

Irradiación de alimentos: Progresos y perspectivas

DOS REUNIONES RECIENTES SOBRE ESTE TEMA EN LA INDIA

Seis años después de haberse celebrado en Karlsruhe (República Federal de Alemania) el primer Simposio internacional sobre irradiación de alimentos tuvo lugar en Bombay (India), en noviembre último, la segunda reunión sobre el mismo tema. Convocaron dicha reunión la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y el Organismo Internacional de Energía Atómica, al objeto de examinar los progresos realizados y las perspectivas en cuanto a las aplicaciones de la energía atómica para la conservación de alimentos.

Asistieron al Simposio 106 representantes de 29 países y cuatro organizaciones internacionales, y pronunció el discurso inaugural el Excelentísimo Sr. **Shri C. Subramaniam**, Ministro de Desarrollo Industrial, Ciencia y Tecnología de la Unión India. Después del Simposio se reunió un Grupo de expertos compuesto por 44 científicos de 19 países y dos organizaciones internacionales. El Grupo estudió las aplicaciones de la irradiación de alimentos, especialmente en países en desarrollo, y dos tercios de los participantes eran expertos que trabajaban en regiones poco desarrolladas.

Las 61 Memorias presentadas en total en ambas reuniones, así como los debates, permitieron formarse una imagen clara del estado actual de la irradiación de alimentos y concretar los problemas que quedan por resolver para fomentar la aplicación práctica de este proceso.

Es bien sabido que para la aplicación fructífera de todo método de tratamiento de alimentos es preciso demostrar 1) que es ventajoso desde el punto de vista técnico; 2) que es viable económicamente, es decir, que sus costos son inferiores a los beneficios que puede reportar; y 3) que no entraña riesgos, es decir, que los alimentos tratados son buenos para el consumo humano.

VIABILIDAD TECNICA

Por lo que se refiere al control de **procesos fisiológicos** en las plantas por medio de radiaciones, hace mucho que se ha demostrado la posibilidad de evitar la germinación de **patatas** y **cebollas** tratándolas con pequeñas dosis de irradiación. En el Simposio se presentó información detallada acerca de la química de algunos de estos cambios. Una de las memorias dio cuenta de que se habían empleado con éxito los rayos gamma para un fin análogo: impedir la germinación de **ñames**. Esto es de gran interés para la economía nacional de algunos países en desarrollo, especialmente de Africa, porque no hay ningún tratamiento químico que haya resultado eficaz para el ñame.

Otra nueva aplicación dada a conocer en el Simposio fue el **tratamiento combinado** (irradiación y agentes químicos) de patatas y cebollas para evitar la germinación y la descomposición.

Se puso de manifiesto que la radioinhibición de la germinación de los **granos de soja** puede aplicarse con un nuevo fin. La irradiación de estas semillas durante su germinación hace que disminuya su contenido de oligosacáridos, con lo que se obtiene un producto que no ocasiona el bien conocido fenómeno de la flatulencia (formación excesiva de gases en el intestino humano tras el consumo de esas legumbres); al mismo tiempo, las semillas de soja tratadas de este modo se cocinan más rápidamente.

Sacos de cebollas irradiadas y sin irradiar:

puede observarse que estas últimas han germinado. Foto: Universidad de Michigan (Estados Unidos) ►



Se demostró que la **acción microbicida** de las radiaciones mejora notablemente la calidad de los preparados de **almidón de maíz** y, en consecuencia, las **características higiénicas** de los alimentos preparados con almidón. Lo mismo se comprobó en el caso de **especies mezcladas** y del **pimentón**: los productos cárnicos preparados con especias irradiadas hubieron de calentarse menos (es decir, a menor temperatura o por menos tiempo) y se conservaron durante más tiempo que los contaminados por las numerosas bacterias que suelen contener las especias no tratadas. Se hizo saber que la irradiación de **salchichas de Viena** y de un producto japonés a base de pasta de pescado denominado «**kamaboko**», en combinación con un tratamiento térmico, prolonga considerablemente la conservación de estos artículos.

