²³ La resina es una secreción orgánica que producen muchas plantas, particularmente los árboles del tipo conífera. Sirve como un recubrimiento natural de defensa contra insectos u organismos patógenos. Es muy valorada por sus propiedades químicas y sus usos asociados, como por ejemplo la producción de barnices, adhesivos y aditivos alimenticios. También es un constituyente habitual de perfumes o incienso, en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Resina>.

²⁴ Métodos de conservación de alimentos, en: <https://es.scribd.com/doc/24240800/METODOS-DE-CONSERVACION-DE-ALIMENTOS>

los aspectos del alimento, como son el tiempo de conservación, la mejora del sabor, del color, de la textura etc

Cada método empleado para limitar el deterioro de los alimentos y para proteger al consumidor contra las enfermedades transmitidas por los mismos tiene a la vez ventajas y desventajas. No obstante, en muchos países se están llevando a cabo investigaciones para lograr que todos ellos resulten más eficaces y eficientes.²⁵

Al conocer algunas características esenciales de los métodos tradicionales de conservación se puede apreciar mejor el lugar que ocupa la irradiación de alimentos en esta gama.

La irradiación de los alimentos se originó a mediados de los años cuarenta, gracias al trabajo de científicos franceses. Su aplicación se realizó al final de la Segunda Guerra Mundial. Posteriormente se dejó de irradiar al final de los años sesenta, debido a la oposición de los científicos del mundo entero.

A principio de los años ochenta se volvió a utilizar el método de irradiación a nivel mundial. Se procedió a realizar estudios recomendados por la Federal Drug Agency²⁶

de los Estados Unidos. La conclusión de este organismo (en 1984) fue que esta tecnología es completamente segura.²⁷

El consenso científico de que la irradiación puede utilizarse con eficacia para neutralizar diferentes bacterias patógenas y parásitos que se alojan en los alimentos data de los años setenta. A mediados de los ochenta, ese consenso recibió el respaldo en un informe presentado por un equipo de estudio perteneciente al Grupo Consultivo Internacional sobre Irradiación de Alimentos (GCIIA), que llevó a cabo una minuciosa evaluación de los riesgos. El Grupo se creó en 1984 bajo los auspicios del OIEA, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la OMS. En 1986, el equipo de estudio llegó a la conclusión de que no existe, ni existirá en un futuro previsible, ninguna tecnología capaz de producir alimentos crudos de origen animal, en particular carne de ave o de cerdo, que se pueda garantizar que estén libres de determinados microorganismos patógenos y parásitos, como *Salmonella*, *Campylobacter*, *Trichinella* y *Toxoplasma*. Por tanto, esos alimentos

²⁵ OMS, Ginebra, 1989, LA IRRADIACION DE LOS ALIMENTOS Una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos, en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/36940/1/9243542400_spa.pdf

²⁶ La FDA (*Food and Drug Administration*: Administración de Medicamentos y Alimentos o Administración de Alimentos y Medicamentos)³ es la agencia del gobierno de los Estados Unidos responsable de la regulación de alimentos (tanto para personas como para animales), medicamentos (humanos y veterinarios), cosméticos, aparatos médicos (humanos y animales), productos biológicos y derivados sanguíneos, en: https://es.wikipedia.org/wiki/Administraci%C3%B3n_de_Alimentos_y_Medicamentos.

²⁷ Irradiación de Alimentos, en: <http://docplayer.es/53145357-Irradiacion-de-alimentos.html>.

constituyen una amenaza importante para la salud pública. De ahí que, cuando esos alimentos resultan importantes para la epidemiología de enfermedades transmitidas por los alimentos, deba pensarse seriamente en la descontaminación/ desinfección mediante irradiación. El Servicio de Seguridad Alimentaria e Inspección de los Alimentos (FSIS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos atendió esa recomendación y en 1988 pidió a la FDA que aprobara la utilización de irradiaciones para neutralizar las bacterias patógenas en la carne de ave y los productos cárnicos. En 1992, tras una minuciosa evaluación de la irradiación de carne de ave, la FDA aprobó el uso de irradiaciones, a una dosis máxima de 3 kGy para ese fin.²⁸ El primer irradiador comercial de alimentos que utiliza cobalto-60 como fuente de irradiación comenzó a funcionar en Mulberry, cerca de Tampa, Florida, a principios de 1992.²⁹ En 1994, el FSIS aprobó un programa de control de calidad de la irradiación de carne de ave. Aunque a principios de los noventa en algunos países de Europa se habían efectuado aplicaciones comerciales de la irradiación en pequeña escala para asegurar la calidad higiénica de alimentos sólidos (en particular especias, camarones y ancas de rana), la aprobación de la irradiación de la carne de ave marcó una serie de hitos en el empleo de esa tecnología para garantizar la inocuidad microbiológica de los alimentos en todo el orbe.³⁰

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. A fin de entender la irradiación en comparación con los métodos clásicos de tratamiento de alimentos, empezaremos por hacer un breve y sencillo repaso del proceso y de cómo funciona.³¹

²⁸ Loaharanu Paisan, "Creciente demanda de alimentos Inocuos", en: boletín del OIEA, 2001.

²⁹ Irradiación de Alimentos, en :

<http://docplayer.es/53145357-Irradiacion-de-alimentos.html>

³⁰ Loaharanu Paisan, "Creciente demanda de alimentos Inocuos", en: boletín del OIEA, 2001.

³¹ OMS, Ginebra, 1989, LA IRRADIACION DE LOS ALIMENTOS Una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos, en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/36940/1/9243542400_spa.pdf

CAPÍTULO II:

***"EL PROCESO DE LA IRRADIACIÓN
DE LOS ALIMENTOS"***



La irradiación de alimentos es un método físico de conservación comparable con la pasteurización, enlatado o congelación. El proceso consiste en suministrar al producto ya sea envasado o a granel, una cantidad de energía (dosis) exactamente controlada, proveniente de una fuente de radiación ionizante, durante un tiempo determinado, de acuerdo a las características físicas de cada producto, de tal manera que la energía que reciba sea la suficiente para desbacterizarlo o esterilizarlo sin que afecte su estado físico o su frescura.¹ 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.² Se trata de un proceso en frío y sin reacciones química³.

La irradiación de alimentos es un tratamiento físico con alta energía, mediante el uso de radiaciones ionizantes, es decir, que ocasiona pérdida de los electrones más externos de los átomos y moléculas convirtiendo a los mismos en iones. Se considera un método alternativo para la conservación de alimentos. Durante la irradiación, los alimentos se exponen brevemente a una fuente de energía radiante (rayos gamma, rayos X o electrones acelerados) dentro de una instalación protectora.⁴ Es un proceso inocuo y ha sido aprobado por unos 50 países de todo el mundo y aplicado comercialmente en los Estados Unidos, en Japón y en diversos países europeos desde hace muchos años. Entre los alimentos irradiados aprobados se incluyen frutas, vegetales, carne de res, carne de ave, pescados y mariscos, raíces y tubérculos, cereales, legumbres, especias y aderezos, vegetales disecados.⁵

El proceso de irradiación gamma ha sido recomendado por el Grupo Consultivo Internacional para la irradiación de alimentos, integrado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, la OMS y el OIEA. El mismo grupo afirma que el proceso de irradiación gamma ha sido la técnica de esterilización más estudiada y que las pruebas practicadas por laboratorios independientes, en todos los casos, han mostrado que los alimentos irradiados no se vuelven radiactivos, ni se generan residuos químicos durante el proceso.

¹ Irradiación de Alimentos, en: <http://inin.gob.mx/publicaciones/documentospdf/Irradiacion%20de%20alimentos.pdf>

² Cova María Constanza, "Irradiación de Alimentos", en: <http://caebis.cnea.gov.ar/aplicaciones/alim/Irra1.html>

³ Irradiación de Alimentos, en: <http://inin.gob.mx/publicaciones/documentospdf/Irradiacion%20de%20alimentos.pdf> (Op.cit)

⁴http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/RADIACIONES_IONIZANTES_ALIMENTOS.pdf

⁵ Irradiación de alimentos: Una herramienta mundial de inocuidad alimentaria, en: <http://www.foodinsight.org/articles/irradiacion-de-alimentos-una-herramienta-mundial-de-inocuidad-alimentaria>

La aplicación de esta tecnología es una alternativa segura para reducir enfermedades ocasionadas por contaminación alimentaria⁶. Como ya se mencionó existen en más de 50 países, alrededor de 200 plantas con la tecnología de irradiación gamma procesando los diversos productos mencionados. Debido a la creciente preocupación por el uso de productos químicos que pueden ser tóxicos o dañar la capa de ozono, la irradiación de alimentos es la alternativa para su reemplazo. En comparación con los métodos químicos ⁷de preservación, la irradiación con rayos gamma es cada vez más favorable, y exigida por los industriales por las ventajas económicas que les representa. Las pruebas de viabilidad realizadas por diversos centros de investigación, tanto nacionales como internacionales, han demostrado que hoy en día las técnicas de irradiación son más seguras que los métodos químicos y además son ideales para la preservación de los alimentos. Existen muchas razones por las que el proceso está despertando el interés de muchos gobiernos realmente preocupados por las grandes pérdidas de alimentos que se registran constantemente como consecuencia de la infestación, contaminación y descomposición de los mismos, la incesante batalla contra las enfermedades transmitidas por los alimentos y el aumento del comercio internacional de productos alimenticios en conformidad con normas de exportación estrictas en materia de calidad y de cuarentena.⁸ La irradiación se aplica a frutas, verduras, carnes, pescados y alimentos precocinados con el fin de esterilizarlos, es decir, eliminar por completo los posibles microorganismos adheridos y prolongar la vida útil del alimento sin necesidad de frío. La unidad de medida de las radiaciones son los grays. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), es posible aplicar una dosis de hasta diez kGrays en los alimentos sin riesgo toxicológico, microbiológico o nutricional para el consumidor. No obstante, aún constituye un método ligado a la polémica, tanto en el ámbito científico como social. A pesar de que la palabra irradiación resulta a menudo poco familiar para los consumidores, lo cierto es que se trata de un método seguro y efectivo en cuanto a conservación de alimentos se refiere.

⁶ Las enfermedades transmitidas por alimentos, mejor conocidas por sus siglas como ETA, se refieren a cualquier enfermedad causada por la ingestión de un alimento contaminado que provoca efectos nocivos en la salud del consumidor, en: <http://es.m.wikipedia.org/enfermedades> de transmisión alimentaria.

⁷ Los métodos químicos consisten en la utilización de aditivos, dentro de ellos están los conservantes y los antioxidantes. Los primeros van a permitir alargar la vida útil del producto y los segundos retrasan las alteraciones producidas por el efecto de la luz, calor y el aire sobre los alimentos, en: [https:// natureduca.com](https://natureduca.com).

⁸ Irradiación de Alimentos, Op. Cit.

La única característica especial de la irradiación es el tipo particular de energía empleada. El tratamiento por irradiación no produce prácticamente ninguna elevación de temperatura en el producto. La mayor dosis que probablemente se empleará es de unos 5 Mrad (50 kGy). Esta cantidad de energía es equivalente a unas 12 calorías (50 J). Por consiguiente, si la totalidad de la radiación ionizante se transformara en calor, la temperatura del alimento aumentaría en unos 12 C. Por esta razón, se dice que la irradiación es un "proceso en frío". La irradiación se puede aplicar a través de cualquier tipo de material de envase, incluso de aquellos que no resisten el calor. Ello significa, pues, que se puede aplicar la irradiación después del envasado del producto, con lo cual se evita la recontaminación o la reinfestación. Para los alimentos irradiados se puede emplear satisfactoriamente la mayoría de los materiales corrientes de embalaje. Se debe tener presente que la calidad de los alimentos irradiados, como la de cualquier otro alimento en conserva, es función de la calidad del artículo original, y para obtener buenos resultados, se requieren buenas prácticas de fabricación. El período más largo de conservación se puede obtener si la calidad de la materia prima es buena y si se mantienen condiciones de higiene satisfactorias para ello es necesario recurrir a una inspección y selección más meticulosas para eliminar los productos de calidad inferior antes del tratamiento (o aplicar tratamientos tales como el lavado, el escaldado o el enjuague químico). En ningún caso los beneficios del tratamiento por irradiación deben considerarse como un sustitutivo de la calidad del producto, o de condiciones adecuadas de manipulación y almacenamiento.⁹

Mediante esta técnica se modifican los procesos normales de las células en el alimento y se consigue inhibir el crecimiento de bacterias. Además, se retrasa la aparición de brotes en alimentos como la patata o la cebolla, se ralentiza¹⁰ la descomposición de la carne y se evita la maduración rápida de las frutas y las verduras. Para la industria, la irradiación es un método seguro y eficaz que garantiza la conservación de los alimentos y evita la transmisión de enfermedades por vía alimentaria. Sin embargo, aún no es un método muy utilizado por la controversia que genera.¹¹

⁹ OIEA, La Irradiación de Alimentos en Latinoamérica, Viena, 1985, en : http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/18/027/18027492.

¹⁰ Hacer lento un proceso o una actividad, disminuir su ritmo o velocidad, enlentecer, lentificar.

¹¹ Gimferrer Morato Natalia, Radiaciones Ionizantes en los Alimentos, en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2008/11/10/181279.php>

La irradiación de alimentos es el proceso controlado para tratar alimentos con radiaciones ionizantes.¹² Cuando se irradian los alimentos, éstos pasan a través de una cámara de irradiación cerrada donde son expuestos a energía ionizante.¹³ La energía que éstos reciben es suficiente para romper enlaces químicos que provocan cambios en sus componentes y contaminantes. Los productos de la irradiación pueden estar eléctricamente cargados (iones) o ser neutros (radicales libres). Estos a su vez reaccionan dando lugar a cambios en el material irradiado que se conocen como radiólisis¹⁴. Estas reacciones son las responsables de la destrucción de microorganismos, insectos y parásitos.¹⁵ Un requisito esencial para la irradiación de alimentos a escala industrial es disponer de una fuente económica de energía procedente de la radiación.¹⁶

Las fuentes de radiaciones ionizantes autorizadas para alimentos son de dos tipos:

El primer tipo corresponde a las Fuentes mecánicas ó aparatos. Estos son equipos eléctricos, que a su vez se clasifican según las radiaciones emitidas en: Equipos generadores de rayos X. y en Equipos generadores de electrones acelerados.¹⁷ Las fuentes mecánicas ofrecen la ventaja de su seguridad, pues cuando no están en funcionamiento la emisión de radiaciones cesa, por lo que no revisten peligro alguno para los operarios ni para el medio que les rodea.¹⁸

El segundo tipo corresponde a sustancias radioactivas ó materiales artificiales. Las que pueden emplearse para tratar alimentos son el Cobalto 60 y el Cesio 137. El Parlamento Europeo propuso la desautorización del Cs-137 en 1989 (D.O.C.E. N.C.

¹² Capellas, M., Guarnís, B. y Sendra, E., Alimentos Irradiados, en: https://www.researchgate.net/profile/Esther_Sendra/publication/44385379_Alimentos_irradiados/links/0fcfd50af905c4a686000000/Alimentos-irradiados.pdf

¹³ Irradiación de alimentos: Una herramienta mundial de inocuidad alimentaria, en:

<http://www.foodinsight.org/articles/irradiacion-de-alimentos-una-herramienta-mundial-de-inocuidad-alimentaria>

¹⁴Efecto de ruptura de los enlaces químicos por la acción de la radiactividad. La **radiólisis** del agua celular es uno de los efectos diuréticos más importantes de la radiactividad. Este fenómeno origina especies químicas muy reactivas que alteran las moléculas biológicas.

¹⁵ Capellas, Op. Cit.

¹⁶OMS, Ginebra, 1989, LA IRRADIACION DE LOS ALIMENTOS Una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos, en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/36940/1/9243542400_spa.pdf

¹⁷ Capellas, M., Guarnís, B. y Sendra, E., Alimentos Irradiados, en: https://www.researchgate.net/profile/Esther_Sendra/publication/44385379_Alimentos_irradiados/links/0fcfd50af905c4a686000000/Alimentos-irradiados.pdf

¹⁸ VJ Boaler, Revista de Ingeniería de Alimentos: Instalaciones de acelerador de electrones para el procesamiento de alimentos, Dic 1984.

291/58 20.11.89) dado que este isótopo¹⁹ se obtiene como producto secundario de los reactores nucleares y tiene una larga vida. Está permitido en Estados Unidos (FDA, 1987). Las radiaciones gamma que emiten las sustancias radioactivas tienen un poder de penetración adecuado para el tratamiento de la mayor parte de los alimentos. Tienen en su contra el hecho de que el radionucleído²⁰ sigue desintegrándose continuamente, sin que se pueda detener el proceso de emisión aunque no estén en funcionamiento las plantas de tratamiento (Capellas, et al)²¹

Los aparatos denominados aceleradores de electrones producen radiación electrónica, que es una forma de radiación ionizante. Los electrones son partículas subatómicas de masa muy reducida y carga eléctrica negativa. Los haces de electrones acelerados pueden usarse para irradiar alimentos a un precio relativamente bajo. Ahora bien, esta ventaja económica queda contrarrestada por el hecho de que los haces de electrones acelerados no pueden penetrar más que unos 8 cm en los alimentos, lo cual no basta para conseguir todo lo que se pretende al irradiar éstos. Los electrones acelerados son, por tanto, especialmente útiles para tratar granos o alimentos de origen animal que pueden procesarse en capas finas; la irradiación con haces de electrones es especialmente adecuada en estos casos debido a la gran cantidad de material tratado y a la comodidad de poder conectar y desconectar el aparato a voluntad.

Otro aparato que produce radiación ionizante es el generador de rayos X. Un rayo X es una forma de energía ondulatoria similar a la luz. A diferencia de los electrones acelerados, los rayos X tienen un gran poder de penetración en algunos materiales. Pero como ya descubrieron los primeros investigadores, la conversión de la electricidad en rayos X es un proceso de escaso rendimiento y por tanto muy caro. Los aparatos de rayos X disponibles para tratar alimentos son normalmente una adaptación de los que se emplean en radiografía médica e industrial y no resultan muy adecuados para suministrar la energía que requiere el tratamiento de alimentos. Los últimos estudios parecen indicar que esos problemas de costo y de producción de energía pueden resolverse con un tipo nuevo de generador de rayos X.

Los radionucleidos artificiales constituyen la otra importante fuente de radiación ionizante; los radionucleidos son materiales radiactivos que, a medida que se desintegran, desprenden rayos gamma de carácter ionizante que pueden utilizarse

¹⁹ Átomo que pertenece al mismo elemento químico que otro, tiene su mismo número atómico, pero distinta masa atómica. Los isótopos tienen el mismo número de protones que los átomos normales, pero diferente número de neutrones.

²⁰ Un nucleido radiactivo, radionucleidos o radionucleido es un nucleido inestable y que por tanto degenera emitiendo radiaciones ionizantes. <https://energia-nuclear.net/definiciones/radionucleido.html>

²¹ Capellas, Op. Cit.

para tratar alimentos. Un radionucleido que puede encontrarse fácilmente en grandes cantidades es el cobalto-60, que se produce exponiendo el isótopo natural cobalto-59 a la acción de neutrones en un reactor nuclear. Otro radionucleido, el cesio-137, producto secundario del reactor nuclear, tiene una disponibilidad limitada y su uso no está extendido por el momento. Las radiaciones gamma emitidas por cualquiera de estos radionucleidos penetran hasta una profundidad que es suficiente para satisfacer prácticamente todas las necesidades de la irradiación de alimentos. El costo de los radionucleidos artificiales se considera aceptable para la irradiación industrial de alimentos en vista de la gran versatilidad y la capacidad de penetración de los rayos gamma.(OMS,1989)²²

Si bien difieren en el método de funcionamiento, los tres tipos de energía ionizante tienen la misma capacidad de desactivar los microorganismos que causan descomposición y enfermedades sin producir cambios perjudiciales en los alimentos. En todos los casos los alimentos permanecen crudos y libres de residuos.²³

Durante el proceso de irradiación se expone el alimento a la fuente de energía de manera que absorba una dosis precisa y específica. Para hacerlo, es necesario conocer la producción de energía de la fuente por unidad de tiempo, disponer de una relación espacial definida entre la fuente y el material irradiado, y exponer el material durante un periodo de tiempo determinado. La dosis de radiación ordinariamente utilizada en el tratamiento de alimentos va desde 50 Gy a 1 O kGy y depende del tipo de alimento tratado y del efecto que se desea conseguir(OMS,1989).²⁴

Para irradiar alimentos se emplean comercialmente plantas de Cobalto-60 (aproximadamente el 90% de las instalaciones) o aceleradores de electrones, el 10% restante. (Cova) ²⁵ El cobalto-60 se usa en la irradiación de alimentos porque es un isótopo de amplia disponibilidad. Los rayos gamma son una forma de energía electromagnética, al igual que las ondas de radio, las microondas, los rayos X e incluso la luz. Tienen la capacidad de penetrar bien en el alimento. Los rayos X generados por máquinas tienen propiedades similares. Más recientemente, los haces de electrones han comenzado a estar disponibles como fuente de energía ionizante en los Estados Unidos y en otros países. Al igual que los rayos X, los haces de electrones

²² OMS, Ginebra, 1989, LA IRRADIACION DE LOS ALIMENTOS Una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos, en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/36940/1/9243542400_spa.pdf

²³ Irradiación de alimentos: Una herramienta mundial de inocuidad alimentaria, en:

<http://www.foodinsight.org/articles/irradiacion-de-alimentos-una-herramienta-mundial-de-inocuidad-alimentaria>

²⁴ OMS, Op.Cit.

²⁵ Cova María Constanza, "Irradiación de Alimentos", en: <http://caebis.cnea.gov.ar/aplicaciones/alim/lrra1.html>

son generados por máquinas usando electricidad común y pueden ser encendidos y apagados con sólo presionar un interruptor. Los haces de electrones permiten un procesamiento extremadamente rápido y efectivo en función del costo, pero en algunos casos sacrifican la profundidad de penetración dependiendo de la densidad del producto. El tratamiento de los alimentos utilizando rayos X o haces de electrones a veces se denomina método de “pasteurización electrónica” o de “irradiación electrónica” porque se obtiene a partir de la electricidad. Independientemente de cuál sea la fuente de energía ionizante, el alimento es tratado mediante su exposición a la fuente de energía durante un período de tiempo preciso. En el caso de los haces de electrones, el alimento es irradiado en sólo unos pocos segundos, mientras que en el caso de los rayos gamma y los rayos X el período de exposición es considerablemente mayor. El alimento nunca está en contacto con la fuente de energía; la energía ionizante sólo penetra en el alimento, pero no permanece en él. Se necesita muy poca energía para destruir las bacterias perjudiciales. En estos niveles, no hay un aumento significativo de la temperatura ni un cambio en la composición. La irradiación no hace que el alimento se vuelva radioactivo ni deja ningún residuo. Los niveles de energía ionizante utilizados para tratar los alimentos para la reducción de patógenos o para su desinfestación se miden en kiloGrays (kGy)²⁶. Una dosis baja a media de menos de 1-10 kGy en general es suficiente para que un producto quede libre de bacterias perjudiciales o insectos como moscas de la fruta, y produce poco o ningún efecto sobre la calidad o el valor nutritivo del producto.²⁷

El Cobalto-60 emite radiaciones gamma, siendo su penetración superior a la de los electrones. Los aceleradores de electrones son máquinas que pueden desconectarse cuando se desea interrumpir el uso; se emplean principalmente para irradiar grandes volúmenes de alimentos que puedan circular frente al haz de electrones sobre cintas móviles, en espesores no mayores de 5-10 centímetros: granos; pastas cárnicas (pollo triturado). No usan elementos radiactivos, por lo tanto, los requerimientos de seguridad en ambos tipos de instalaciones son distintos.(Cova)²⁸

²⁶ El Gray (símbolo Gy) es una unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades que mide la dosis absorbida procedente radiaciones ionizantes por un determinado material. Un gray es equivalente a la absorción de un julio de energía por un kilogramo de masa de material irradiado. Esta unidad se estableció en 1975. Fue nombrada así en honor al físico inglés Louis Harold Gray.

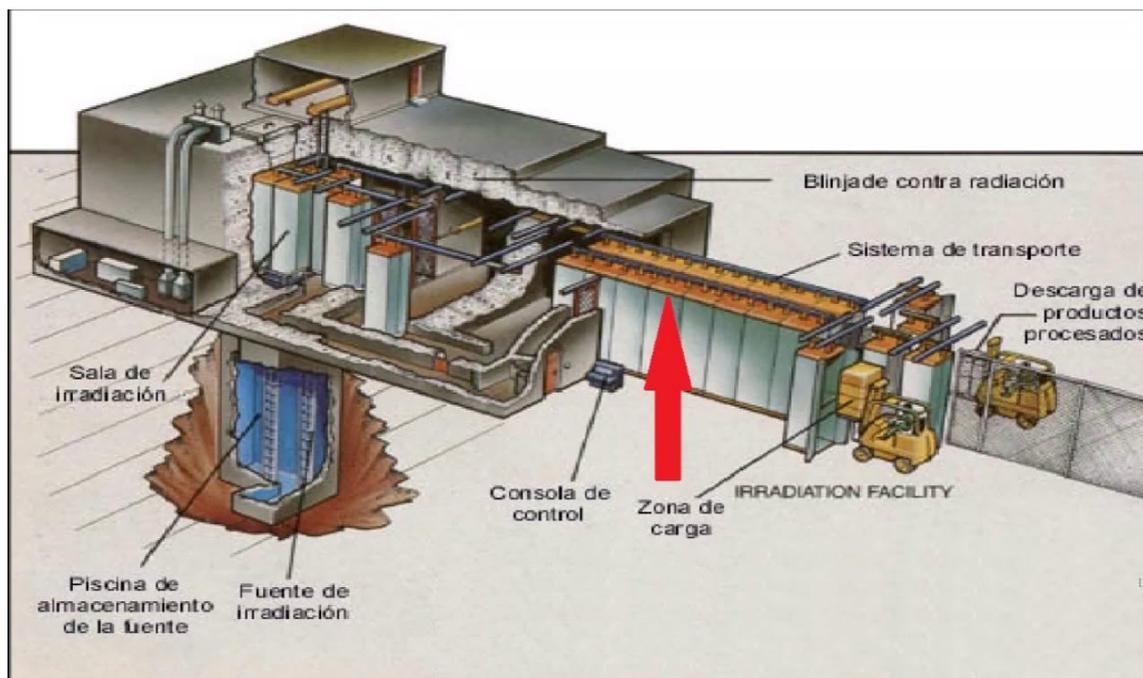
²⁷ Irradiación de alimentos: Una herramienta mundial de inocuidad alimentaria, en: <http://www.foodinsight.org/articles/irradiacion-de-alimentos-una-herramienta-mundial-de-inocuidad-alimentaria>

²⁸ Cova María Constanza, “Irradiación de Alimentos”, en: <http://caebis.cnea.gov.ar/aplicaciones/alim/lrra1.html>

A las Instalaciones de irradiación se las denominan plantas de Cobalto-60, éstas constan básicamente de una sala de irradiación, una piscina de almacenamiento, un sistema transportador, una consola de control, y depósitos que separan el material irradiado del sin irradiar. La sala de irradiación es una cámara central de paredes de hormigón gruesas y puertas diseñadas especialmente para impedir la liberación de radiactividad. Los dispositivos de interbloqueo y alarma impiden que la fuente de radiación se eleve mientras las puertas no estén completamente cerradas. La piscina de almacenamiento es el lugar donde se encuentran las fuentes radiactivas de Cobalto-60 mientras no se está tratando nada. El agua actúa de blindaje contra la energía radiactiva, protegiendo a los operadores cuando tienen que entrar en la sala. El sistema transportador sirve para desplazar automáticamente los alimentos dentro y fuera de la cámara de irradiación. Los productos pasan por el campo de irradiación dentro de la cámara a una velocidad controlada con precisión para absorber la cantidad de energía necesaria para el tratamiento. Después del tratamiento, pueden manipularse inmediatamente. Desde la consola de control, fuera de la cámara de irradiación, operadores capacitados controlan electrónicamente la fuente de irradiación y el tratamiento de los productos. Todas las instalaciones de irradiación deben tener una licencia, y son inspeccionadas periódicamente por el organismo gubernamental correspondiente. La seguridad de los trabajadores depende además de procedimientos de operación estrictos y de una capacitación adecuada.²⁹

²⁹ http://www2.cnea.gov.ar/aplicaciones_nucleares/irradiacion_de_alimentos.php

Imagen N°1: "Modelo de Fábrica de Irradiación Cobalto 60".³⁰



Fuente: <http://industriacarnica2010.blogspot.com.ar/>

Las instalaciones de irradiación de alimentos varían en lo relativo al diseño y a la disposición física según el uso a que se destinen, pero esencialmente existen dos tipos: el de irradiación «en tandas» y el de irradiación «continua». En el primero, se irradia una cantidad determinada de alimentos durante un período de tiempo preciso. A continuación, la cámara en que se irradia el alimento se descarga para cargar otra tanda e irradiarla. En las instalaciones de irradiación continua, el alimento atraviesa la cámara a una velocidad controlada y calculada para garantizar que todo él recibe exactamente la dosis³¹ prevista. Las instalaciones de irradiación por tandas son más sencillas de proyectar y de manejar que las de irradiación continua, y también son más flexibles. Puede emplearse una gama más amplia de dosis y se adaptan bien a la experimentación. Las instalaciones de irradiación continua, en cambio, se prestan mejor al tratamiento de grandes cantidades de producto, especialmente cuando se trata un solo alimento a una dosis dada. La industria alimentaria suele preferir estas últimas en parte porque permiten hacer una economía apreciable.

³⁰ Una fábrica de Irradiación Industrial para alimentos está formada por una sala de paredes de concreto de 2m de espesor, la cual contiene la fuente (cobalto 60). Un sistema de transporte automático mueve los productos dentro de la sala de irradiación y luego los retira. Cuando el personal ingresa a la sala de irradiación, la fuente, es sumergida al fondo de una piscina donde el agua absorbe la energía de la radiación y protege al personal.

³¹ La dosis de radiación, es decir, la cantidad de energía absorbida por el alimento, es el factor más importante en la irradiación. A menudo, para cada tipo distinto de alimento hay que emplear una dosis concreta si se quiere conseguir un resultado determinado.

Tanto las máquinas generadoras de energía como los radionucleidos deben instalarse en una cámara blindada especialmente diseñada para impedir la exposición del personal a la radiación. La máquina es más fácil de manejar como fuente de energía, pues puede desconectarse cuando el personal ha de entrar en la cámara para cargar el producto o para llevar a cabo tareas de reparación y mantenimiento. Cuando la fuente de energía es un radionucleido, la radiación se produce continuamente; no es posible desconectar.³²

Tanto si la fuente es una máquina como si es un radionucleido, el funcionamiento de la instalación se guía y se controla mediante mandos exteriores a la cámara.

La mayoría de las plantas de irradiación de alimentos funcionan en un lugar fijo. Sin embargo, hay casos en los que resulta útil un irradiador móvil. Por ejemplo, los alimentos

de temporada pueden estar disponibles para el tratamiento en una región determinada sólo durante un tiempo limitado. En esos casos, puede ser preferible llevar el irradiador hasta el producto que el producto hasta la planta.



Además, puede haber casos en los que un irradiador móvil³³ sirva para mejorar la eficacia de la irradiación. Con ciertos mariscos, por ejemplo, la irradiación debe llevarse a cabo tan pronto como sea posible después de la captura. Si hay otros factores que determinan un largo intervalo entre la cosecha y el procesamiento, una instalación *in situ* y móvil puede constituir la mejor solución.(OMS, 1989)³⁴

Fuente:http://caebis.cnea.gov.ar/IdEN/CONOC_LA_ENERGIA_NUCX/CAPITULO_4_Difusion/LA_TECNOLOGIA_NUCLEAR/Irradiador_movil.htm

³² Es necesario, por tanto, habilitar un lugar de almacenamiento blindado y separado donde pueda guardarse la fuente cuando el personal haya de entrar en la cámara. Por lo general, se utiliza con este fin un depósito de agua lo bastante profundo para que sirva de blindaje a los rayos gamma cuando se sumerja en él la fuente de radiación.

³³ La CNEA ha diseñado y construido un Irradiador Móvil. Este tipo de irradiador presenta la ventaja de poder ser trasladado a cualquier sitio donde se requieran sus servicios, con el consecuente beneficio derivado del ahorro de tiempo de traslado y de costo de transporte de los productos a ser procesados, especialmente si se trata de mercaderías perecederas.

³⁴ OMS, Ginebra, 1989, LA IRRADIACION DE LOS ALIMENTOS Una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos, en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/36940/1/9243542400_spa.pdf

La dosis de radiación, es decir, la cantidad de energía absorbida por el alimento, es el factor más importante en la irradiación. A menudo, para cada tipo distinto de alimento hay que emplear una dosis concreta si se quiere conseguir un resultado determinado. Si la cantidad de radiación empleada es inferior a la dosis apropiada, puede que no se consiga el efecto buscado. Recíprocamente, si la dosis es excesiva, el producto puede quedar tan deteriorado que deje de ser aceptable.

La unidad de dosis absorbida se denomina gray (Gy) y se define como la energía media comunicada por la radiación ionizante a la materia por unidad de masa.³⁵ Actualmente, la dosis de radiación recomendada por la Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius para la irradiación de alimentos no excede de 10 000 grays, cifra que en general se expresa como 10 kGy. En realidad, se trata de una cantidad muy pequeña de energía.³⁶ Con esta pequeña cantidad de energía, no es de extrañar que un alimento se altere poco por el proceso de irradiación ni que el que reciba esta cantidad de radiación se considere apto para el consumo humano.(OMS, 1989)³⁷

Los tipos de radiación utilizados para procesar alimentos son la radiación gamma, los rayos X y los electrones acelerados. Los radioisótopos emisores de radiación gamma normalmente utilizados para el procesamiento de alimentos son el cobalto 60 (⁶⁰Co) y el cesio 137 (¹³⁷Cs).³⁸

Se llama irradiación a bajas dosis cuando se aplica una dosis de hasta un kGy y cuyo efecto es la inhibición de brotes de los bulbos y la inactivación de parásitos o plagas. Se habla de irradiación a dosis medias cuando se aplican entre uno y diez kGy. En este caso, se produce una disminución importante del contenido patógeno y se reduce considerablemente la posibilidad de enfermedad por contaminación bacteriana. Finalmente, es irradiación a grandes dosis cuando se aplica una radiación superior a diez kGy y que consigue la esterilidad total. Por lo que respecta a la legislación vigente en la UE, sólo se permite la irradiación de hierbas aromáticas secas, especias y condimentos vegetales, siempre y cuando ésta se realice en establecimientos autorizados. (Gimferrer M)³⁹

³⁵ Un Gy equivale a un julio por kilogramo.

³⁶ Equivale a la cantidad de calor necesaria para elevar 2,4 ·e la temperatura del agua.

³⁷ OMS, Ginebra, 1989, LA IRRADIACION DE LOS ALIMENTOS Una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos, en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/36940/1/9243542400_spa.pdf

³⁸ El cesio-137 es el otro radioisótopo emisor de rayos gamma adecuado para la irradiación industrial de productos. Se puede obtener mediante el reprocesamiento de los elementos de combustible nuclear gastados y tiene una vida media de 30 años. Sin embargo, el cesio-137 no se produce en cantidades industriales, por lo que el cobalto-60 se ha convertido en la mejor opción de fuente de radiación gamma; más del 80% del cobalto disponible en el mercado mundial se produce en Canadá. Otros productores son Rusia, China, India y Sudáfrica.

³⁹ Gimferrer Morato Natalia, Radiaciones Ionizantes en los Alimentos, en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2008/11/10/181279.php>

Como se ha mencionado anteriormente, por lo general, es necesaria una dosis mínima. De la finalidad del tratamiento dependerá si hay que irradiar todo elemento de la masa de un alimento. En ciertos casos, es suficiente irradiar la superficie, mientras que, en otros, toda la materia alimenticia ha de recibir la dosis mínima.

Cuadro 2: Dosis necesarias para diversas aplicaciones de la irradiación de alimentos

Tipo de Aplicación	Dosis necesaria (kGy)
Inhibición de la germinación de patatas y cebollas	0,03 - 0,12
Desinfestación ⁴⁰ de insectos de productos en forma de semillas, harinas, frutas frescas y secas, etc.	0,2 - 0,8
Desinfestación de parásitos de la carne y de otros alimentos	0,1 - 3,0
Radurización ⁴¹ de artículos alimenticios, perecederos (frutas, verduras, carnes, volatería, pescado)	0,5 – 10
Radificación ⁴² de carne congelada, volatería, huevos y otros alimentos y piensos	3,0 - 10
Reducción o eliminación de la población microbiana en ingredientes alimenticios secos (especias, almidón, preparados enzimáticos, etc.	3,0 - 20
Radapertización ⁴³ de productos cárnicos, de aves y de pescado	25 – 60

Fuente: La Irradiación de alimentos en Latinoamérica, en:
http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/18/027/18027492.pdf

⁴⁰ Desinfestación: Proceso Físico o químico para la eliminación de parásitos, insectos o roedores, u otros seres vivos que pueden propagar enfermedades y son nocivos para la salud.

⁴¹ Radurización: - Proceso de radiación ionizante usado para prolongar la vida de almacenamiento de un producto alimenticio. Las dosis típicas de irradiación para conseguir este tratamiento son de 0,75 a 2.5 KGy. Mediante la radurización con dosis de 1 a 4 KGy se puede prolongar del doble al séxtuplo la duración de la vida útil de los alimentos marinos, de las hortalizas y de las frutas.

⁴² Radificación: Se refiere a la reducción del número de microorganismos patógenos viables específicos, exceptuados los virus, de forma que no se detectan ninguno por cualquier método convencional. Las dosis típicas de irradiación para conseguir este tratamiento son de 2,5 a 10 KGy.

⁴³ Radapertización: Equivalente a *esterilización por radiación* o a *“esterilidad comercial”*, tal como ésta se entiende en la industria de conservas enlatadas. Las dosis típicas de irradiación para conseguir este tratamiento son de 30 a 40 KGy.

Todo tipo de tratamiento de alimentos implica un aumento en su costo. En el caso de la irradiación éste se estima en centavos por kilo, lo cual es competitivo con el de otros tratamientos y en algunos casos resulta aún menos costoso. La construcción de una instalación gamma de irradiación de alimentos implica inversiones que oscilan entre uno y cuatro millones de pesos, cantidades comparables a las correspondientes a las instalaciones de tratamiento de alimentos mediante otras tecnologías por ejemplo esterilización de alimentos líquidos a muy alta temperatura (Cova)⁴⁴

Se ha calculado que el costo de la irradiación de alimentos representa entre US\$ 0,02 y US\$ 0,40 por kilogramo. Este margen tan amplio se debe a las numerosas variables que intervienen en cualquier operación de irradiación. Entre ellas figuran la dosis de irradiación empleada, el volumen y el tipo de producto que se irradia, el tipo y el rendimiento de la fuente de radiación, el hecho de que la instalación se dedique a uno o a varios productos alimentarios, el costo del transporte de los alimentos hasta el irradiador, y desde éste al lugar de origen, el envasado especial del alimento y el costo de los tratamientos suplementarios (congelación o calentamiento). No obstante, fundándose en los conocimientos adquiridos en las actividades de investigación y desarrollo así como en la práctica, cabe pensar que las ventajas que ofrece la irradiación hacen que su costo sea realmente competitivo (OMS, 1989).⁴⁵

Cualquier tipo de tratamiento que se realice en los alimentos va a implicar un aumento en los costos del mismo. En el caso de la irradiación, éste se estima en centavos por kilo, lo cual es competitivo con el de otros tratamientos, y en algunos casos, resulta aún menos costoso. La construcción de una instalación de irradiación de alimentos involucra inversiones que oscilan entre uno y tres millones de pesos, cantidades comparables a la instalación de otras tecnologías para tratamiento de alimentos. (Suárez, 2001)⁴⁶

⁴⁴ Cova María Constanza, "Irradiación de Alimentos", en: <http://caebis.cnea.gov.ar/aplicaciones/alim/Irra1.html>

⁴⁵ OMS, Ginebra, 1989, LA IRRADIACION DE LOS ALIMENTOS Una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos, en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/36940/1/9243542400_spa.pdf

⁴⁶ Suárez, Rodrigo, Conservación de alimentos por irradiación Invenio, vol. 4, núm. 6, junio, 2001, pp. 85-124

Esta tecnología ha sido aprobada y respaldada por organismos internacionales encargados de velar por la salud de la población, tales como la FAO/OMS, el Comité Científico de la Alimentación (SCF) de la Comisión Europea y la FDA (Food and Drug Administration).⁴⁷ 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 evolucionadamente, 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. La irradiación de alimentos se ha aprobado en 33 países para unos 30 productos alimentarios y la lista no deja de crecer.

Argentina aún autoriza “por producto”. El Código Alimentario Argentino (CAA), en su artículo 174 del año 1988, legisla sobre los aspectos generales (véase Anexo); 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. El Comité Científico de la Unión Europea sin embargo aprobó la expansión 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.

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”. (Cova)⁴⁸

⁴⁷ Alimentos Irradiados: Información sobre el tratamiento con energía ionizante, en: <https://www.sernac.cl/66505/>

⁴⁸ Cova, Op. Cit.

Imagen N°2. Símbolo "Radura"⁴⁹



Fuente:<http://www.nutrinfo.com>

En nuestro país, el Código Alimentario Nacional, en su artículo 174 autoriza el proceso de irradiación en forma general, y requiere autorización producto por producto: autorizando hasta el momento irradiar: papa, ajo, cebolla, frutillas, especias (que se introducen como aditivos en otros productos, por ejemplo chacinados) y condimentos, vegetales deshidratados, champiñones y espárragos frescos, hongos comestibles, frutas secas y desecadas.

Para exportación se han realizado irradiaciones de diversos productos en las dos instalaciones que existen en el país: la del Centro Atómico Ezeiza, que funciona desde 1983 para alimentos, y la de IONICS (en Pacheco) desde 1989: cacao en polvo, suero bovino desecado, hígado desecado huevo desecado o congelado, especias, vegetales deshidratados, extracto de carne, polen harina de soja, hierbas para infusiones.⁵⁰

Actualmente, la legislación de 39 países autoriza el consumo de diversos alimentos irradiados en el mundo con alrededor de 70 plantas de irradiación autorizadas. Estas instalaciones son en su gran mayoría de Co60 y el resto, aceleradores de electrones (países que carecen de reservas de energía atómica). Los principales países que aplican la tecnología en volúmenes decrecientes son: Ucrania, China, EE.UU., Sudáfrica, Holanda, Japón, Hungría, Bélgica, Indonesia, Francia, México, Canadá, Brasil, Croacia, India, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Israel, Irán, Inglaterra, Corea, Noruega, Tailandia, Argentina y Chile.(Suarez,2001)⁵¹

⁴⁹ Debe aparecer impreso en verde en el etiquetado de los productos alimenticios tratados por irradiación.