Varias memorias trataron de la radioconservación de **pescados** y **mariscos**, tanto sometidos a temperaturas inferiores a + 3°C, como guisados o desecados. Todos los nuevos datos confirmaron la viabilidad tecnológica de este tratamiento, que puede tener capital importancia para la conservación de la principal fuente de proteínas de muchos países en desarrollo. En concordancia con algunos informes anteriores (véase también el artículo «**Carnes conservadas durante años**» en este mismo número), pudo demostrarse que la esterilización con dosis elevadas de irradiación (**radappertización**) de **carne**, **productos cárnicos** y **aves** es posible en la práctica si se combina con un ligero tratamiento térmico para inactivar en los tejidos las enzimas proteolíticas resistentes a las radiaciones. Se pueden producir en bolsas productos conservables por tiempo prácticamente ilimitado sin necesidad de refrigeración. Por otra parte, también se ha elaborado un método a base de dosis reducidas (denominado de **radurización**) para prolongar la conservación en frigorífico (hasta 3 semanas a 3°C) de piezas de carne destinadas a la venta al por menor. Además, se demostró que el tratamiento con dosis reducidas para combatir las bacterias patogénicas (**radicidación**) puede ser extraordinariamente beneficioso para la salud pública, de manera análoga a como lo es la pasteurización de la leche.

También se dieron a conocer los **aspectos básicos** de la acción de las radiaciones sobre las células microbianas, y se sugirieron algunos tratamientos combinados interesantes, a base de radiaciones y otro agente físico o químico (**por ejemplo**, la aplicación de presiones hidrostáticas altas para estimular la germinación de las esporas bacterianas, con irradiación consecutiva de las esporas germinadas, que son más sensibles a las radiaciones ionizantes y mueren más rápida y completamente).

Se comprobó que la eliminación de los **daños producidos por los insectos** en buen número de alimentos es un tema que sigue atrayendo la atención de los científicos dedicados a estos problemas. En los laboratorios de varios países se ha confirmado que la radiodesinfestación es un procedimiento sumamente práctico para combatir los insectos de **cereales**, **harina**, **cacahuets**, **nueces**, **frutas secas** y **patatas**, siendo esta última una aplicación interesante por sus efectos simultáneos de impedir la infestación por insectos y la germinación. Se demostró que la radiodesinfestación de los productos citados no deteriora sus propiedades tecnológicas. Importancia especial reviste la radiodesinfestación de **frutas** y **verduras frescas** con fines de **cuarentena**, es decir, para facilitar el comercio internacional de esos artículos sin riesgo de que sus peligrosos insectos parásitos se propaguen en el país importador.

Para que el examen de los progresos en los estudios de viabilidad técnica fuera más completo se expusieron también en el Simposio nuevos métodos de **dosimetría**, especialmente adaptados a las necesidades de las instalaciones de irradiación de alimentos.

VIABILIDAD ECONOMICA

De lo que antecede se deduce que, desde el punto de vista tecnológico, muchas aplicaciones prácticas de las radiaciones ionizantes son posibles y ventajosas: la irradiación podrá

sustituir a otros métodos tradicionales de conservación de alimentos, o bien resolver algunos problemas especiales insolubles por procedimientos más antiguos.

Ahora bien, como sucede siempre, un proceso tecnológico, por muchas que sean sus ventajas, nunca tendrá aplicación práctica si no ofrece suficientes alicientes económicos, por lo menos, para un futuro no muy lejano.

En vista de ello, el tema de la viabilidad económica de la irradiación de alimentos ha atraído la atención de varios expertos, que informaron en ambas reuniones acerca de los resultados de sus cálculos.

Algunos **estudios teóricos** describieron tanto los factores que han de tenerse en cuenta al juzgar la viabilidad económica, como los métodos de cálculo. Se destacaron varios puntos importantes: la caracterización de los productos a tratar, la naturaleza estacional de ciertos productos agrícolas, la caracterización de la instalación de irradiación y las fuentes de energía, así como las necesidades de financiación y de inversión.

También se presentaron algunos cálculos económicos basados en **experiencias prácticas** de alcance limitado. Se demostró el interés comercial de la radiodesinfestación de **papayas** —combinada con un tratamiento con agua caliente— con fines de cuarentena y para prolongar su conservación. También se presentaron cálculos económicos relativos a una planta piloto que va a construirse en 1973, en la que se tratará **almidón de maíz** en sacos de 50 kg con dosis de 250 ± 25 krad, cuya capacidad de tratamiento será de 10 a 40 toneladas/día. También se presentaron estudios de optimación económica de una planta de desinfestación destinada a tratar en un país africano **mijo, sorgo y judías enanas**.