⁵⁰ Cámara de diputados, PROYECTO DE DECLARACIÓN, en: <https://www.hcdiputados-ba.gov.ar/proyectos/08-09d20780>.

⁵¹ Suárez, Rodrigo , Conservación de alimentos por irradiación, vol. 4, núm. 6, junio, 2001, pp. 85-124

Tabla N° 2 .Productos alimenticios cuya irradiación está permitida en varios países y por la OMS.

Productos	Objetivo	Dosis en KGy	Países
Patatas	Inhibición de grillones	0.1-0.15	17
Cebollas	Inhibición de grillones	0.1-0.15	10
Ajos	Inhibición de grillones	0.1-0.15	2
Champiñones	Inhibición de grillones	2.5 máx.	1
Trigo, harina de trigo	Desinfección de insectos	0.2-0.75	4
Frutas desecadas	Desinfección de insectos	1	2
Semillas de cacao	Desinfección de insectos	0.7	1
Concentrados de alim. secos	Desinfección de insectos	0.7-1	1
	Radurización	7 máx.	2
Carne de ave fresca	Radurización	2-2.2	1
Bacalao y pescado rojo	Radurización	8-10	1
Especias / Condimentos	Radurización	6-8	1
Carnes semiconservadas	Radurización	2.5	6
Frutas frescas ⁵²	Radurización	2	1
Espárragos	Radurización	6-8	1
Carnes crudas	Radurización	1.5 máx.	1
Filetes de bacalao	Radurización	3-6	2
Canales de aves evisceradas	Radurización	0.5-1	1
Camarones	Radurización	8	1
Prod. cárnicos culinarios	Radapertización	25 mín.	2
Comidas congeladas	Radapertización	25 mín.	1
Alimentos enlatados			

Fuente: Suárez, Rodrigo , Conservación de alimentos por irradiación, vol. 4, núm. 6, junio, 2001, pp. 85-124

⁵² Incluye tomates, melocotones, fresas, etc

CAPÍTULO III:

*“RAZONES PARA EL USO DE LA IRRADIACIÓN
DE ALIMENTOS Y ACEPTACIÓN DE LOS CONSUMIDORES”*



Muchas de las aplicaciones prácticas de la irradiación de alimentos tienen que ver con la conservación. La irradiación inactiva los organismos que descomponen los alimentos, en particular las bacterias, los mohos y las levaduras. Es muy eficaz para prolongar el tiempo de conservación de las frutas frescas y las hortalizas porque controla los cambios biológicos normales asociados a la maduración, la germinación y, por último, el envejecimiento. Así, la irradiación retrasa la maduración de los plátanos verdes, inhibe la germinación de las patatas y las cebollas e impide que verdeen las endibias y las patatas blancas. La radiación también destruye los organismos causantes de enfermedades, inclusive los gusanos, parásitos y los insectos que deterioran los alimentos almacenados.(OMS, 1989)¹ Libra de microorganismos patógenos, sin introducir sustancias extrañas ni hacer que el producto pierda su calidad de fresco. Reduce o evita el uso de fumigantes y conservadores químicos. Al prolongar la vida útil, permite llegar a mercados más distantes. Por mejorar la calidad sanitaria, permite alcanzar mercados de altas exigencias. Mejora la calidad de la alimentación, brindando la posibilidad de que pacientes inmunocomprometidos puedan diversificarla, con seguridad microbiológica y mínimas alteraciones nutricionales y sensoriales.²

Al igual que otras formas de tratamiento de alimentos, la irradiación produce en éstos algunos cambios químicos útiles. Por ejemplo, ablanda las legumbres (habas y judías), y con ello acorta el tiempo de cocción. También aumenta el contenido de jugo de las uvas y acelera la desecación de las ciruelas. Los estudios realizados desde los años cuarenta demostraron las ventajas de la irradiación de los alimentos pero también revelaron sus limitaciones y pusieron de manifiesto ciertos problemas. Por ejemplo, puesto que la irradiación tiende a ablandar algunos alimentos, en especial las frutas, la dosis que puede usarse es limitada. Además, algunos alimentos irradiados adquieren un sabor desagradable. Este problema puede evitarse en el caso de las carnes si se irradian mientras están congeladas. No obstante, aún no se ha encontrado método alguno para impedir la aparición de un «regusto» en los productos lácteos irradiados. En algunos alimentos, el problema del sabor puede evitarse empleando cantidades inferiores de radiación. La pequeña cantidad de radiación necesaria para destruir la *Trichinella spiralis* en el cerdo, por ejemplo, no altera el

¹ OMS, Ginebra, 1989, LA IRRADIACION DE LOS ALIMENTOS Una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos, en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/36940/1/9243542400_spa.pdf.

² Cámara de diputados, Proyecto de Declaración, en: <https://www.hcdiputados-ba.gov.ar/proyectos/08-09d20780>.

sabor de la carne. Es un arma eficaz en la batalla contra la pérdida evitable de alimentos y las enfermedades transmitidas por ellos.³

Las aplicaciones de la Irradiación de Alimentos se pueden agrupar en tres categorías, dependiendo de la dosis aplicada.

Cuadro N 1 .Clasificación de la OMS según la dosis:



Fuente: Adaptado de Narváez, Patricia, Irradiación de Alimentos, en <http://www.nutrinfo.com/Irradiaciondealimentos>

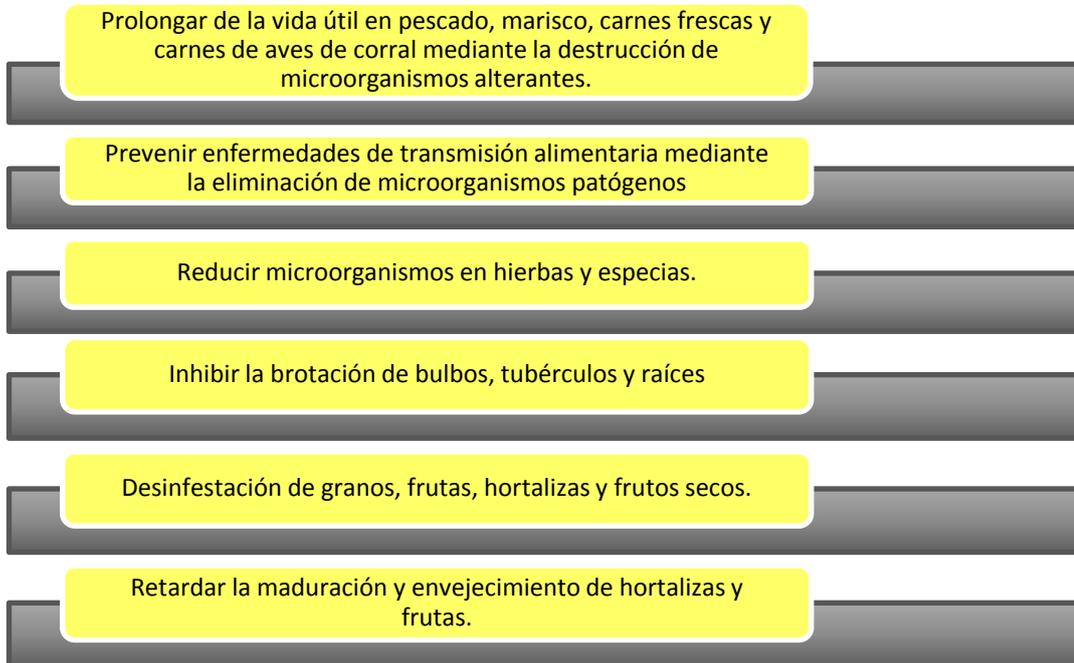
Dosis específicas de radiación destruyen las células en reproducción, lo que está vivo en un alimento: microorganismos, insectos, parásitos, brotes. Por otro lado, la energía ionizante produce poco efecto sobre el producto. Los cambios nutricionales y sensoriales son comparables a los de los procesos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

³ OMS, Op. Cit.

penetración; tratamiento más rápido; no requiere aireación posterior, no deja residuos. (Narváez)⁴

Las aplicaciones de este proceso, agrupadas por sus objetivos, se pueden clasificar como:

Diagrama N °1 .Objetivos de la Irradiación.



Fuente: Adaptado de OIEA,⁵
La Irradiación de Alimentos en Latinoamérica, Viena, 1985.

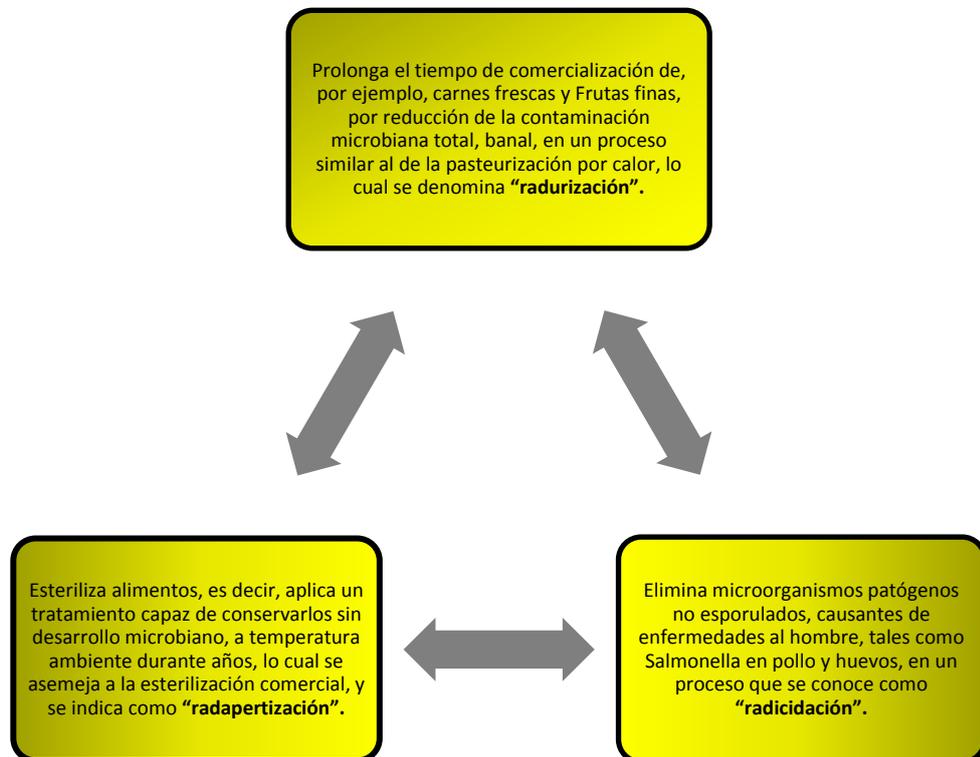
La irradiación no debe confundirse con la contaminación de alimentos por materiales radioactivos, los cuales emiten radiaciones que pueden dañar la salud de la población expuesta a las mismas. La irradiación de alimentos no puede producir radiación inducida en los alimentos a las dosis que se aplican en la práctica porque aunque sean de alta energía no es lo suficientemente intensa como para provocar los cambios necesarios en el núcleo atómico. Tampoco causa cambios químicos nocivos. La radiación a dosis máximas de 10 KGy puede ocasionar pérdidas parciales de nutrientes y algunas modificaciones de las propiedades sensoriales pero no más que

⁴ Narváez, Patricia, Irradiación de Alimentos, en : <http://www.nutrinfo.com/Irradiaciondealimentos>

⁵ El Organismo Internacional de Energía Atómica. Es el principal foro mundial de cooperación científica y técnica en el uso pacífico de la tecnología nuclear.

otros métodos de procesado que se aplican habitualmente, como el cocinado, pasteurización, esterilización, etc.⁶

Diagrama N° 2 . Beneficios de la Irradiación de Alimentos.



Fuente: Adaptado de OIEA,
La Irradiación de Alimentos en Latinoamérica, Viena, 1985.

Ciertamente, el más importante beneficio es la mayor calidad microbiológica que ofrecen estos alimentos, ya que el proceso destruye patógenos problemáticos⁷ desde el punto de vista de la salud pública. 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 disminuyendo 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

⁶Aplicación de Radiaciones Ionizantes en los Alimentos, en : http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/RADIACIONES_IONIZANTES_ALIMENTOS.pdf

⁷ *Salmonella*, *E. coli* O157:H7, *Campylobacter*, *Listeria monocitogenes*, *Trichinella spiralis*, etc.

compuestos químicos. Un típico ejemplo es el uso de fumigantes en las especias y condimentos, que luego dejan residuos tóxicos en el producto. (Narváez)⁸

Con respecto a las Propiedades Organolépticas, los cambios químicos que produce la radiación en los alimentos pueden repercutir en el sabor. El alcance de esos efectos depende principalmente del tipo de alimento irradiado, de la dosis de radiación y de varios factores, por ejemplo la temperatura durante el proceso de irradiación. Algunos alimentos reaccionan desfavorablemente incluso a dosis bajas de radiación. La leche y algunos productos lácteos figuran entre los alimentos más sensibles. Con dosis tan bajas como 0,1 kGy, la leche adquiere un regusto que la mayoría de los consumidores encuentra inaceptable. La elevada dosis de radiación necesaria para esterilizar se ha relacionado con cambios de sabor desagradables en la carne. Al parecer, el cambio se produce más en la parte magra que en la grasa. La irradiación produce un regusto más acusado en los cortes magros de carne que los cortes con un contenido más elevado de grasa. El regusto es más pronunciado inmediatamente después de la irradiación y decrece o desaparece durante el almacenamiento o después de cocinar el producto. También se ha observado que la carne irradiada a baja temperatura tiende menos a cambiar de sabor y de color. (OMS, 1989)⁹

Utilizando la dosis adecuada de radiación, pueden mantenerse las propiedades organolépticas en gran medida; sin embargo, al aplicar dosis elevadas, se producen en el alimento, modificaciones del sabor, color y textura que pueden hacer al alimento inaceptable para el consumo. 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. (Narvaez)¹⁰

⁸ Narváez, Op.Cit.

⁹ OMS, Ginebra, 1989, LA IRRADIACION DE LOS ALIMENTOS Una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos, en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/36940/1/9243542400_spa.pdf

¹⁰ Narváez, Patricia Op. Cit.

En cuanto a los 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.(Narvaez)¹¹

Al igual que en otras reacciones químicas producidas por la irradiación, los cambios nutricionales dependen principalmente de la dosis. La composición del alimento y otros factores, como la temperatura y la presencia o ausencia de aire, también influyen en esa pérdida. A dosis bajas (hasta 1 kGy), las pérdidas nutricionales son insignificantes. A dosis medias (1-10 kGy), puede producirse cierta pérdida de vitaminas si no se excluye el aire durante la irradiación y el almacenamiento. A dosis altas (10-50 kGy), las técnicas utilizadas para evitar que se modifiquen las características organolépticas (como la irradiación a bajas temperaturas y exclusión de aire durante el tratamiento y el almacenamiento) protegen parcialmente los nutrientes.¹² 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.¹³ Algunas vitaminas (riboflavina, niacina y vitamina D) son bastante resistentes a la irradiación. Otras, como las vitaminas A, B1 E, y K, se destruyen más fácilmente. Apenas se conocen los efectos de la irradiación sobre el ácido fólico, y los datos son contradictorios en lo relativo a los efectos de la irradiación en la vitamina C de la fruta y las hortalizas. En análisis químicos y estudios de alimentación en animales se ha demostrado que el valor nutricional de las proteínas apenas se ve afectado por la irradiación, ni siquiera a dosis elevadas. También quedó demostrado que son mínimos los efectos de la radiación en otros nutrientes. (Narváez)¹⁴

¹¹ Narváez, Patricia Op. Cit.

¹² Comité mixto FAO, OIEA, OMS, "La Comestibilidad de los Alimentos Irradiados", en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/41212/1/WHO_TRS_659_spa.pdf

¹³ Narváez, Patricia Op. Cit.

¹⁴ OMS, Op. Cit.

En lo que respecta a los consumidores siempre tienden a asumir una actitud prudente en cuanto a la aceptación de cualquier tecnología nueva. Esto se observó claramente cuando se introdujeron en el mercado, por ejemplo, la pasteurización de la leche o las conservas enlatadas. Sin embargo, cuando al consumidor se le proporciona información exacta y objetiva, su disposición suele ser favorable. En las numerosas pruebas de mercado y consumo realizadas en todo el mundo con alimentos irradiados así rotulados, puestos a la venta junto con alimentos no irradiados, los consumidores compraron gustosamente los irradiados y en numerosos casos expresaron su preferencia por éstos, aún si el precio era ligeramente superior. Esto se comprobó también en pruebas de mercado realizadas en Argentina por la Universidad Nacional del Sur, la cooperativa CORFO, y CNEA en supermercados de Buenos Aires y Bahía Blanca con ajo y cebollas irradiados. (Cova)¹⁵

El consumidor suele asociar, de forma equívoca, la irradiación con un producto radiactivo. Diferentes organizaciones de consumidores han criticado duramente la decisión de la Administración de Alimentos y Medicamentos de EE.UU. (FDA) de autorizar que algunos productos como las espinacas o lechugas iceberg puedan someterse a radiación con el fin de eliminar los microorganismos. Según estas organizaciones, la irradiación podría reducir el valor nutricional de los alimentos, disminuir su sabor o crear nuevos compuestos químicos con riesgos para la salud. Sin embargo, las agrupaciones de productores que, a su vez, son también consumidores, defienden esta decisión. Para ellos, la irradiación es un método mucho más económico y eficaz, por lo que piden a la Administración que aumente todavía más el abanico de productos a los que se puede aplicar. Algunos expertos, como Robert Brackett ¹⁶ consideran que permitir esta técnica es, posiblemente, "una de las medidas más importantes de los últimos años en seguridad alimentaria". El Gobierno estadounidense permite desde hace tiempo tratar con radiación la carne de ternera y ave, huevos, ostras y especias. Con todo, la presencia de estos productos en el mercado es muy reducida ya que las autoridades exigen que figure en el etiquetado que han sido irradiados, condición que frena a los consumidores, que en ocasiones asocian la técnica a un producto radiactivo. Hay que tener en cuenta que este tratamiento sólo se aplica al alimento y no llega ningún tipo de irradiación al consumidor. (Gimferrer)¹⁷ Los empresarios, por su parte, mantienen el deseo de ser los segundos en lanzarse y evitar dar el primer paso y reclaman ayudas para facilitar el

¹⁵ Cova, Op. Cit.

¹⁶ Científico responsable de la Asociación de Productores de Comestibles estadounidense.

¹⁷ Gimferrer Morato Natalia, Radiaciones Ionizantes en los Alimentos, en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2008/11/10/181279.php>

etiquetado, como cambiar el nombre a «pasterización en frío» y que no fuera obligatorio indicar el símbolo de alimento irradiado. (Capellas, 2001) ¹⁸

Si bien la irradiación de alimentos ha sido aprobada por la autoridad sanitaria de alrededor de 40 países y se está utilizando activamente con fines comerciales, existe desconocimiento de su técnica y temor de los consumidores frente a los procesos relacionados con la energía nuclear. Se deben dejar de lado dichas aprensiones, ya que la demostración de su inocuidad está respaldada por décadas de investigación, que aseguran que la irradiación de los alimentos hasta una dosis media global de 10 kGy no crea problemas especiales de orden nutricional o microbiológico, sin que existan a la fecha estudios científicos que demuestren lo contrario. La principal resistencia a la irradiación de alimentos se observa en Europa, producida no por evidencias científicas sino por motivos de desconfianza, tanto de los consumidores como de las empresas alimentarias, reacias al uso de una tecnología que, en su opinión, podría influir negativamente en el comportamiento de compra.

En el mercado nacional, los productos alimenticios envasados en cuyas etiquetas aparece declarada la utilización de energía ionizante son algunas marcas de hierbas para infusión y de especias o condimentos. Otros alimentos nacionales que también son irradiados en instalaciones de la Comisión Chilena de Energía Nuclear son papas, cebollas, pulpas de fruta, espárragos y tomates, y también productos de exportación como camarones y langostinos congelados.¹⁹

En los últimos años se han llevado a cabo un gran número de estudios sobre la aceptabilidad de alimentos irradiados por los consumidores, mayoritariamente en Estados Unidos. De entre los consumidores, los varones, a mayor grado de educación, y de entre, ellos aquellos con mayores ingresos y residentes en áreas no urbanas constituían el grupo de población con mayor inclinación a consumir productos irradiados. La población de mayor edad y la de color expresó un mayor grado de desconfianza en estas prácticas de producción. Los grupos con menores ingresos económicos y menor grado de estudios son los más preocupados. En general las mujeres se preocupan más que los hombres. Al consumidor le cuesta entender por qué deben irradiarse los alimentos cuando el mismo alimento sin irradiar puede estar también presente en el mercado. Al parecer, los consumidores están más preocupados por la seguridad de los operarios de las plantas de irradiación que por que los alimentos se vuelvan radioactivos tras el tratamiento. Los consumidores

¹⁸ Capellas, M., Guarnís, B y Sendra, E., "Alimentos irradiados", *Arbor* CLXVIII, 661 (Enero 2001), 129-153 pp.