Finalmente, se llegó a la conclusión de que, antes de iniciar experimentos tecnológicos en gran escala, deben analizarse desde el punto de vista económico todos los proyectos de irradiación de alimentos. Se instó a los países en desarrollo que están emprendiendo estudios de esta clase a realizar un análisis detallado de los beneficios en función de los costos de la irradiación de cada producto alimenticio concreto. Se consideró un buen síntoma el que en varios países en desarrollo existan ya cálculos de esta clase.

En teoría se han estudiado todos los aspectos importantes para un cálculo económico correcto, por lo menos todos los que deben analizarse a juzgar por la experiencia actual. No obstante, es obvio que la viabilidad económica sólo puede evaluarse realmente por medio de ensayos prácticos en gran escala. Como en los demás procesos industriales, también en este caso son importantes, tanto desde el punto de vista tecnológico como económico, los efectos del **aumento de escala**.

Es evidente que la evaluación efectiva de la viabilidad económica sólo puede efectuarse en una planta de irradiación en escala industrial. Pero para hacerlo también es necesario que las autoridades sanitarias hayan dado su conformidad al producto irradiado, porque no es posible ningún experimento en gran escala sin tener la seguridad de que el producto tratado podrá venderse al público sin restricciones. Por lo tanto, es imprescindible la autorización previa del producto en cuestión.

COMESTIBILIDAD

Así, pues, la comestibilidad de estos alimentos fue un tema central del Simposio y del Grupo de expertos.

Varias de las comunicaciones trataron este tema y dieron cuenta de los resultados de experimentos ejecutados en laboratorios de diferentes países acerca de la comestibilidad de diversos alimentos, determinada por medio de los ensayos habituales con animales.

Se informó sobre **ensayos de toxicidad aguda y crónica** efectuados con **trigo irradiado, camarones deshidratados e irradiados, dietas completas irradiadas, carne de vacuno con enzimas inactivadas, almidón de maíz, fresas, setas y pollos irradiados**, así como con sustancias modelo, tales como **soluciones de sacarosa**. El resultado de todos los ensayos fue que

RELACION DE LOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS IRRADIADOS AUTORIZADOS PARA EL CONSUMO HUMANO EN DIVERSOS PAISES

(Agrupados por tipos de producto; situación en noviembre de 1972)

PRODUCTO	PAIS	FINALIDAD DE LA IRRADIACION	FUENTE DE RADIACION	DOSIS (krad)	FECHA DE AUTORIZACION
Frutas y verduras					
PATATAS	Unión Soviética	Inhibición de la germinación	⁶⁰ Co	10	14 mar. 1958
	Canadá	Inhibición de la germinación	⁶⁰ Co	10 máx. 15 máx.	9 nov. 1960 14 jun. 1963
	Estados Unidos (patatas blancas)	Inhibición de la germinación	⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs ⁶⁰ Co + ¹³⁷ Cs	5 - 10 5 - 10 5 - 15	30 jun. 1964 2 oct. 1964 1 nov. 1965
	Israel	Inhibición de la germinación	⁶⁰ Co	15 máx.	5 jul. 1967
	Japón	Inhibición de la germinación	⁶⁰ Co	15 máx.	30 ago. 1972
	OMS**)	Inhibición de la germinación	⁶⁰ Co ó ¹³⁷ Cs	15 máx.	12 abril 1969
	España	Inhibición de la germinación	⁶⁰ Co	5 - 15	4 nov. 1969
	Hungría*)	Inhibición de la germinación	⁶⁰ Co ⁶⁰ Co	10 15 máx.	23 dic. 1969 10 ene. 1972
	Dinamarca	Inhibición de la germinación	Electrones de 10 MeV	15 máx.	27 ene. 1970
	Países Bajos	Inhibición de la germinación	⁶⁰ Co Electrones de 4 MeV	15 máx. 15 máx.	23 mar. 1970 23 mar. 1970
CEBOLLAS	Canadá	Inhibición de la germinación	⁶⁰ Co	15 máx.	25 mar. 1965
	Unión Soviética*)	Inhibición de la germinación	⁶⁰ Co	6	25 feb. 1967
	Israel	Inhibición de la germinación	⁶⁰ Co	10 máx.	25 jul. 1968
	Países Bajos*)	Inhibición de la germinación	⁶⁰ Co Electrones de 4 MeV	15 máx. 15 máx.	5 feb. 1971 5 feb. 1971
	Tailandia	Inhibición de la germinación	—	—	sept. 1972
FRUTOS SECOS	Unión Soviética	Eliminación de insectos	⁶⁰ Co	100	15 febr. 1966
FRUTAS Y VERDURAS FRESCAS	Unión Soviética*)	Radurización	⁶⁰ Co	200 - 400	11 jul. 1964
SETAS	Países Bajos	Inhibición del crecimiento	⁶⁰ Co	250 máx.	23 oct. 1969
			Electrones de 4 MeV	250 máx.	23 oct. 1969
ESPARRAGOS	Países Bajos*)	Radurización	⁶⁰ Co	200 máx.	7 may. 1969
FRESAS	Países Bajos*)	Radurización	⁶⁰ Co	250 máx.	7 may. 1969
			Electrones de 4 MeV	250 máx.	7 may. 1969
CACAO EN GRANO	Países Bajos*)	Eliminación de insectos	⁶⁰ Co	70 máx.	7 may. 1969
			Electrones de 4 MeV	70 máx.	7 may. 1969