¹⁹ Alimentos Irradiados, Información sobre el tratamiento con energía ionizante, en: <https://www.sernac.cl/66505/>

confiesan no conocer mucho sobre la irradiación de alimentos y es el concepto *radiación* lo que les asusta. Prefieren la palabra irradiación a radiación, a esta segunda le encuentran más connotaciones negativas y creen que en cuanto se familiaricen con el etiquetado, el logo de alimento irradiado llegará a ser suficiente. Piensan que es una tecnología muy nueva de la que no hay suficientes estudios y que no tiene todos los problemas solucionados, y tarde o temprano alguien puede cometer un error y algo puede salir mal. Desconocen que la irradiación, a las dosis permitidas, no induce radioactividad en los alimentos y que no provoca cáncer.

Desafortunadamente, las nuevas tecnologías (irradiación y biotecnología) están mediatizadas, un 87% de la población americana cree todo lo que los medios de comunicación dicen acerca de seguridad alimentaria. La mayoría de estudiosos del tema coinciden en que, con el tiempo, el conocimiento de las ventajas económicas y la clara superioridad tecnológica de la irradiación llevará a la aceptación de este proceso por el consumidor y que la correcta información, a ser posible proporcionada por autoridades sanitarias prevalecerá sobre las distorsiones y desinformación originadas por los oponentes a la irradiación de alimentos.²⁰

Es muy difundida la percepción negativa del consumidor sobre los alimentos tratados con irradiación por sobre otros procesos, aunque algunos estudios de la industria indican que el número de consumidores preocupados por la seguridad de los alimentos irradiados ha disminuido en los últimos 10 años a niveles comparables a los de personas preocupadas por conservantes y aditivos alimentarios.(Bruhn ,1995)²¹

²⁰ Capellas, M. Op. Cit.

²¹ Bruhn, Christine M., Consumer Attitudes and Market Response to Irradiated Food, Journal of Food Protection, Volume 58, Number 2, February 1995, pp. 175–181(7).

DISEÑO METODOLÓGICO



El presente trabajo de investigación es cualitativo, exploratorio, de tipo descriptivo y transversal. Es exploratorio debido a que nos permite aproximarnos a fenómenos desconocidos, con el fin de aumentar el grado de conocimiento y en pocas ocasiones estos tipos de estudios constituyen un fin en sí mismos, sino que establecen un punto de partida para investigaciones posteriores y se caracterizan por ser más flexibles en su metodología, son más amplios; se centra en descubrir. Los estudios descriptivos son aquellos que especifican las propiedades importantes de personas, grupos o fenómenos que son sometidos a análisis. Miden independientemente cada variable, aspectos y dimensiones de cada fenómeno a estudiar. Son de carácter observacional, donde no se manipula el elemento de estudio sino que se contempla sus características. Se denomina estudio de tipo transversal a aquel que implica la recogida de datos simultánea en un periodo determinado de tiempo y espacio, en el aquí y ahora. Son considerados de corte transversal ya que se realiza un corte en el tiempo por única vez.

En cuanto al universo-población este estará constituido por los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Nutrición de primero a cuarto año, de la Universidad Fasta.

El tipo de muestreo es no probabilístico, donde los elementos fueron seleccionados por conveniencia. La muestra está conformada por 20 estudiantes de Licenciatura en Nutrición de una universidad

Selección y definición de variables:

- Sexo
- Edad
- Año de cursada en la carrera
- Grado de conocimiento sobre alimentos irradiados
- Fuente de dónde reconoce los alimentos irradiados
- Nivel de Aceptación de los alimentos irradiados
- Percepción de los alimentos irradiados y su relación con la salud

Sexo

- Definición conceptual: Constitución orgánica que distingue hombre de mujer.
- Definición operacional: La referencia de esta variable comprende los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Salud de una Universidad. Los alumnos expresan en la encuesta masculino o femenino.

Edad

- Definición conceptual: Tiempo que ha vivido una persona desde su nacimiento.
- Definición operacional: Tiempo que han vivido los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Salud de una universidad Los participantes expresan su edad en años. El dato se obtiene por un cuestionario on line.

Grado de información acerca de los alimentos irradiados

- Definición conceptual: mayor o menor probabilidad de establecer una correlación entre las opiniones sobre un tema en particular y los conocimientos reales acerca de ese tema.
- Definición operacional: mayor o menor probabilidad de establecer una correlación entre las opiniones vertidas por los entrevistados en relación con los alimentos irradiados y, en concreto, sobre los conocimientos reales acerca de los mismos. De forma, en particular se analiza el grado de información de los estudiantes encuestados de Licenciatura en Nutrición, a través de distintas preguntas, se le indagará sobre las propiedades de dichos alimentos, así mismo, si se los consumiría. .El dato se obtiene por un cuestionario on line

Fuente de dónde reconoce a los Alimentos irradiados

- Definición conceptual: Tipo de instrumento que permite satisfacer la demanda de información sobre el tratamiento que se le da a un alimento empleando radiaciones ionizantes
- Definición operacional: Tipo de instrumento que permite satisfacer la demanda de información a estudiantes de Licenciatura en Nutrición sobre el tratamiento que se le da a un alimento empleando radiaciones ionizantes Se considera Televisión, Radio, Internet, Otros y Ninguno. El dato se obtiene por un cuestionario on line

Nivel de Aceptación de los alimentos irradiados

- Definición conceptual: Grado de aprobación y/o preferencia por su inocuidad y durabilidad de los alimentos irradiados.
- Definición operacional: Grado de aprobación y/o preferencia por su inocuidad y durabilidad de los alimentos irradiados en los estudiantes encuestados de Licenciatura en Nutrición, a través de preguntas específicas para recabar la información. El dato se obtiene por un cuestionario on line

Percepción de los alimentos irradiados y su relación con la salud

- Definición conceptual: Proceso reflexivo y su resultado, por el cual una persona adquiere noción de sus propias cualidades y características en lo que respecta a los alimentos irradiados y su relación con la salud.
- Definición operacional: Proceso reflexivo y su resultado, por el cual estudiantes de Licenciatura en Nutrición adquiere noción de sus propias cualidades y características en lo que respecta a los alimentos irradiados y su relación con la salud. La información se recolectará mediante encuesta de Percepción de Alimentos Radiactivos. El dato se obtiene por un cuestionario on line.

Instrumento de análisis:

Se utilizará una encuesta unitaria de difusión pública, la misma es de realización propia, creada para tal fin y contiene todos los aspectos a evaluar. La decisión de participar es voluntaria.

A continuación se detalla la encuesta:

“Percepción sobre Alimentación Radiactiva”

Se le invita a participar del siguiente trabajo de investigación, el mismo consiste en la realización de una encuesta nutricional, la misma servirá de base para la presentación de mi tesis de grado de Romina Sansevero. Dicha encuesta consiste en la recolección de datos relacionados con el tema arriba enunciado. La misma no provocará ningún efecto adverso hacia su persona, ni implicará ningún gasto económico, pero contribuirá para el desarrollo de dicha investigación. Si usted responde la encuesta es que da su consentimiento.

1. Indique su sexo:

- Femenino
- Masculino

2. Edad: _ _ _ _

3. Año de la carrera que cursó en el 2017: _ _ _ _

4. ¿Qué sabe usted sobre los alimentos Irradiados?

5. ¿Cuál es la fuente desde dónde usted reconoce éstos alimentos?

- Televisión
- Radio
- Internet
- Otras
- Ninguno

6. ¿Consumiría usted alimentos irradiados?

- Si
- No

¿Por qué?

7. Tilde con una x la/s respuesta correcta:

- La Irradiación aumenta la vida útil de varios alimentos frescos ya que retarda la maduración de las frutas pero no evita la germinación.
- Los alimentos irradiados se manejan como cualquier otro alimento perecedero, la irradiación no deja ningún residuo químico en los alimentos, por los que éstos podrían contaminarse después del tratamiento.
- Los cambios en el valor nutritivo de frutas y verduras irradiadas son significativos.
- La irradiación proporciona la más alta protección contra enfermedades alimentarias destruyendo al 99,9% ó más de *E. Coli 0157:H7*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria* y otras bacterias nocivas que puedan estar presentes en alimentos crudos.
- Los alimentos irradiados no cambian perceptiblemente el gusto, la textura ni apariencia, cualquier cambio es tan mínimo que es fácil distinguir si ha sido irradiado.

8. Indique la dosis de radiación empleada en los alimentos irradiados:

- Muy baja
- Baja
- Alta
- Muy alta

9. A continuación se presentan unos enunciados. Indique Verdadero o falso según considere:

- La irradiación no reemplaza a los procedimientos correctos de producción, manipulación e higiene de los alimentos. _ _ _ _
- Esta técnica es ideal para todos los grupos de alimentos. _ _ _ _
- Consiste en exponer la comida a breves dosis de radiación gamma para eliminar sus microorganismos. _ _ _ _
- Este método de conservación puede invertir el proceso de descomposición y hacer que un alimento dañado sea comestible. _ _ _ _
- Constituye una alternativa al uso de sustancias químicas como fumigantes, algunos conservadores e inhibidores de la germinación. _ _ _ _
- La seguridad de los alimentos irradiados se ha evaluado durante más de 30 años y varios organismos nacionales e internacionales respaldan su uso. _ _ _ _
- La irradiación de alimentos se realiza en el envase final del producto, pudiéndose utilizar materiales plásticos y así reducir costos en la materia prima del envase. _
- No es posible combinar este tratamiento con otros métodos de conservación. _ _
- Libera al alimento de microorganismos patógenos, sin introducir sustancias extrañas, ni elevando la temperatura de los mismos. _ _ _ _
- Los alimentos ionizados son estériles. _ _ _ _
- La irradiación no reemplaza a los procedimientos correctos de producción, manipulación e higiene de los alimentos. _ _ _ _
- Esta técnica es ideal para todos los grupos de alimentos. _ _ _ _
- Consiste en exponer la comida a breves dosis de radiación gamma para eliminar sus microorganismos. _ _ _ _
- Este método de conservación puede invertir el proceso de descomposición y hacer que un alimento dañado sea comestible. _ _ _ _

- Constituye una alternativa al uso de sustancias químicas como fumigantes, algunos conservadores e inhibidores de la germinación. _ _ _ _
- La seguridad de los alimentos irradiados se ha evaluado durante más de 30 años y varios organismos nacionales e internacionales respaldan su uso. _ _ _ _
- La irradiación de alimentos se realiza en el envase final del producto, pudiéndose utilizar materiales plásticos y así reducir costos en la materia prima del envase. _
- No es posible combinar este tratamiento con otros métodos de conservación. _ _
- Libera al alimento de microorganismos patógenos, sin introducir sustancias extrañas, ni elevando la temperatura de los mismos. _ _ _ _
- Los alimentos ionizados son estériles. _ _ _ _

10. ¿Hace la Irradiación radiactivos a los alimentos?

Siempre 1 2 3 4 5 Nunca

11. ¿Causa la Irradiación daño a los cromosomas, cáncer, tumores u otros problemas de salud?

- Si
- No

12. La Irradiación de cualquier alimento con dosis de hasta 10 KGy ofrece productos inocuos para la salud:

- Siempre
- Casi siempre
- A veces
- Pocas veces
- Nunca

¡Muchas gracias por colaborar!

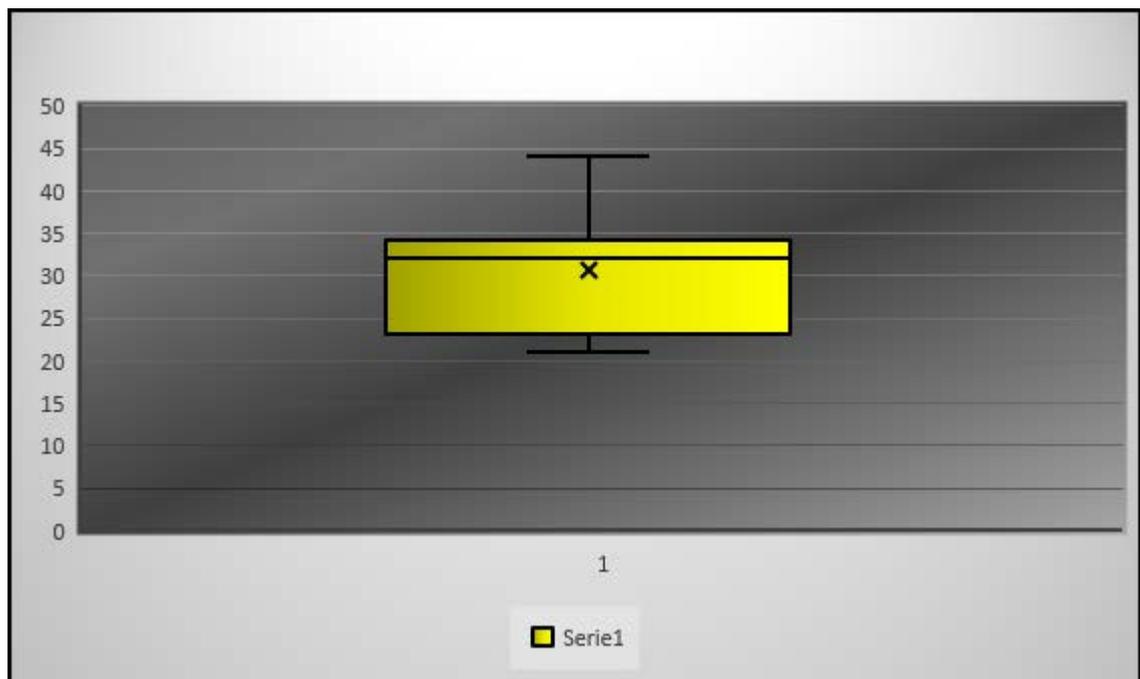
ANÁLISIS DE DATOS



Para la presente investigación se desarrolla un trabajo de campo, el cual consiste en una encuesta realizada a 20 individuos, tanto hombres como mujeres, que estudian la carrera de Licenciatura en Nutrición, en el mes de enero del año 2018. La información que se detalla a continuación es el resultado del análisis del trabajo de campo realizado en la muestra seleccionada.

La distribución etaria de las personas tanto hombres como mujeres que respondieron la encuesta se conformó de la siguiente manera:

Gráfico N°1. Edad

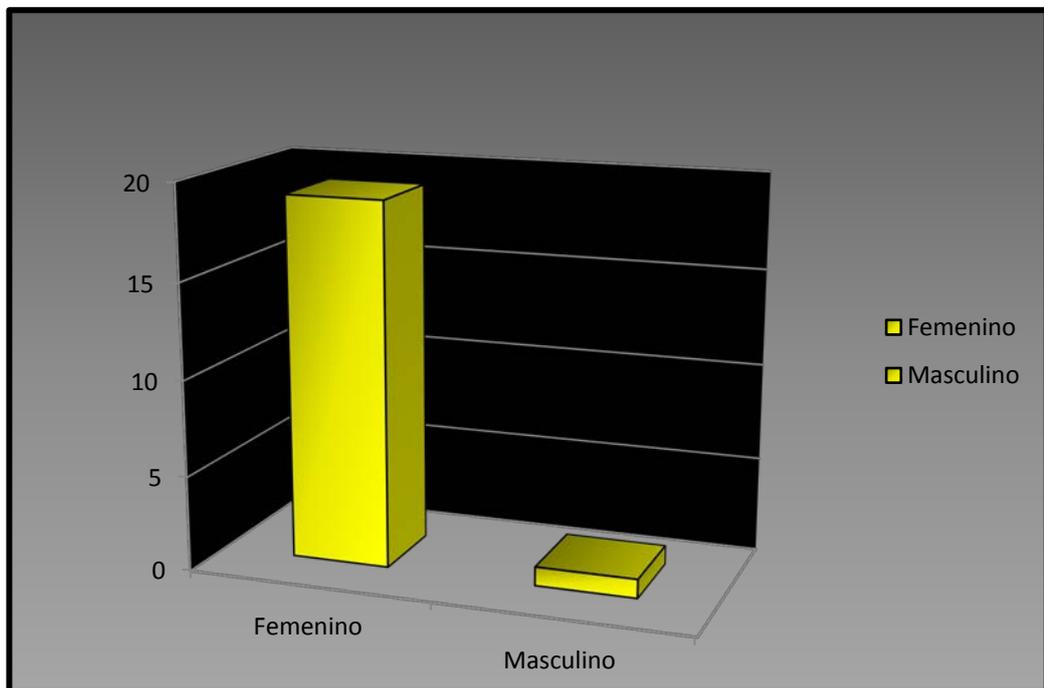


Fuente: Elaboración propia

Al realizar el análisis de la información se observa que la población encuestada tiene una edad comprendida entre los 21 y 44 años, siendo el promedio de edades de 30 años y, la mayor cantidad de alumnos encuestados se encuentran entre los 23 y 33 años.

En la distribución por sexo se detecta que el mayor porcentaje lo representan las mujeres.

Gráfico N°2. Sexo

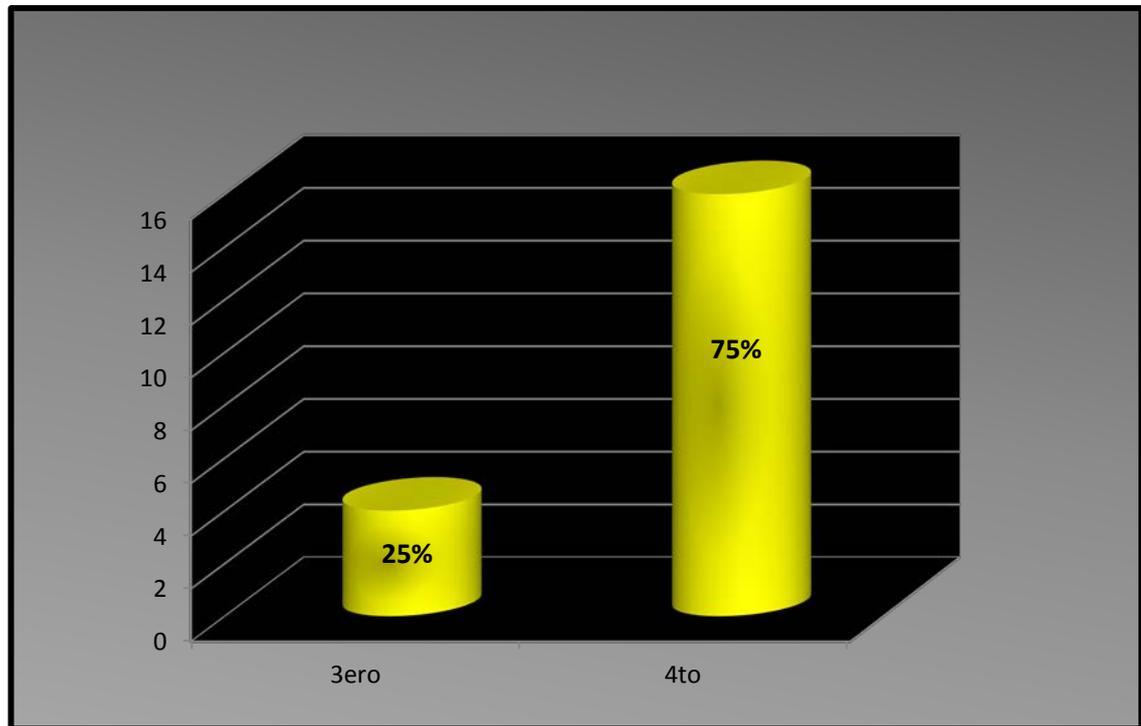


Fuente: Elaboración propia.

Al estudiar la distribución por sexo, se puede observar que el 95 % de la población pertenece al sexo femenino, diecinueve (19) son mujeres y el 5 % al sexo masculino, sólo un (1) hombre, tal como se observa en el gráfico N° 2.

Todos los datos fueron recabados de comisiones del turno mañana y tarde de 3º y 4º año de la Licenciatura en Nutrición.

Gráfico N°3. Año que cursó en el 2017



Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente gráfico se puede observar que de los 20 alumnos de 3ero y 4to año de Licenciatura en Nutrición de la muestra seleccionada, sólo cuatro (4) pertenecen al 3er año y el resto de la población, los dieciséis (16) restantes cursan 4to año. Expresado en porcentajes el 25% pertenecen 3ero y el 75% a 4to.

Gráfico N° 4 .Conocimiento sobre Alimentos Irradiados.

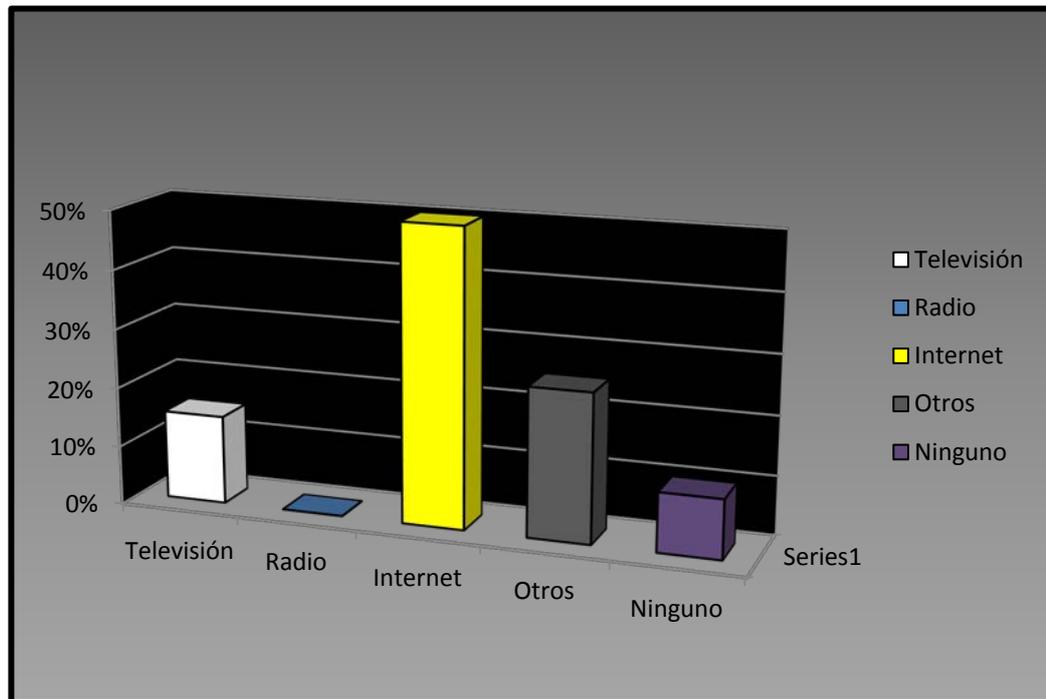


Fuente: Elaboración Propia

Cuando se los interrogó acerca de su conocimiento sobre los alimentos irradiados de los veinte (20) estudiantes de Licenciatura en Nutrición encuestados siete (7) demostraron saber mucho sobre este nuevo método de conservación de alimentos, tres (3) contestaron que sabían suficiente, seis (6) que sabían poco y por último cuatro (4) contestaron que no conocían absolutamente nada sobre el tema.

Dentro del grupo que conocía del tema, la mayoría coincidió en que la irradiación es un método de conservación, que disminuía los microorganismos patógenos y le otorgaba más durabilidad al alimento sin perder sus características organolépticas ni valor nutricional.

Gráfico N° 5. Fuente de dónde reconoce a los Alimentos Irradiados.



Fuente: Elaboración propia.

Entre las fuentes bibliográficas y medios de información los más nombrados en orden decreciente fueron Internet (50%), otras fuentes distintas a las mencionadas en la encuesta (25%), siguió la televisión (15%), ninguna de ellas (10%) y por último la radio que directamente no apareció (0%).

Cabe mencionar en este punto, que aquellos que contestaron esta pregunta (n=20) fueron estudiantes de Licenciatura en Nutrición, en su mayoría de 4to año.

A continuación, se indaga sobre el conocimiento de alimentos irradiados en general, pudiendo registrar los siguientes resultados:

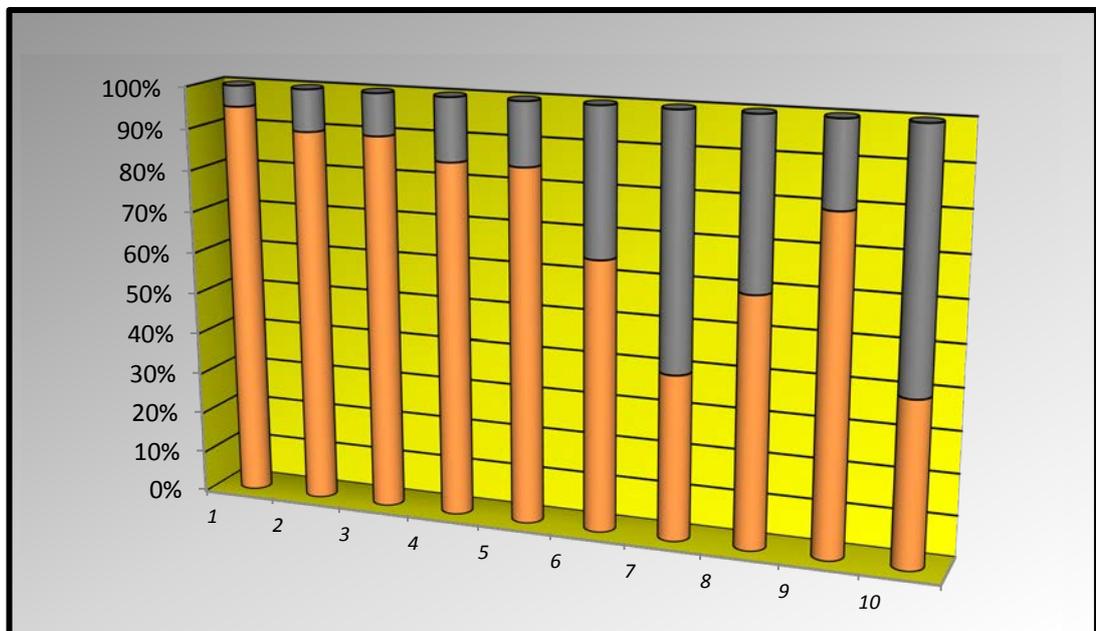
Tabla N°1: Conocimiento de alimentos irradiados, (n=20)

		Respuestas correctas	Respuestas incorrectas
1- La irradiación no reemplaza a los procedimientos correctos de producción, manipulación e higiene de los alimentos	V	19	1
2- Esta técnica es ideal para todos los grupos de alimentos	F	18	2
3- Consiste en exponer la comida a breves dosis de radiación gamma para eliminar sus microorganismos	V	18	2
4- Este método de conservación puede invertir el proceso de descomposición y hacer que el alimento dañado sea comestible	F	17	3
5- Constituye una alternativa al uso de sustancias químicas como fumigantes, algunos conservadores e inhibidores de la germinación	V	17	3
6- La seguridad de los alimentos irradiados se ha evaluado durante más de 30 años y varios organismos nacionales e internacionales respaldan su uso	V	13	7
7- La irradiación de alimentos se realiza en el envase final del producto, pudiéndose utilizar materiales plásticos y así reducir costos en la materia prima del envase	V	8	12
8- No es posible combinar este tratamiento con otros métodos de conservación	F	12	8
9- Libera al alimento de microorganismos patógenos, sin introducir sustancias extrañas, ni elevando la temperatura de los mismos	V	16	4
10- Los alimentos ionizados son estériles	F	8	12

Fuente: Elaboración propia

Dentro del verdadero o falso, y como lo muestra la Tabla n°1, las principales dudas o referencias erróneas, surgieron al momento de contestar si la irradiación de alimentos se realiza en el envase final del producto, pudiéndose utilizar materiales plásticos y así reducir costos en la materia prima del envase y si los alimentos ionizados son estériles, ambas fueron contestadas correctamente sólo por ocho (8) de un total de veinte (20) respuestas. También se pudo observar varias dudas sobre si es posible combinar este tratamiento con otros métodos de conservación esta pregunta fue contestada correctamente por doce (12) estudiantes.

Gráfico N° 6: Conocimiento de alimentos irradiados (n=20)



Fuente: Elaboración Propia

- La pregunta N°1 si la irradiación no reemplaza a los procedimientos correctos de producción, manipulación e higiene de los alimentos tuvo diecinueve (19) respuestas correctas y una (1) incorrecta, como puede observarse en el gráfico N° el 95% contestó correctamente a esta pregunta y sólo el 5% de forma incorrecta. Fue el inciso que mayor acierto en las respuestas mostró.

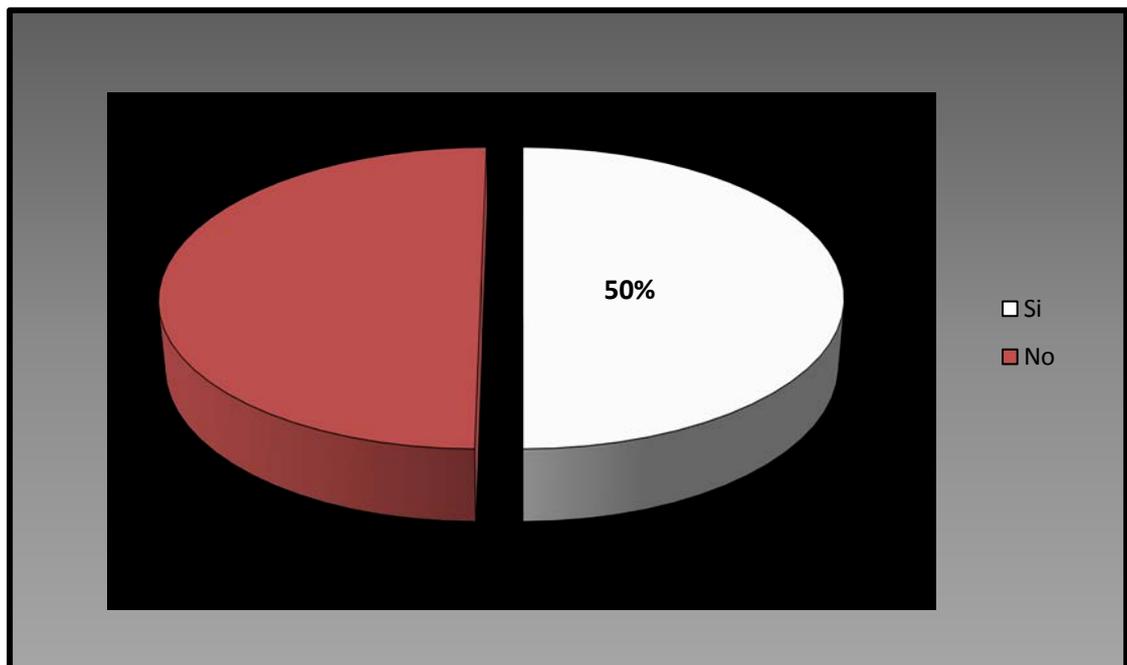
-

- La pregunta N°2 si ésta técnica es ideal para todos los grupos de alimentos tuvo dieciocho (18) respuestas correctas y dos (2) incorrectas, como puede observarse en el gráfico N° el 90% contestó correctamente a esta pregunta y sólo el 10% de forma incorrecta.
- La pregunta N°3 si éste método consiste en exponer la comida a breves dosis de radiación gamma para eliminar sus microorganismos tuvo dieciocho (18) respuestas correctas y dos (2) incorrectas, como puede observarse en el gráfico N° el 90% contestó correctamente a esta pregunta y sólo el 10% de forma incorrecta.
- La pregunta N°4 si éste método de conservación puede invertir el proceso de descomposición y hacer que el alimento dañado sea comestible tuvo diecisiete (17) respuestas correctas y tres (3) incorrectas, como puede observarse en el gráfico N° el 85% contestó correctamente a esta pregunta y sólo el 15% de forma incorrecta.
- La pregunta N°5 si la irradiación constituye una alternativa al uso de sustancias químicas como fumigantes, algunos conservadores e inhibidores de la germinación tuvo diecisiete (17) respuestas correctas y tres (3) incorrectas, como puede observarse en el gráfico N° el 85% contestó correctamente a esta pregunta y sólo el 15% de forma incorrecta.
- La pregunta N°6 si la seguridad de los alimentos irradiados se ha evaluado durante más de 30 años y varios organismos nacionales e internacionales respaldan su uso tuvo trece (13) respuestas correctas y siete (7) incorrectas, como puede observarse en el gráfico N° el 65% contestó correctamente a esta pregunta y el 35% de forma incorrecta.
- La pregunta N°7 si la irradiación de alimentos se realiza en el envase final del producto, pudiéndose utilizar materiales plásticos y así reducir costos en la materia prima del envase tuvo ocho (8) respuestas correctas y doce (12) incorrectas, como puede observarse en el gráfico N° sólo el 40% contestó correctamente a esta pregunta y el 60% de forma incorrecta. Fue una de las preguntas que mayor referencia errónea generó.
- La pregunta N°8 si no es posible combinar este tratamiento con otros métodos de conservación tuvo doce (12) respuestas correctas y ocho (8) incorrectas, como puede observarse en el gráfico N° el 60% contestó correctamente a esta pregunta y el 40% de forma incorrecta. Queda en evidencia que este ítem también generó varias dudas y referencias erróneas sobre el tema.
- La pregunta N°9 si la irradiación libera al alimento de microorganismos patógenos, sin introducir sustancias extrañas, ni elevando la temperatura de los mismos tuvo dieciséis (16) respuestas correctas y cuatro (4) incorrectas, como puede observarse en

el gráfico N° el 80% contestó correctamente a esta pregunta y sólo el 20% de forma incorrecta.

- La pregunta N°10 si los alimentos ionizados son estériles tuvo ocho (8) respuestas correctas y doce (12) incorrectas, como puede observarse en el gráfico N° sólo el 40% contestó correctamente a esta pregunta y el 60% de forma incorrecta. Conjuntamente con la pregunta número siete fue otra de las respuestas con mayor índice de error.

Gráfico N° 7: Grado de Aceptación de Alimentos Irradiados (n=20)



Fuente: Elaboración Propia

Más adelante la encuesta continuó interrogando a los estudiantes acerca de si consumirían alimentos irradiados.

El 50% que corresponde a diez (10) estudiantes de Licenciatura en nutrición contestaron afirmativamente, mientras que el 50% restante, conformada por la otra mitad de la muestra seleccionada, respondió que no los consumiría.

De los que contestaron afirmativamente cuándo se los indagó acerca del porqué, mencionaron los beneficios de ésta técnica e hicieron hincapié en su inocuidad. Por su parte, los que contestaron negativamente, se debió principalmente a su desconocimiento acerca del tema o a la asociación negativa de la radiación a lo nuclear y el riesgo de enfermedades.

Gráfico N° 8. Motivo por el que consumirían o no alimentos irradiados.



Fuente: Elaboración Propia.

Asimismo, cuando se los interrogó sobre la causa de por qué consumirían o no alimentos irradiados la mayor parte, dentro del grupo que los consumirían, contestaron que son seguros microbiológicamente, saludables y no dañan la salud. Por el contrario, dentro del grupo que no los consumirían argumentaron que no son seguros y que no les tienen confianza ya que no saben qué consecuencias podrían llegar a producir en el futuro.

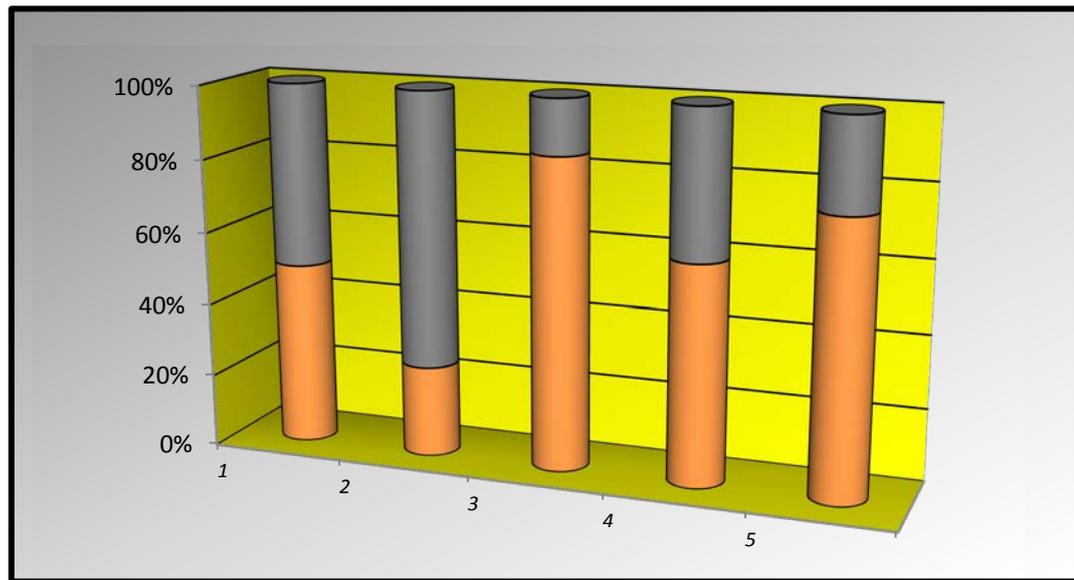
Tabla N° 2. Manejo de los Alimentos irradiados

	Respuestas correctas	Respuestas Incorrectas
1- La Irradiación aumenta la vida útil de varios alimentos frescos ya que retarda la maduración de las frutas pero no evita la germinación	10	10
2- Los alimentos irradiados se manejan como cualquier otro alimento perecedero, la irradiación no deja ningún residuo químico en los alimentos, por los que éstos podrían contaminarse después del tratamiento	5	15
3- Los cambios en el valor nutritivo de frutas y verduras irradiadas son significativos	17	3
4- La irradiación proporciona la más alta protección contra enfermedades alimentarias destruyendo al 99,9% ó más de E. Coli 0157:H7, Salmonella, Campylobacter, Listeria y otras bacterias nocivas que puedan estar presentes en alimentos crudos	12	8
5- Los alimentos irradiados no cambian perceptiblemente el gusto, la textura ni apariencia, cualquier cambio es tan mínimo que es fácil distinguir si ha sido irradiado	15	5

Fuente: Elaboración Propia.

Como lo muestra la Tabla n°2, las principales dudas o referencias erróneas, surgieron al momento de contestar si los alimentos irradiados se manejan como cualquier otro alimento perecedero, la irradiación no deja ningún residuo químico en los alimentos, por los que éstos podrían contaminarse después del tratamiento, fue contestada correctamente sólo por cinco (5) de un total de veinte (20) respuestas. También se pudo observar varias dudas sobre si la irradiación aumenta la vida útil de varios alimentos frescos ya que retarda la maduración de las frutas pero no evita la germinación la contestaron correctamente diez (10) estudiantes, lo que representa la mitad de la muestra seleccionada.

Gráfico N° 9. Manejo de los Alimentos irradiados



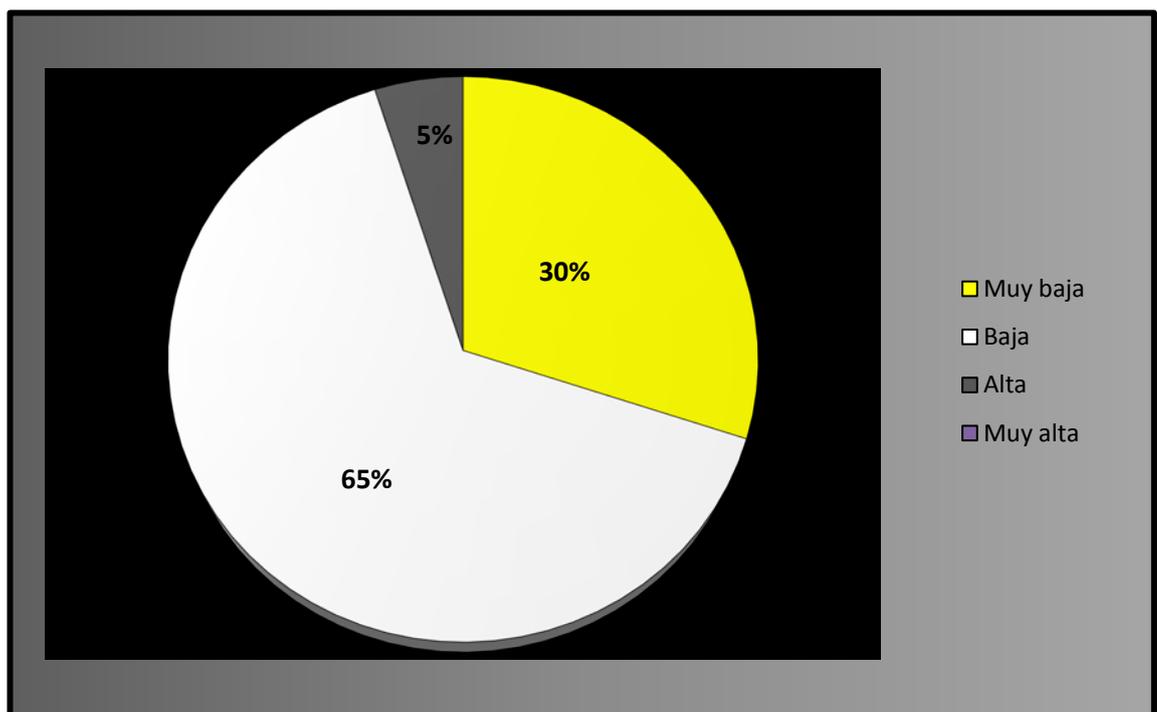
Fuente: Elaboración Propia

- La pregunta N°1 si la Irradiación aumenta la vida útil de varios alimentos frescos ya que retarda la maduración de las frutas pero no evita la germinación tuvo diez (10) respuestas correctas y diez (10) incorrectas, como puede observarse en el gráfico N° el 50% contestó correctamente a esta pregunta y el otro 50% de forma incorrecta. Queda en evidencia que ésta fue otra de las preguntas que generó varias dudas en los estudiantes ya que la mitad contestó correctamente y la otra mitad no.
- La pregunta N°2 si los alimentos irradiados se manejan como cualquier otro alimento perecedero, la irradiación no deja ningún residuo químico en los alimentos, por los que éstos podrían contaminarse después del tratamiento tuvo cinco (5) respuestas correctas y quince (15) incorrectas, como puede observarse en el gráfico N° sólo el 25% contestó correctamente a esta pregunta y el 75% restante de forma incorrecta. Fue la respuesta con mayor índice de error.
- La pregunta N°3 si los cambios en el valor nutritivo de frutas y verduras irradiadas son significativos tuvo diecisiete (17) respuestas correctas y tres (3) incorrectas, como puede observarse en el gráfico N° el 85% contestó correctamente a esta pregunta y sólo el 15% de forma incorrecta. Fue el inciso que mayor acierto mostró.
- La pregunta N°4 si la irradiación proporciona la más alta protección contra enfermedades alimentarias destruyendo al 99,9% ó más de E. Coli 0157:H7, Salmonella, Campylobacter, Listeria y otras bacterias nocivas que puedan estar presentes en alimentos crudos tuvo doce (12) respuestas correctas y ocho (8)

incorrectas, como puede observarse en el gráfico N° el 60% contestó correctamente a esta pregunta y sólo el 40% de forma incorrecta.