*) Lotes experimentales.

**) Aceptación temporal.

en ningún caso pudo demostrarse que los productos irradiados fueran tóxicos. Lo mismo cabe decir acerca del sistema inframamífero *Tetrahymena piriformis*, de las determinaciones de caracteres dominantes letales, de los ensayos de toxicidad por medio de animales hésped y del estudio de la formación de los tejidos durante el desarrollo embrionario, pruebas todas ellas propuestas recientemente.

Se comunicó que en ciertos países se está ensayando la comestibilidad de dietas completas irradiadas. En general se efectúan simultáneamente, con fines de comparación, pruebas con alimentos tratados térmicamente.

Se indicó, además, que desde hace por lo menos seis años se están realizando amplios ensayos en animales de dietas completas irradiadas, pues la industria de animales de laboratorio necesita y ha encargado productos esterilizados por irradiación (radicidados y radappertizados) para la cría de animales con alimentos exentos de organismos patógenos específicos (animales SPF) o con alimentos totalmente exentos de microorganismos vivos (animales GF, exentos de gérmenes). En un país se venden anualmente 250 toneladas de alimentos radappertizados y, en otro, 100 toneladas. En ninguno de las decenas de millares de animales

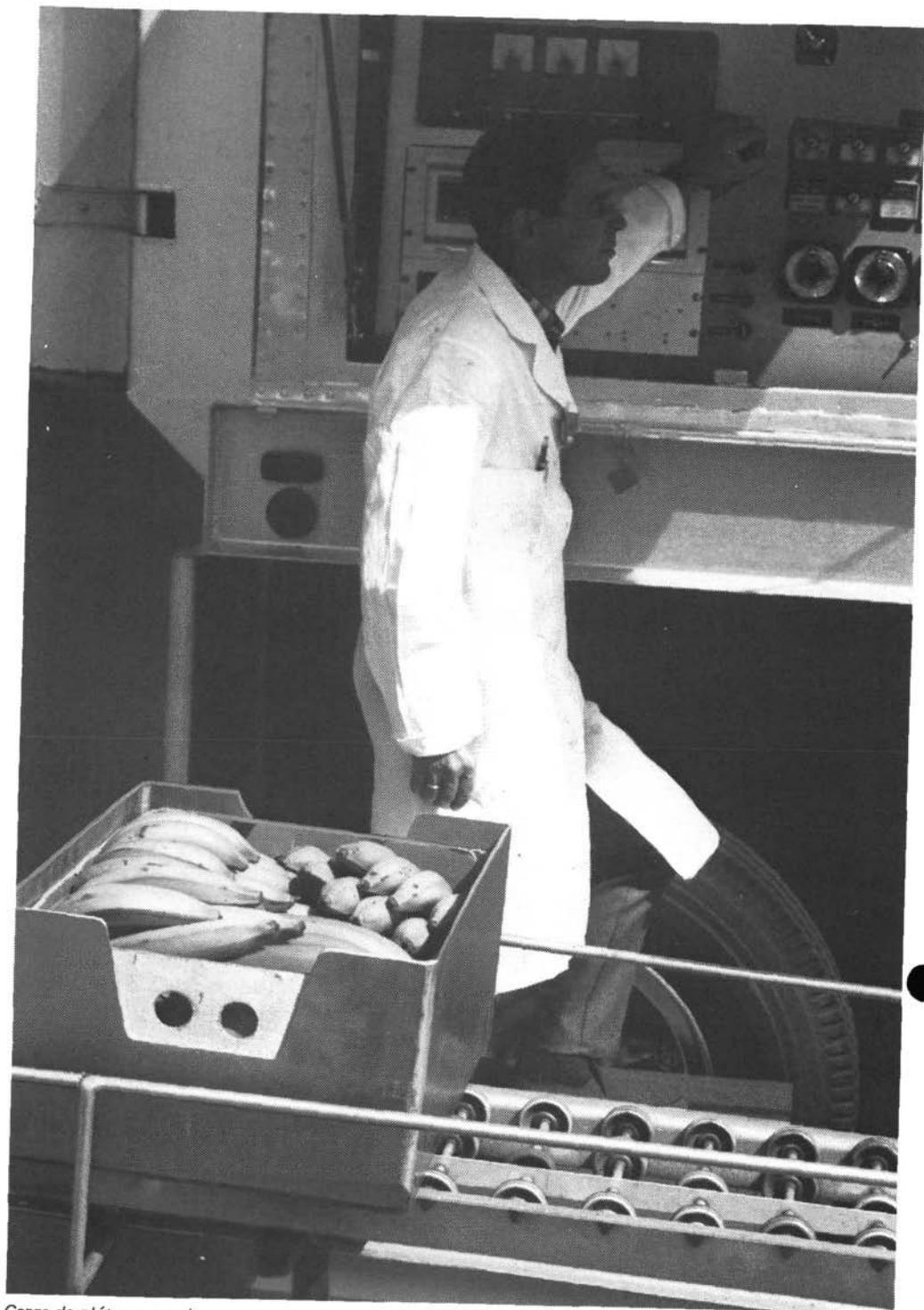
PRODUCTO	PAIS	FINALIDAD DE LA IRRADIACION	FUENTE DE RADIACION	DOSIS (krad)	FECHA DE AUTORIZACION
ESPECIAS Y CONDIMENTOS	Países Bajos*)	Radurización	⁶⁰ Co Electrones de 4 MeV	800 - 1000 800 - 1000	13 sept. 1971 13 sept. 1971