- La pregunta N°5 si los alimentos irradiados no cambian perceptiblemente el gusto, la textura ni apariencia, cualquier cambio es tan mínimo que es fácil distinguir si ha sido irradiado tuvo quince (15) respuestas correctas y cinco (5) incorrectas, como puede observarse en el gráfico N° el 75% contestó correctamente a esta pregunta y sólo el 25% de forma incorrecta.

Gráfico N° 10. "Dosis de radiación empleada en los alimentos irradiados"

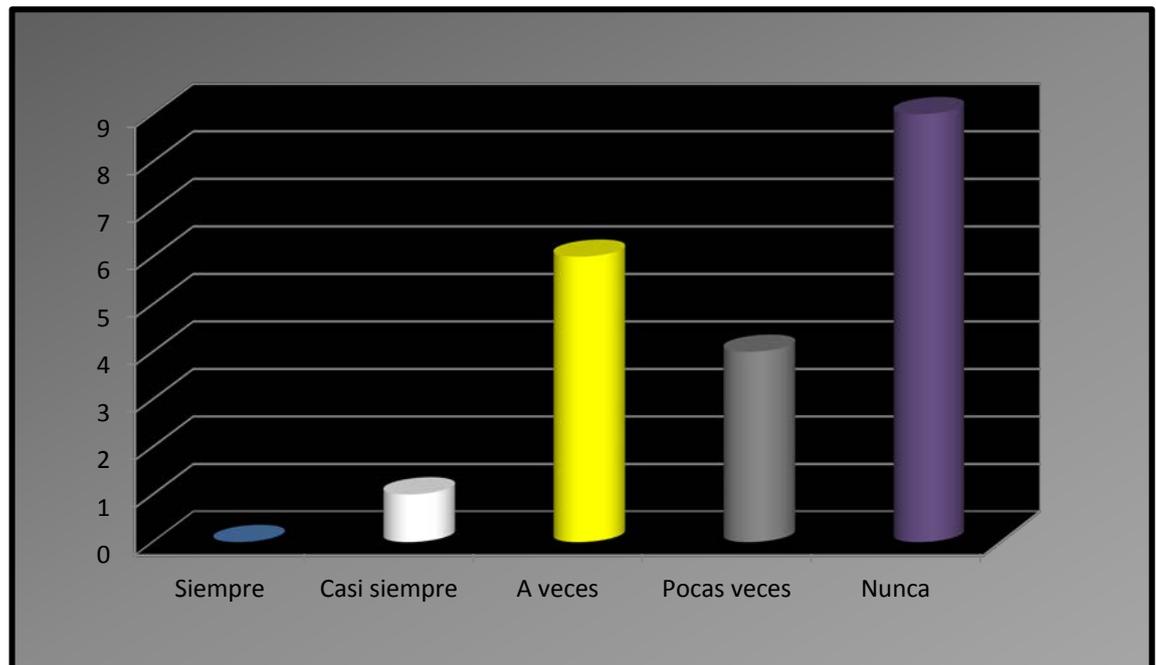


Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente gráfico se puede observar cuatro niveles distintos de dosis empleadas en el proceso de la irradiación de alimentos, muy baja, baja, alta y muy alta.

Se evidencia que un 30% de los estudiantes de Licenciatura en Nutrición encuestados contestaron que la dosis necesaria para dicho proceso es muy baja, el 65 % contestó que es baja la dosis necesaria, sólo el 5% marcó la opción de dosis alta y ninguno la de muy alta. La respuesta correcta es la de baja dosis, por lo que se puede concluir que el 65% contestó correctamente la pregunta y el 35% restante incorrectamente.

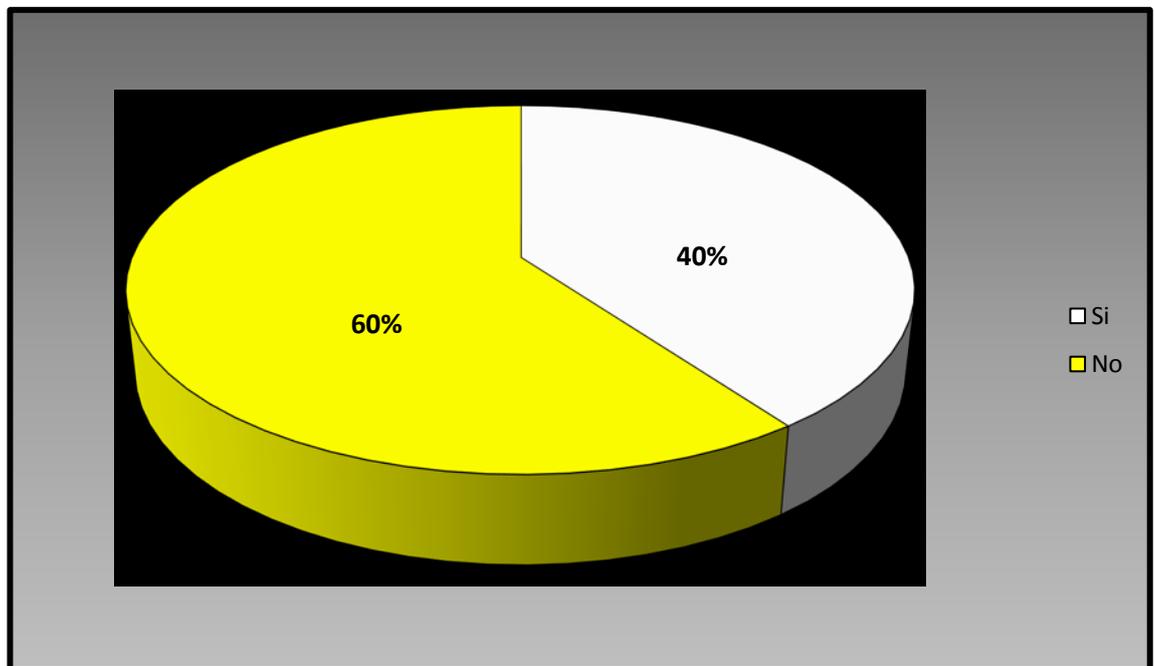
Gráfico N° 11. Uso de irradiación y radiactividad en Alimentos



Fuente: Elaboración Propia.

Más adelante la encuesta continuó interrogando a los participantes acerca de si la irradiación hacía radiactivos a los alimentos tratados. Al momento de responder nueve (9) estudiantes contestaron “Nunca”, lo que representa el 45% del total de encuestados, cuatro (4) contestaron “Pocas veces”, lo que representa el 20%, seis (6) contestaron “A veces”, que es el 30%, sólo uno (1) contestó “Casi siempre”, 5% y ninguno contestó “Siempre”.

Gráfico N° 12 . Causa la Irradiación daño a los cromosomas, cáncer, tumores u otros problemas de salud.



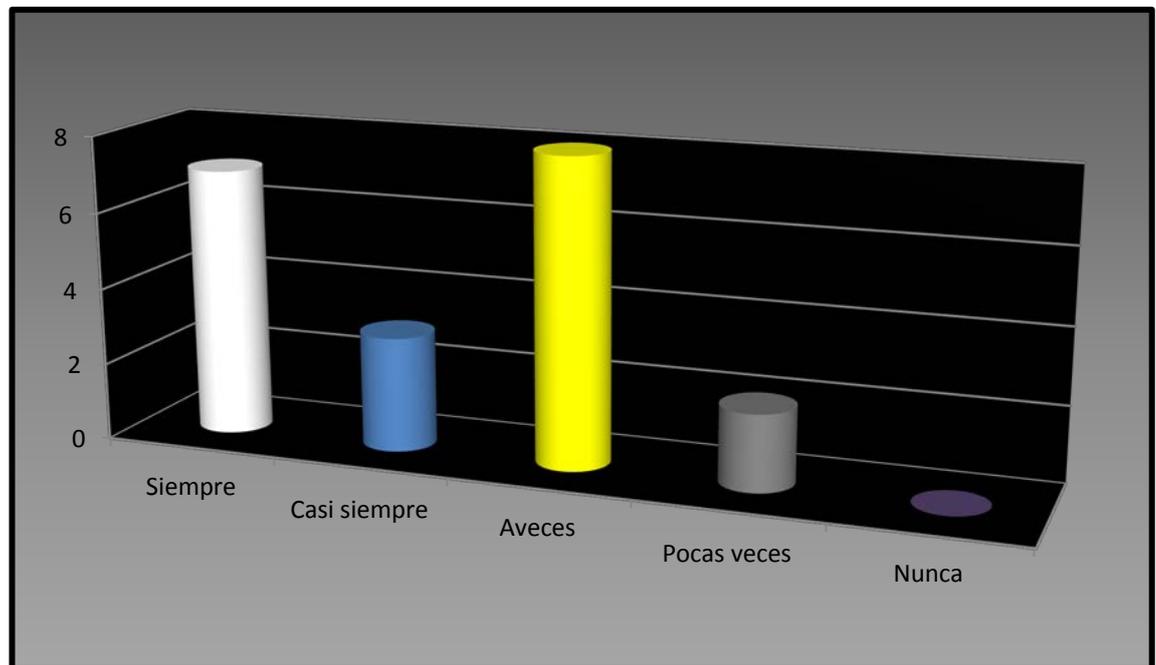
Fuente: Elaboración Propia

Continuando con el análisis, cuando se les preguntó si la irradiación causa daño a los cromosomas, cáncer, tumores u otros problemas de salud doce (12) contestaron negativamente y ocho (8) afirmativamente.

Expresado en porcentajes el 60% contestó correctamente "No" y el 40% incorrectamente "Sí".

Se puede destacar aquí que de los estudiantes que contestaron que "Sí", ninguno tenía conocimientos sobre el tema en cuestión. Mientras que, los que respondieron "No" acusaron tener un Nivel Suficiente y Alto sobre irradiación de alimentos.

Gráfico N° 13. Irradiación de alimentos con dosis de hasta 10 KGy brinda productos inocuos para la salud

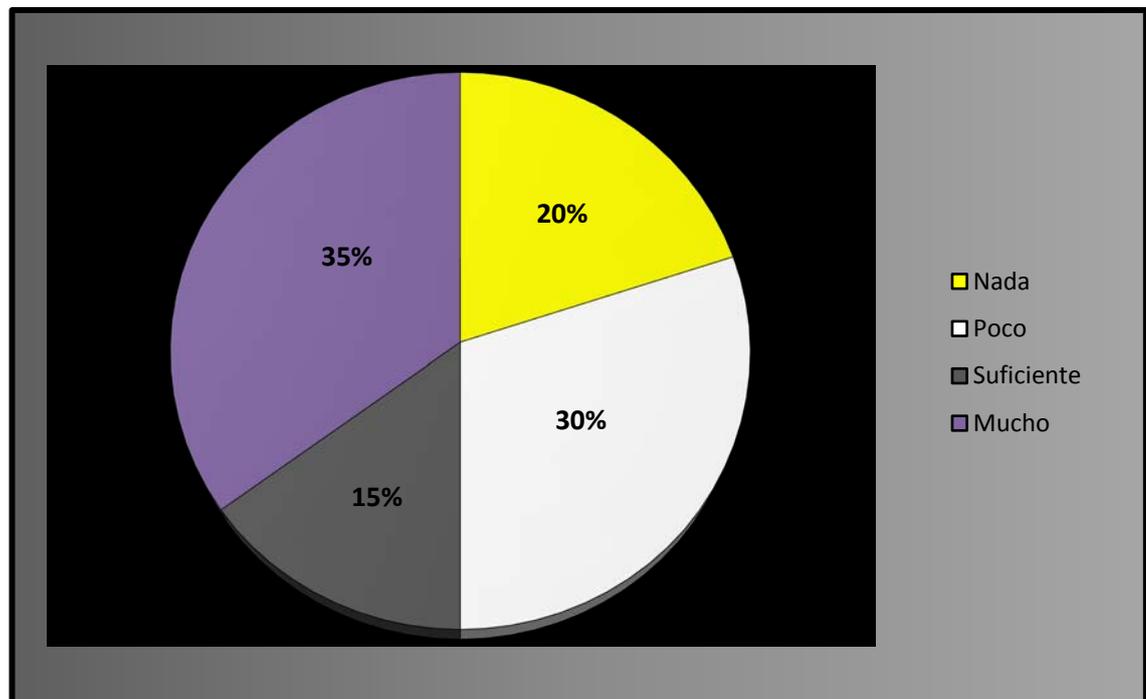


Fuente: Elaboración Propia

Al momento de responder sobre si la Irradiación de cualquier alimento con dosis de hasta 10 KGy ofrece productos inocuos para la salud, siete (7) contestaron “Siempre”, tres (3) “Casi siempre”, ocho (8) “A veces”, dos (2) “Pocas veces”, mientras que nadie contestó “Nunca”.

Se destaca aquí que la respuesta correcta es “Casi Siempre” por lo que se puede concluir que sólo el 15% contestó bien a esta pregunta.

Gráfico N° 14 . Nivel de Información de Alimentos Irradiados

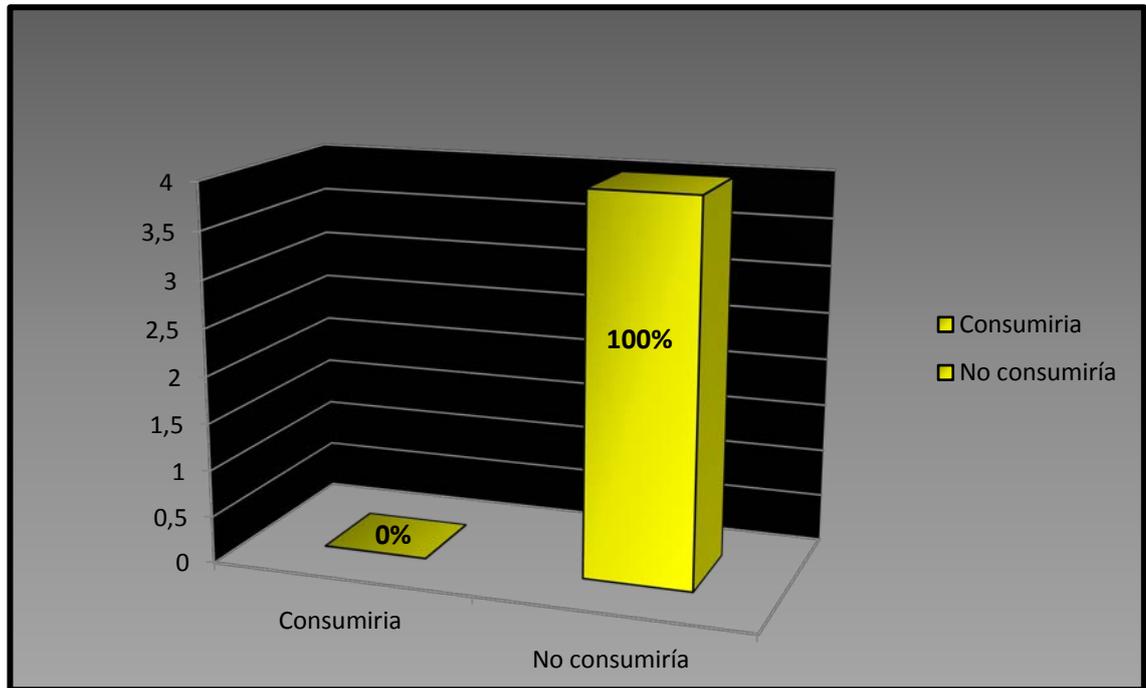


Fuente: Elaboración Propia.

De los veinte (20) estudiantes de Licenciatura en Nutrición encuestados siete (7) demostraron saber mucho sobre este nuevo método de conservación de alimentos, tres (3) contestaron que sabían suficiente, seis (6) sabían poco y por último cuatro (4) contestaron que no conocían absolutamente nada sobre el tema.

Analizando el siguiente gráfico se pudo observar que el 35% sabía "Mucho" sobre el tema, el 15% sabía "Suficiente", el 30% sabía "Poco" y el 20% restante acusó no saber "Nada" sobre éstos alimentos.

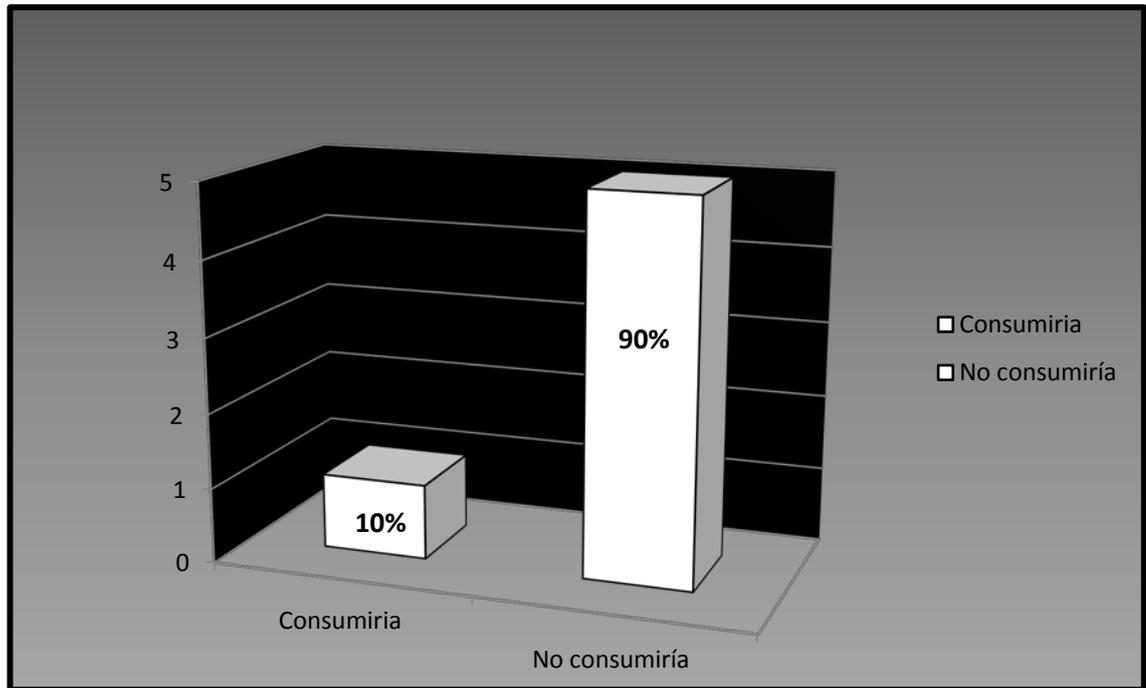
Gráfico N° 15. Relación entre Nivel de Información y Grado de Aceptación de Alimentos Irradiados en alumnos que reconocen no tener información.



Fuente: Elaboración Propia.

De los cuatro (4) alumnos que expresaron no saber "Nada" sobre el Tema, el 100% respondió que no consumirían Alimentos Irradiados.

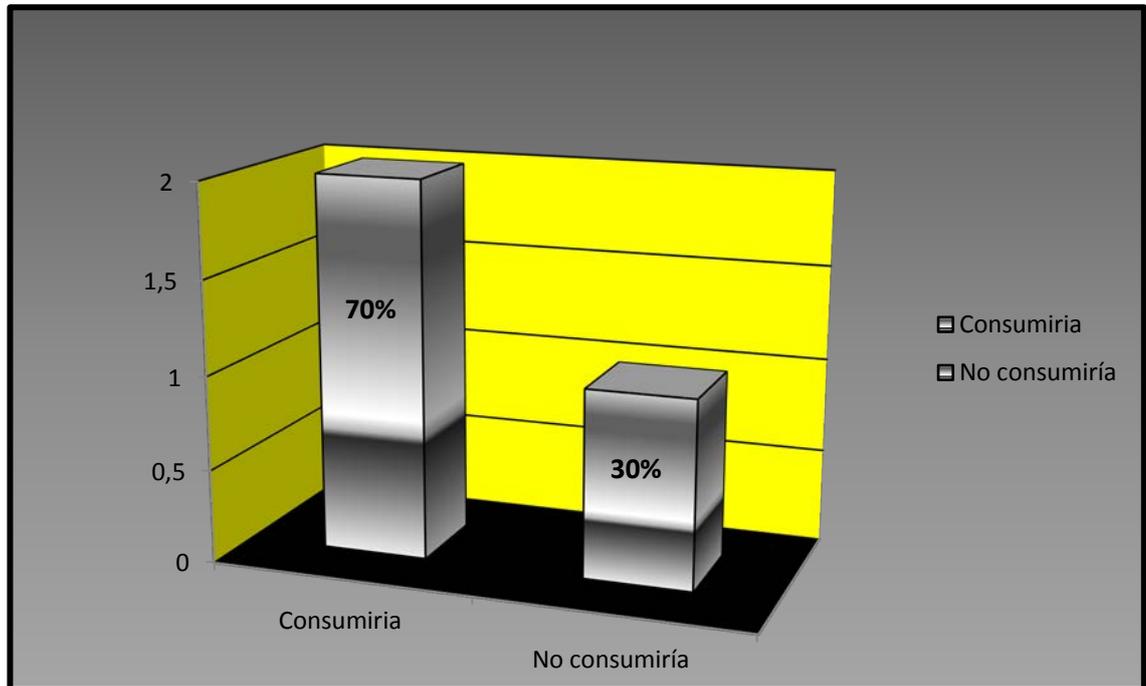
Gráfico N° 16. Relación entre Nivel de Información y Grado de Aceptación de Alimentos Irradiados en alumnos que reconocen tener poca información.