Cereales y productos derivados					
CEREALES	Unión Soviética	Eliminación de insectos	⁶⁰ Co	30	1959
TRIGO Y HARINA DE TRIGO (modificado el 4 de marzo de 1966, antes DERIVADOS DEL TRIGO)	Estados Unidos	Eliminación de insectos	⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs Electrones de 5 MeV	20 - 50 20 - 50 20 - 50	21 ago. 1963 2 oct. 1964 26 febr. 1966
TRIGO, HARINA Y HARINA INTEGRAL DE TRIGO	Canadá	Eliminación de insectos	⁶⁰ Co	75 máx.	25 febr. 1969
TRIGO Y PRODUCTOS DE SU MOLIENDA	OMS**)	Eliminación de insectos		75 máx.	12 abr. 1969
Carne y pescado					
CARNE DE VACUNO, DE CERDO Y DE CONEJO SEMIPREPARADA (en bolsas de plástico)	Unión Soviética*)	Radurización	⁶⁰ Co	600 - 800	11 jul. 1964
AVES EVISCERADAS (en bolsas de plástico)	Unión Soviética*)	Radurización	⁶⁰ Co	600	4 jul. 1966
	Países Bajos*)	Radurización	⁶⁰ Co	300 máx.	31 dic. 1971
PRODUCTOS CARNICOS YA PREPARADOS PARA EL CONSUMO (CARNE FRITA, ENTRECOT) (en bolsas de plástico)	Unión Soviética*)	Radurización	⁶⁰ Co	800	1 febr. 1967
CAMARONES	Países Bajos*)	Radurización	⁶⁰ Co Electrones de 4 MeV	50 - 100 50 - 100	13 nov. 1970 13 nov. 1970
Otros productos					
CONCENTRADOS ALIMENTICIOS SECOS	Unión Soviética	Eliminación de insectos	⁶⁰ Co	70	6 jun. 1966
CUALQUIER ALIMENTO para su consumo por pacientes que precisen una dieta estéril como factor esencial en su tratamiento	Reino Unido	Radappertización			1 dic. 1969
COMIDAS CONGELADAS	Países Bajos***)	Radappertización	⁶⁰ Co	2500 mín.	27 nov. 1969
ALIMENTOS FRESCOS, ENLATADOS Y LIQUIDOS	Países Bajos***)	Radappertización	⁶⁰ Co	2500 mín.	8 mar. 1972