Fuente: Elaboración Propia.

De los seis (6) alumnos que expresaron saber "Poco" sobre el tema, el 10% respondió que consumirían Alimentos Irradiados y el 90% restante que no los consumirían.

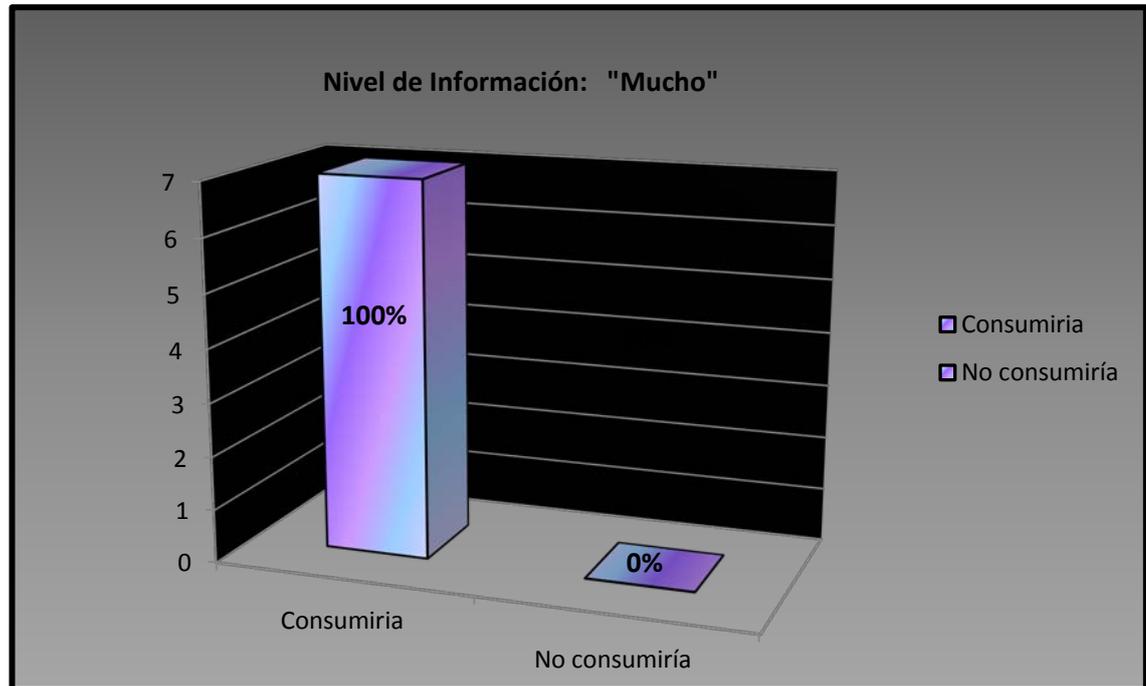
Gráfico N° 17. Relación entre Nivel de Información y Grado de Aceptación de Alimentos Irradiados en alumnos que reconocen tener información.



Fuente: Elaboración Propia.

De los tres (3) Alumnos que expresaron saber "Suficiente" sobre el tema, 2 (70%) respondió que consumirían Alimentos Irradiados y 1 (30%) que no lo consumiría.

Gráfico N° 18. Relación entre Nivel de Información y Grado de Aceptación de Alimentos Irradiados en alumnos que reconocen tener mucha información.

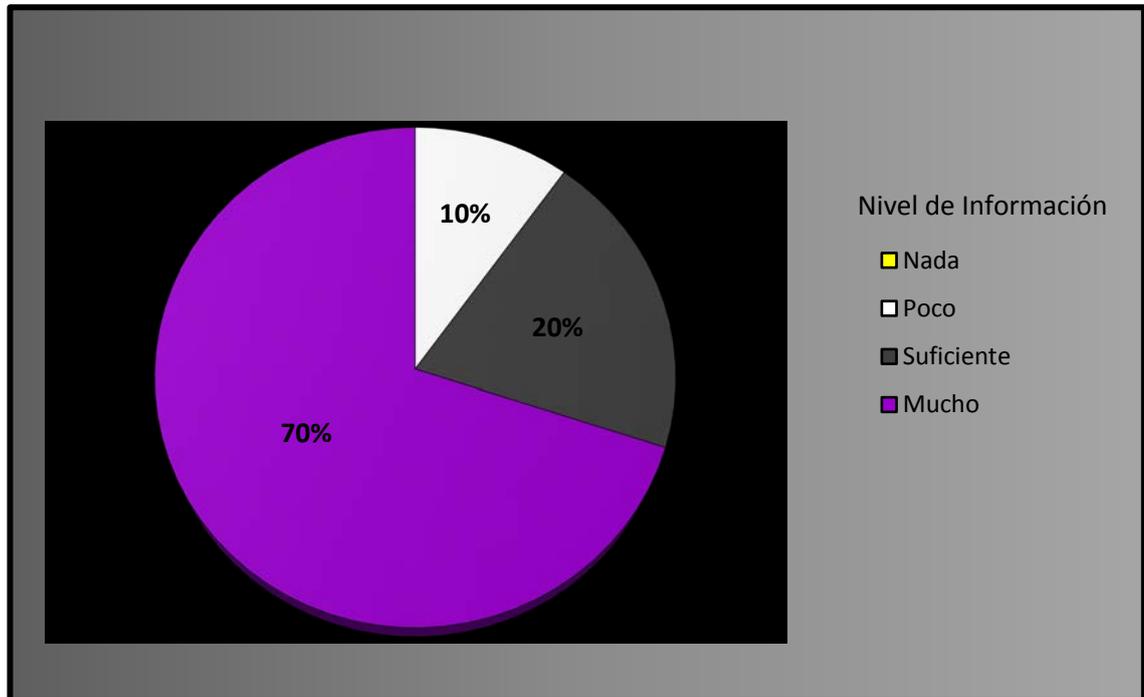


Fuente: Elaboración Propia.

De los siete (7) alumnos que expresaron saber “Mucho” sobre el tema, el 100% respondió que consumirían Alimentos Irradiados.

A modo de resumen se observó que los participantes que sabían “Mucho” y “Suficiente” son los que los consumirían y por el contrario, los que sabían “Poco” y “Nada” preferían no consumirlos.

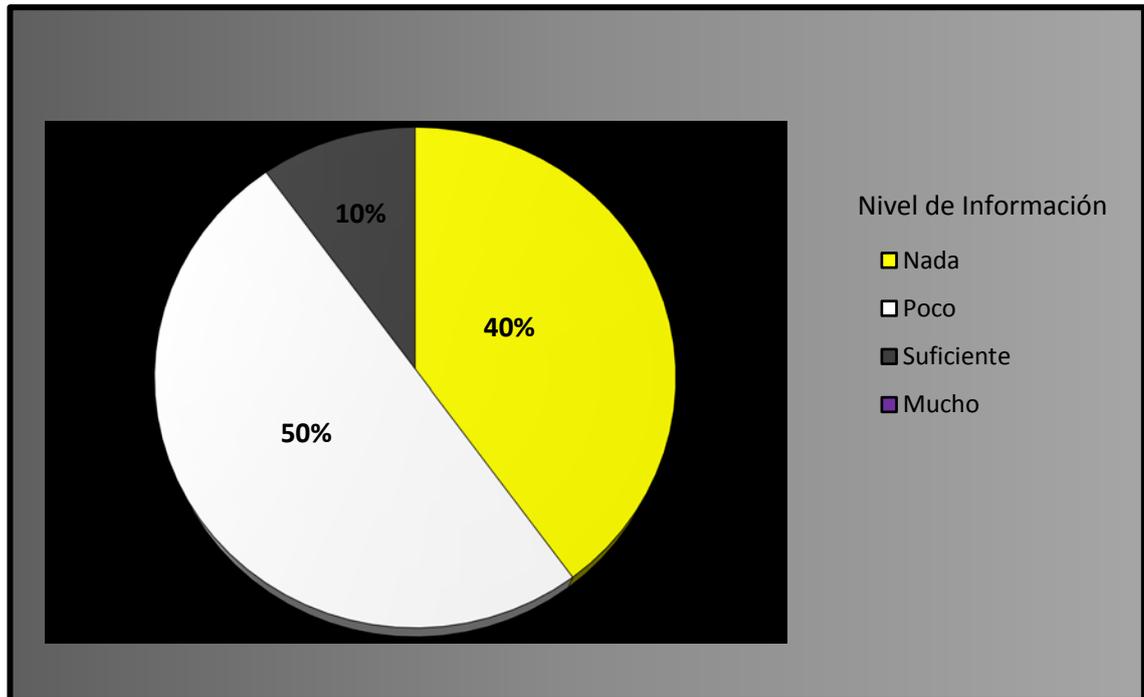
Gráfico N° 19. Relación entre Nivel de Información y Grado de Aceptación en alumnos que consumirían Alimentos Irradiados.



Fuente: Elaboración Propia

Del total de estudiantes de 3ero y 4to año de Licenciatura en Nutrición encuestados, el 50% consumirían Alimentos Irradiados y el otro 50% no los consumirían. Del 50% que los consumirían, que corresponde a diez (10) estudiantes, la mitad de la muestra seleccionada, siete (7) 70% muestran tener un alto conocimiento sobre dichos alimentos, dos (2) 20% conocen suficiente, sólo uno (1) 10% poco y ninguno desconoce el tema.

Gráfico N° 20. Relación entre Nivel de Información y Grado de Aceptación Grado de Aceptación en alumnos que no consumirían Alimentos Irradiados.



Fuente: Elaboración Propia

Del total de estudiantes de 3ero y 4to año de Licenciatura en Nutrición encuestados, el 50% consumirían Alimentos Irradiados y el otro 50% no los consumirían. Del 50% que no los consumirían, que corresponde a diez (10) estudiantes, la mitad de la muestra seleccionada, 4 (40%) no tienen conocimiento sobre dichos alimentos, 5 (50%) tienen poco conocimiento, sólo 1 (10%) conoce suficiente y ninguno conoce mucho del tema

Por último podemos destacar que en esta muestra queda evidenciado a través de los resultados obtenidos que el grado de aceptación está intrínsecamente relacionado con el grado de información que los participantes tienen sobre el tema en cuestión.

CONCLUSIONES



La irradiación de los alimentos ha sido identificada como una tecnología segura para reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos, en la producción, procesamiento, manipulación y preparación de alimentos de alta calidad. A su vez, es una herramienta que sirve como complemento a otros métodos para garantizar la seguridad y aumentar la vida de los alimentos.

Tras más de cincuenta años de investigaciones, debates y pruebas de aceptación por el consumidor, realizados en muchos países, la irradiación se ha revelado como una tecnología segura y viable para garantizar la inocuidad de los alimentos y combatir las enfermedades transmitidas por éstos, pudiendo alcanzar la irradiación una trascendencia aún mucho mayor que la lograda por la pasteurización desde que se introdujo hace más de un siglo.

Los descubrimientos de la pasteurización térmica y la cocción por microonda, ocurrido en los dos últimos siglos, proporcionan a la humanidad tecnologías que permiten fortalecer la inocuidad microbiológica y la calidad de los alimentos líquidos como la leche y los jugos de frutas, así como agilizar la preparación de los alimentos. Es claro que las preocupaciones relativas al empleo de la irradiación de los alimentos son similares a los que provocaron en su momento la pasteurización de la leche y los hornos de microondas. Los experimentos científicos han demostrado ampliamente la eficacia de la irradiación como método para garantizar la calidad higiénica de los alimentos sólidos, del mismo modo que la pasteurización lo logro con los líquidos.

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.

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.

La comercialización masiva de alimentos irradiados ocurrirá probablemente cuando se perciban ventajas comerciales en circunstancias en que ningún otro método sea conveniente.

Hoy día, existe una conciencia cada vez mayor del riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el consumo de alimentos de origen animal, frutas y vegetales frescos, enteros o cortados previamente, así como alimentos que han recibido un tratamiento mínimo. Por consiguiente, se espera un incremento de la demanda de tecnologías destinadas a proteger la calidad y aumentar la inocuidad de nuestros suministros de alimentos. Ya se reconoce que la irradiación ofrece ventajas evidentes en términos de neutralización de los microorganismos patógenos y aumento del período de almacenamiento de los alimentos sin modificar significativamente sus propiedades organolépticas. Por lo general, las alteraciones, tanto en calidad como en cantidad, de ciertos nutrientes, que pueden ocurrir cuando se irradian los alimentos, no son mayores que las que se producen cuando éstos se tratan por otros métodos de conservación. Hoy día se conocen mejor los efectos de las radiaciones ionizantes sobre los alimentos que los de cualquier otro método convencional de tratamiento, presentándose la irradiación como el proceso más benigno.

Junto a una regulación cada vez más estricta del uso de conservantes y fumigantes químicos en los alimentos, la irradiación debe, por tanto, satisfacer la creciente demanda de los consumidores en materia de alimentos frescos o de características similares, y con poco o ningún contenido de productos químicos para fines sanitarios y fitosanitarios. Las autoridades de salud pública de todo el mundo están reevaluando los métodos vigentes de aseguramiento de la inocuidad de los alimentos y es cada vez más necesario incorporar en el HACCP (Análisis de peligros y puntos críticos de control) la pasteurización en frío o un tratamiento de descontaminación, como la irradiación, especialmente para los alimentos que se consumen crudos o que se venden listos para comer o con una elaboración mínima.

En el futuro inmediato también pueden surgir casos de responsabilidad por los productos en relación con alimentos no irradiados. A medida que la irradiación goce de una aceptación más amplia como método para garantizar la inocuidad microbiológica de los alimentos, una persona que haya enfermado por haber ingerido alimentos contaminados con determinada bacteria patógena, podría entablar una demanda judicial contra el productor o el vendedor minorista de los alimentos por negligencia en cuanto a no utilizar una tecnología disponible, segura y eficaz para eliminar dicha

bacteria. Podría aducir que la irradiación habría destruido la bacteria antes de que el producto llegara a los consumidores. Por razones de seguridad, sanidad y jurídicas, los productores de alimentos posiblemente consideren más razonable y económico irradiar los alimentos que no hacerlo.

El interés por la irradiación de alimentos se ha incrementado debido a las pérdidas de alimentos a nivel mundial, provocadas por la infestación, la contaminación y la degradación durante su transporte desde los centros de producción hasta los de consumo. También, a la preocupación por las enfermedades que son producidas por los alimentos contaminados por bacterias y al creciente comercio internacional de productos alimenticios, que deben cumplir con normas de calidad y de cuarentena muy estrictas.

La irradiación de alimentos ha demostrado ofrecer beneficios cuando se integra en un sistema establecido de manejo y distribución de los alimentos de forma segura.

Además algunas normas sobre el uso de fumigantes para el control de insectos y bacterias en los alimentos se están haciendo cada vez más estrictos, incluso prohibiéndose, debido principalmente a que dejan algunos residuos peligrosos en los alimentos y dañan la capa de ozono. Por ello, la irradiación es una alternativa para proteger a los alimentos contra el daño provocado por los insectos y como un tratamiento de productos frescos.

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, se entiende 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).

A través de los datos recabados en la encuesta, se pudo observar que las edades de la muestra están comprendidas entre 20 y 40 años con un promedio de 30 años.

De las 20 personas encuestadas, la mayoría, un 95% son mujeres y sólo un 5% varones, lo que indica que las mujeres son las que predominantemente cursan la carrera de Licenciatura en Nutrición, pudiéndose evaluar que un 75% de los estudiantes encuestados pertenecen a 4to año.

Con respecto a la fuente de dónde reconocen dichos alimentos los más nombrados en orden decreciente fueron internet (50%), otras fuentes distintas a las mencionadas en la encuesta (25%), siguió la televisión (15%), ninguna de ellas (10%) y por último la radio que directamente no apareció (0%), observándose una amplia inclinación hacia internet.

Investigando sobre el conocimiento de alimentos irradiados en general se pudieron registrar los siguientes resultados: De los veinte (20) estudiantes de Licenciatura en Nutrición encuestados se pudo observar que el 35% sabía "Mucho" sobre el tema, el 15% sabía "Suficiente", el 30% sabía "Poco" y el 20% restante acusó no saber "Nada" sobre éstos alimentos. Dentro del grupo que conocía del tema, la mayoría coincidió que la irradiación es un método de conservación de alimentos, que disminuía los microorganismos patógenos y le otorgaba más durabilidad al alimento sin perder sus características organolépticas ni valor nutricional. Con respecto a la dosis de radiación empleada en los alimentos irradiados la respuesta correcta es la de baja dosis, por lo que se puede concluir que el 65% contestó correctamente la pregunta y el 35% restante incorrectamente. Más adelante se continuó interrogando a los participantes acerca de si la irradiación hacía radiactivos a los alimentos tratados, a esta pregunta el 45% de los estudiantes contestó correctamente "Nunca". Continuando con el análisis, cuando se les preguntó si la irradiación causa daño a los cromosomas, cáncer, tumores u otros problemas de salud el 60% contestó correctamente "No" y el 40% incorrectamente "Si". Se puede destacar aquí que de los estudiantes que contestaron que "Si", ninguno tenía conocimientos sobre el tema en cuestión. Mientras que, los que respondieron "No" acusaron tener un Nivel Suficiente y Alto sobre irradiación de alimentos. Al momento de responder sobre si la Irradiación de cualquier alimento con dosis de hasta 10 K Gy ofrece productos inocuos para la salud, la respuesta correcta es "Casi Siempre" por lo que se puede concluir que sólo el 15% contestó bien a esta pregunta.

Más adelante la encuesta continuó interrogando a los estudiantes acerca de si consumirían alimentos irradiados. El 50% de los alumnos de Licenciatura en nutrición

contestaron afirmativamente, mientras que el 50% restante, conformada por la otra mitad de la muestra seleccionada, respondió que no los consumiría. De los que contestaron afirmativamente cuando se los indagó acerca del porqué, mencionaron los beneficios de ésta técnica e hicieron hincapié en su inocuidad. Por su parte, los que contestaron negativamente, se debió principalmente a su desconocimiento acerca del tema o a la asociación negativa de la radiación a lo nuclear y el riesgo de enfermedades.

Asimismo, cuando se relacionó el Nivel de Información con Grado de Aceptación de Alimentos Irradiados se pudo observar que del 50% de estudiantes de Licenciatura en Nutrición que los consumiría, el 70% muestran tener un alto conocimiento sobre dichos alimentos, el 20% conocen suficiente, sólo el 10% tiene poco conocimiento y ninguno desconoce el tema. Por otro lado, del 50% que no los consumirían, la otra mitad de la muestra seleccionada, el 40% no tienen conocimiento sobre dichos alimentos, el 50% tienen poco conocimiento, sólo 10% conoce suficiente y ninguno conoce mucho del tema. Podemos destacar aquí que queda evidenciado a través de los resultados obtenidos que el grado de aceptación está intrínsecamente relacionado con el grado de información que los participantes tienen sobre el tema en cuestión por lo que se puede confirmar la Hipótesis: *“A mayor grado de información sobre Alimentos Irradiados, mayor aceptación de los mismos en la dieta diaria”*. La cual fue planteada al comienzo de esta Tesis de Licenciatura en Nutrición.

La utilidad de la irradiación para superar los problemas microbiológicos ha quedado claramente demostrada y ello puede tener considerable importancia para la sanidad pública, especialmente en el caso de agentes patógenos tales como las Salmonellas. En las partes del mundo en que el transporte de alimentos es difícil y donde el almacenamiento refrigerado de alimentos es escaso o extremadamente costoso, el empleo de las radiaciones puede facilitar una distribución de determinados alimentos más amplia; de esta manera la población puede disponer de una dieta más variada y posiblemente de mayor valor nutritivo. Del anterior trabajo de investigación se desprende claramente que hay muchas aplicaciones potenciales. La utilidad de la irradiación para el tratamiento de alimentos ha quedado sobradamente demostrada en el plano tecnológico. Tras decenios de investigaciones, desarrollo, debates públicos y pruebas de aceptación por el consumidor realizados en muchos países, la irradiación se ha revelado como una tecnología segura y viable para garantizar la inocuidad y calidad de los alimentos y combatir las enfermedades transmitidas por éstos. Dado su

amplio espectro, el papel que desempeña como método para garantizar la inocuidad microbiológica de los alimentos sólidos podría alcanzar incluso una trascendencia mucho mayor que la lograda por la pasteurización desde que se introdujo hace más de un siglo. La mayoría de estudiosos del tema coinciden en que, la correcta información, de ser posible proporcionada por autoridades sanitarias y el conocimiento de las ventajas económicas conjuntamente con la clara superioridad tecnológica de la irradiación llevará, con el tiempo, a la aceptación de este proceso por el consumidor y prevalecerá sobre las distorsiones y desinformación originadas por los oponentes de la misma.

BIBLIOGRAFÍA



- Actualidad del Perú. 2008. Blog. [Revisado: 14 de Octubre del 2017]. <https://actualidaddelperu.blogspot.pe/2008/12/planta-de-irradiacin-de-alimentos-estar.html>
- ANG, L. A., LANGERAK, D. L., DUREN, M. D. A., UZCATEGUI, E., FARKAS, J. y RUBIO, C. T. (1986): Comparative evaluation of untreated and radurized Chilean avocados shipped to the Netherlands. *Acta Alimentaria* 15(1), 57-67.
- Alimentos Irradiados: Información sobre el tratamiento con energía ionizante, en: <https://www.sernac.cl/66505/>
- BARBOSA-CÁNOVAS, G.V., POTHAKAMURY, U.R., PALOU, E., and SWANSON, B.G. 1998: Food Irradiation, en: *Nonthermal preservation of foods*. 161-213. Marcel Dekker Inc., New York, USA
- BASSON, R. A. (1983): Advances in radiation chemistry of food and food components. An overview, en: Elias, P.S. y Cohen, A.J.(Ed.), *Recent advances in food irradiation*. Amsterdam: Elsevier Biomedical Press., pp.7-26.
- BECKER, R. L., Absence of induced radioactivity in irradiated foods. En: Elias, P. S. & Cohen, A. J., ed., *Recent advances in food irradiation*. Amsterdam, Elsevier Biomedical, 1983.
- Boaler, V. J. (1984): Electron accelerator facilities for food processing. *J.Food Engin.* 3(4), 285-294
- BROWNWELL, L. E., *Radiation uses in industry and science*. Washington, DC, US Atomic Energy Commission, US Government Printing Office, 1961.
- BRYNJOLFSSON, A. & WANG, C. P., Atomic structure, en: Josephson, E. S. & Peterson, M. S., ed. *Preservation of food by ionizing radiation*. Vol. I. Boca Ratón, Florida, CRC Press, 1983.
- Capellas, M., Guarnís, B. y Sendra, E., Alimentos Irradiados, en: https://www.researchgate.net/profile/Esther_Sendra/publication/44385379_Alimentos_irradiados/links/0fcfd50af905c4a686000000/Alimentos-irradiados.pdf
- CHARLESBY, A., ed. *Radiation sources*. Nueva York, Macmillan, 1964.
- HURST, G. S. & TURNER, J. E., *Elementary radiation physics*. Nueva York, Wiley, 1970.
- Clarín, Permiten usar radiación para que carne y vegetales duren hasta un año sin refrigerar, en: www.clarin.com/sociedad/permiten-usar-radiacion-carne-vegetales-duren-ano-refrigerar_0_HyqdKe34-.html
- Codex Alimentarius, en: www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/es/ vol. XV, 1984.

- Comité Mixto FAO/OIEA/OMS de expertos sobre irradiación de alimentos (OMS, Serie de Informes Técnicos N. 604 (1977) y 659 (1981))
- Conservación de los alimentos, en: https://www.ecured.cu/Conservación_de_los_alimentos.
- Cova María Constanza, Irradiación de Alimentos, en: <http://caebis.cnea.gov.ar/aplicaciones/alim/Irra1.html>
- Decontamination of dry chamomile flowers and chamomile extract. Food irradiation processing, 1985, pp. 69-77.
- Esquema histórico de los métodos de conservación de alimentos, en: <https://www.exa.unicen.edu.ar/tecnoambiente>
- El Comercio de los Alimentos Irradiados, (FAO, OMS, OIEA) FDA Consumer Magazine N° 91-2241
- ELIAS, P. S. & COHEN, A. J., ed. *Recent advances in food irradiation*. Amsterdam, Elsevier, 1983.
- FARKAS, J. (1989): Microbial safety of irradiated foods. Review. *International Journal of Food Microbiology*, 35(9), pp.1-15.
- FDA. (1987): Irradiation in the production, processing and handling of food. Code of Federal Regulations, part 179.
- FELLOWS, P. (1988): Ambient temperature processing. Irradiation., en: Horwood, E. *Food processing technology: principles and practice*. Ellis Horwood Ltd., Chichester and VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, pp.186-195.
- Fernandez Martinez Antonio, Mecanismos Físicos y Biológicos de la Irradiación de Alimentos, en: boletín Ciencia y Sociedad volumen XVI, número 4, Octubre-Diciembre 1991.
- *Food irradiation*. Japón, Japanese Research Association for Food Irradiation, 1982.
- *Food irradiation now*. Proceedings of a Symposium. La Haya, Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers, 1982.
- Gratton Roberto, Juliarena Paula, Tecnología, ambiente y sociedad, en: <https://www.exa.unicen.edu.ar/tecnoambiente>.
- Gimferrer Morato Natalia, Radiaciones Ionizantes en los Alimentos, en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2008/11/10/181279.php>
- Goresline, H.E., The potentials of ionising radiation for food preservation. *Food irradiation information* N°2 , 1973, pág. 20.

- HANNAN, R. S., Scientific and technological problems involved in using ionizing radiation for the preservation of food. Londres, Her Majesty's Stationery Office, 1955 (Department of Scientific and Industrial Research Food Investigation, Special Report No. 61).
- Infobae, ¿Son saludables los alimentos irradiados que se venderán en la Argentina?, en: www.infobae.com/salud/2017/07/07/una-reforma-del-codigo-alimentario-llevara-carnes-y-verduras-larga-vida-a-las-gondolas/
- Infobae, Usarán radiación en carnes, frutas y verduras para que duren más, en: www.infobae.com/sociedad/2017/27/07/usaran-radiacion-en-carnes-frutas-y-verduras-para-que-duren-mas/
- Internacional Food Information Council (IFI C), en: <http://www.ific.org>
- Irradiación de Alimentos, en : <http://docplayer.es/53145357-Irradiacion-de-alimentos.html>
- Irradiación de Alimentos, en: <http://inin.gob.mx/publicaciones/documentospdf/Irradiacion%20de%20alimentos.pdf>
- Irradiación de alimentos: Una herramienta mundial de inocuidad alimentaria, en: <http://www.foodinsight.org/articles/irradiacion-de-alimentos-una-herramienta-mundial-de-inocuidad-alimentaria>
- IPEN Instituto Peruano de Energía Nuclear. 2015. Blog. [Revisado: 14 de Octubre del 2017]. <http://www.ipen.gob.pe/>
- JOHNSON, J. y MARCOTTE, M., Irradiation control of insect pests of dried fruits and walnuts.
- JOSEPHSON, E. S. & PETERSON, M. S., ed. Preservation of food by ionizing radiation, Vol. I, 11, 111. Boca Ratón, Florida, CRC Press, 1982, 1983.
- KATUSIN RAZEM, B., RAZEM, D., DVORNIK, I., MATIC, S. y MIHOKOVIC, V., *Radiation preservation of food*. Washington, DC, US Army Quartermaster Corps, US Government Printing Office, 1957.
- La irradiación de los alimentos, técnicas para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos, en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/36940/1/9243542400_spa.pdf
- LASTARRIA TAPIA, H. J. y SEQUEIROS, N. (1985): Effect of gamma-irradiation on apple var. «Delicious» stored under ambient or refrigerated conditions. Food irradiation processing, pp. 55-60.
- Loaharanu Paisan, “Creciente demanda de alimentos Inocuos”, en: boletín del OIEA, 2001.

- MATIN, M. A., HOSSAIN, M. M., AMIN, M. R., RAHMAN, S., ROKEYA, B., MALEK, M. A., SiDDiQui, A. K. y HossAiN, M. A. (1985): Pilot-scal studies on irradiation and storage of onions. Food irradiation processing, pp. 17-33.
- Métodos de conservación de alimentos, en: <https://es.scribd.com/doc/24240800/METODOS-DE-CONSERVACION-DE-ALIMENTOS>
- MITCHELL, G. E . (1988): Influence of irradiation of food on aflatox in production. Food Tech. Australia 40(8), 324-326.
- MURRAY, T. K., Recent advances in food irradiation. Amsterdam: Elsevier Biomedical Press., 1983, pp. 203-216.
- Narvaiz Patricia, Irradiación de los Alimentos, en: <http://www.nutrinfo.com.ar>
- OHINATA, H . , MURAMATSU, N . , OHARA, T., OHEKE, T. y ITO, H., Use of gamma-irradiation for microbial inactivation of buck wheat flour and buckwheat flour products. V. Studies on physical properties and texture of irradiated fiesh-style soba noodle and on soba noodle processing properties of irradiated buckwheat flour. Food Irradiation.1988, 23(2), pp. 11-20.
- OIEA. Dosimetry in agriculture, industry, biology and medicine. Viena, Organismo Internacional de Energía Atómica, 1973.
- OIEA. Manual of food irradiation dosimetry. Viena, Organismo Internacional de Energía Atómica, 1977 (Colección de Informes Técnicos, N° 178).
- OMS, Ginebra, 1989, LA IRRADIACION DE LOS ALIMENTOS Una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos, en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/36940/1/9243542400_spa.pdf
- PAUL, N., GRUENEWALD, T. y KUPRIANOFF, J . , Possibility of treating dry soups with ionizing radiation, 1969, 65(9), pp 279-81.
- POOLE, S. E . , MITCHELL, G. E . y MAYZE, J. L., Low dose irradiation affects microbiological and sensory quality of sub-tropicals eafood. J. Food Sci., 1994, 59(1), pp. 85 87,105.
- Radiaciones ionizantes , en: http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/RADIACIONES_IONIZANTES_ALI-MENTOS.pdf
- RAYAS DUARTE, P. y RUPNOW, J. H. (1994): Gamma-irradiated dry bean (Phaseolus vulgaris) starch: physicochemical properties. J. Food Sci. 59(4), 839-843.

- THAYER, D. W. (1990): Food irradiation: benefits and concerns. Journal of Food Quality 13, 147-169.
- Tratamientos de conservación de productos alimenticios, en: <https://www.educarchile.cl>
- The European Commission Food Safety, en: <http://europa.eu.int>
- ULHI, Conservación, recepción, clasificación, almacenamiento y distribución de las materias primas, en: http://ikastaroak.ulhi.net/edu/1516/es/COC/PREE/PREE01/es_COC_PREE01_Contentidos/website_2_mtodos_de_conservacin_yequipos_asociados.html
- UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN MARCOS, 2011. Irradiación para la conservación de alimentos. Revista virtual. [Revisado: 14 de Octubre del 2017]. <http://www.unmsm.edu.pe/noticias/ver/1638>
- URBAIN, W. M. , *Food irradiation*. Nueva York, Academic Press, 1986.
- Valderrama. 2017. Irradiación de alimentos en el Perú. Monografía Revisado: 14 de Octubre del 2017]. <https://es.scribd.com/document/347244878/Irradiacion-de-Alimentos-en-Peru>
- VJ Boaler, Revista de Ingeniería de Alimentos: Instalaciones de acelerador de electrones para el procesamiento de alimentos, Dic 1984.

Sitios web:

- http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/RADIACIONES_IONIZANTES_ALIMENTOS.pdf
- <http://www.cchen.cl>
- http://www2.cnea.gov.ar/aplicaciones_nucleares/irradiacion_de_alimentos.php
- <http://www.consumaseguridad.com>
- <https://eldiariony.com/2017/05/16/las-sustancias-radiactivas-que-hay-naturalmente-en-tu-comida/>
- <http://www.nutrinfo.com.ar>
- <http://revista.consumer.es>

ANEXO



NORMA GENERAL PARA LOS ALIMENTOS IRRADIADOS CODEX STAN 106-1983¹

1 Irradiación en dosis altas: Salubridad de los alimentos irradiados con dosis mayores de 10 kGy, Informe de un Grupo mixto FAO/OIEA/OMS de estudio, Serie de Informes Técnicos, N° 890, OMS, Ginebra, 1999; Inocuidad e idoneidad nutricional de los alimentos irradiados, OMS, Ginebra, 1994; Comestibilidad de los alimentos irradiados, Informe de un Comité mixto FAO/OIEA/OMS de expertos, Serie de Informes Técnicos, N° 659, OMS, Ginebra, 1981.

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente norma se aplica a los alimentos tratados con radiaciones ionizantes que se utilizan conforme a los códigos de higiene, las normas alimentarias y los códigos de transporte aplicables; no se aplica a los alimentos expuestos a dosis emitidas por instrumentos de medición utilizados a efectos de inspección.

2. REQUISITOS GENERALES DEL PROCEDIMIENTO

2.1 Fuentes de radiación

Podrán utilizarse los siguientes tipos de radiación ionizante:

- a) rayos gama procedentes de los radionucleidos ⁶⁰Co o ¹³⁷Cs;
- b) rayos X generados por máquinas que funcionen con una energía igual o inferior a 5 MeV;
- c) electrones generados por máquinas que funcionen con una energía igual o inferior a 10 MeV.

2.2 Dosis absorbida

Para la irradiación de cualquier alimento, la dosis mínima absorbida deberá ser la suficiente para lograr la finalidad tecnológica, y la dosis máxima absorbida deberá ser inferior a la dosis que comprometería la seguridad del consumidor o la salubridad o que menoscabaría la integridad estructural, las propiedades funcionales o los atributos sensoriales. La dosis máxima total absorbida transmitida a un alimento no deberá exceder de 10 kGy, excepto cuando ello sea necesario para lograr una finalidad tecnológica legítima¹.

2.3 Instalaciones y control del procedimiento

2.3.1 El tratamiento por irradiación de los alimentos se llevará a cabo en instalaciones a las que la autoridad competente haya concedido licencia e inscrito en un registro a tal efecto.

2.3.2 Tales instalaciones se diseñarán de modo que cumplan los requisitos de seguridad, eficacia y buenas prácticas de higiene en la elaboración de los alimentos.

2.3.3 Las instalaciones estarán dotadas de personal adecuado, formado y competente.

2.3.4 Entre otras medidas, para el control interno del procedimiento dentro de la instalación se llevarán los registros adecuados, en particular los referentes a la dosimetría cuantitativa.

2.3.5 Las instalaciones y los registros podrán ser inspeccionadas por las autoridades competentes.

2.3.6 El control se ejercerá de conformidad con el *Código Internacional Recomendado de Prácticas para el Funcionamiento de Instalaciones de Irradiación Utilizadas para el Tratamiento de los Alimentos* (CAC/RCP 19-1979, Rev. 1 - 2003).

3. HIGIENE DE LOS ALIMENTOS IRRADIADOS

3.1 Los alimentos irradiados deberán ser preparados, elaborados y transportados higiénicamente de conformidad con lo dispuesto en el *Código Internacional Recomendado de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos* (CAC/RCP 1-1969, Rev. 3-1997), incluida la aplicación cuando proceda, a efectos de inocuidad de los alimentos, de los siete principios del Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP). Según corresponda, los requisitos técnicos para las materias primas y el producto acabado deberán ajustarse a lo dispuesto en los códigos de higiene, las normas alimentarias y los códigos de transporte aplicables.

3.2 Deberán observarse cualesquiera normas nacionales de sanidad pública pertinentes que afecten a la inocuidad microbiológica y la idoneidad nutricional aplicables en el país en que se venda el alimento.

4. REQUISITOS TECNOLÓGICOS

4.1 Requisito general

La irradiación de alimentos sólo se justifica cuando responde a una necesidad tecnológica y/o es beneficiosa para la protección de la salud del consumidor. No deberá utilizarse en sustitución de prácticas adecuadas de higiene o de fabricación o de buenas prácticas agrícolas.

4.2 Requisitos de envasado y calidad de los alimentos

Las dosis utilizadas deberán ser adecuadas a los objetivos tecnológicos y de salud pública perseguidas y ajustarse a prácticas apropiadas de tratamiento por irradiación. Los alimentos que vayan a irradiarse y los materiales para su envasado deberán ser de calidad adecuada, poseer condiciones higiénicas aceptables, ser apropiados para este procedimiento y manipularse, antes y después de la irradiación, conforme a prácticas adecuadas de fabricación, habida cuenta de los requisitos tecnológicos particulares del procedimiento.

5. IRRADIACIÓN REPETIDA

5.1 Excepto para los alimentos de bajo contenido de humedad (cereales, legumbres, alimentos deshidratados y productos análogos) irradiados para controlar la reinfestación por insectos, los alimentos irradiados de conformidad con las secciones 2 y 4 de la presente Norma no deberán ser sometidos a una irradiación repetida.

5.2 A efectos de la presente Norma, los alimentos no se consideran sometidos a una irradiación repetida cuando: a) los alimentos irradiados se preparan a partir de materiales que se han irradiado a dosis de bajo nivel, con fines distintos de la inocuidad de los alimentos (por ejemplo, prevención de brotes en raíces y tubérculos y con fines de cuarentena); b) se irradian alimentos con un contenido de ingredientes irradiados inferior al 5%, o c) la dosis total de radiación ionizante requerida para conseguir el efecto deseado se aplica a los alimentos en más de una dosis como parte de un proceso destinado a lograr una finalidad tecnológica específica.

5.3 La dosis máxima absorbida que se haya acumulado transmitida a un alimento no deberá exceder de 10 kGy como consecuencia de una irradiación repetida, excepto cuando ello sea necesario para lograr una finalidad tecnológica legítima, y no deberá comprometer la seguridad del consumidor ni la salubridad del alimento.

6. VERIFICACIÓN POSTIRRADIACIÓN

6.1 Cuando sea necesario y aplicable, podrán utilizarse métodos analíticos para la detección de alimentos irradiados con el fin de hacer cumplir las normas de autorización y etiquetado. Los métodos analíticos utilizados deberán ser los que haya aprobado la Comisión del Codex Alimentarius.

7. ETIQUETADO

7.1 Control de existencias

Respecto de los alimentos irradiados, preenvasados o no, en los documentos de embarque correspondientes deberá facilitarse información apropiada para identificar la instalación con licencia oficial en que se haya irradiado el alimento, la fecha o las fechas de tratamiento, la dosis de irradiación y la identificación del lote...

7.2 Alimentos preenvasados destinados al consumo directo

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. 1-1991).
CODEX STAN 106 Página 3 de 3

7.3 Alimentos a granel transportados en contenedores

La irradiación se indicará claramente en los documentos de embarque correspondientes. En el caso de productos vendidos a granel hasta el consumidor final, el logotipo internacional y las expresiones “irradiado” o “tratado con radiación ionizante” deberán figurar junto con el nombre del producto en el contenedor en el que estén colocados los productos.

ALIMENTOS IRRADIADOS: UTILIZACIÓN DE LA RADIACIÓN GAMMA COMO MÉTODO EN LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS.



El presente trabajo de investigación consiste en evaluar el grado de conocimiento y el nivel de aceptación de esta nueva técnica de conservación de alimentos, así como también si afecta la calidad nutricional y las características organolépticas de los alimentos irradiados.



OBJETIVO: Evaluar el grado de aceptabilidad, la calidad nutricional, los caracteres organolépticos y el nivel de información de la Radiación Gamma como nuevo método en la conservación de alimentos en alumnos de Licenciatura en Nutrición de la facultad de Ciencias Médicas

MATERIALES Y MÉTODOS: El presente trabajo de investigación es cualitativo, exploratorio, de tipo descriptivo y transversal. El tipo de muestreo es no probabilístico, por conveniencia. La muestra está conformada por 20 estudiantes de Licenciatura en Nutrición de la universidad FASTA. Como instrumento de análisis se utilizará una encuesta unitaria de difusión pública, la misma es de realización propia, creada para tal fin y contiene todos los aspectos a evaluar. La decisión de participar es voluntaria.

RESULTADOS: De los estudiantes de Licenciatura en Nutrición encuestados se pudo observar que el 35% sabía "Mucho" sobre el tema, el 15% sabía "Suficiente", el 30% sabía "Poco" y el 20% restante acusó no saber "Nada" sobre éstos alimentos. Con respecto a si consumirían alimentos irradiados el 50% contestó afirmativamente, mientras que el 50% restante, respondió que no los consumiría. De los que contestaron afirmativamente cuando se los indagó acerca del porqué, mencionaron los beneficios de ésta técnica e hicieron hincapié en su inocuidad. Por su parte, los que contestaron negativamente, se debió principalmente a su desconocimiento acerca del tema o a la asociación negativa de la radiación a lo nuclear y el riesgo de enfermedades.

Gráfico N°1: Nivel de información de Alimentos Irradiados.
Fuente: Elaboración propia.

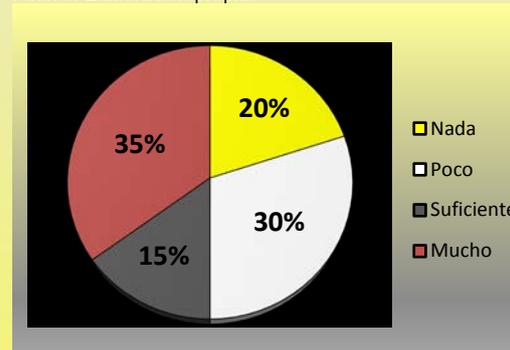
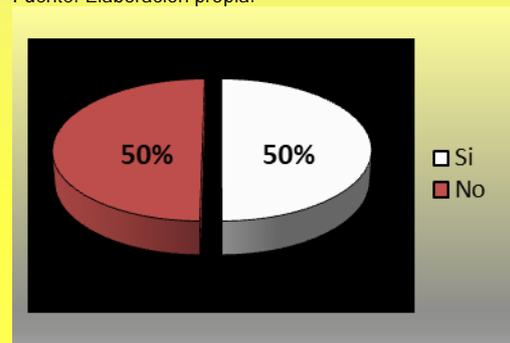


Gráfico N°2: Grado de Aceptación de Alimentos Irradiados.
Fuente: Elaboración propia.



CONCLUSIONES: A partir del presente trabajo queda evidenciado que el grado de aceptación de los alimentos irradiados está intrínsecamente relacionado con el grado de información que la población tiene sobre el tema en cuestión por lo que se puede confirmar la Hipótesis: *"A mayor grado de información sobre Alimentos Irradiados, mayor aceptación de los mismos en la dieta diaria"*. La mayoría de estudiosos del tema coinciden en que, la correcta información y el conocimiento de las ventajas económicas conjuntamente con la clara superioridad tecnológica de la irradiación llevarán a la aceptación de este proceso por el consumidor.