*) Lotes experimentales. **) Aceptación temporal. ***) Para los pacientes de hospitales que deban ser aislados para su protección.

alimentados se han observado efectos nocivos. Es más, estos animales son muy codiciados por un número cada vez mayor de criadores de animales de laboratorio.

Se puso de manifiesto que, en el futuro, deben efectuarse más estudios comparativos sobre comestibilidad de dietas completas, es decir, la irradiación debe compararse con otros procedimientos tecnológicos hoy aceptados, por ejemplo, el tratamiento térmico. Además, se observó la tendencia cada vez mayor a realizar experiencias analíticas e integrales en lugar de ensayos de cada alimento por separado; en otras palabras, se propugnó el estudio de efectos específicos y el empleo de dietas integrales.

Se reconoció con satisfacción que, a pesar de todas las dificultades, en los últimos seis años el número de productos alimenticios irradiados autorizados, con o sin restricciones, aumentó de 8 a 19 y que el número de países en los que uno o más productos alimenticios irradiados han sido aceptados para el consumo humano aumentó de 3 a 11 (véase la lista de productos autorizados). Es significativo que el aumento se haya producido sobre todo en los últimos tres años.



Carga de plátanos verdes en una cinta transportadora automática para su irradiación, durante un experimento de conservación de frutas realizado en el Davis Laboratory de la Universidad de California. Foto: USAEC

PERSPECTIVAS

Las conclusiones generales de ambas reuniones pueden resumirse del modo siguiente.

La conservación por irradiación de un gran número de productos alimenticios es viable desde el punto de vista de las ventajas técnicas.

Para juzgar la viabilidad del proceso desde el punto de vista económico sería preciso ejecutar numerosos experimentos tecnológicos en gran escala en plantas piloto construidas específicamente con tal fin.

Antes de lanzarse a ensayos en gran escala deben siempre examinarse muy detenidamente las ventajas económicas de la irradiación de alimentos. El examen debe basarse en datos económico actuales, pero teniendo en cuenta las novedades que sean de esperar en un futuro próximo. En estos estudios deben considerarse todos los factores de orden sanitario, agrícola, tecnológico, comercial y psicológico, que puedan influir en la viabilidad económica en cada caso particular.

Los experimentos en escala industrial sólo pueden efectuarse cuando las autoridades sanitarias hayan aprobado para el consumo humano el producto alimenticio irradiado cuya viabilidad económica se desea determinar.

El objetivo que debe perseguirse es la autorización del **proceso** de irradiación de alimentos, y no la de productos alimenticios irradiados considerados por separado.

Se deben especificar claramente las condiciones requeridas para la aprobación por las autoridades sanitarias, a fin de facilitar el cumplimiento de las mismas en los ensayos de comestibilidad.

En vista de las aprobaciones ya dadas por las autoridades sanitarias y de la urgente necesidad de conservar sus escasos recursos alimenticios, los países en desarrollo deben acrecentar sus esfuerzos para que sea una realidad el tratamiento de los alimentos con radiaciones ionizantes. Los países menos desarrollados deben proceder sin tardanza a introducir este procedimiento, independientemente de los progresos conseguidos en los países desarrollados, donde la necesidad de un método nuevo de conservación de alimentos acaso sea menos acuciante, y donde la existencia de otras técnicas bien establecidas dificulta actualmente la introducción del nuevo procedimiento.

A este respecto, las palabras pronunciadas por **Glenn T. Seaborg** en su discurso de apertura como Presidente de la cuarta Conferencia de Ginebra sobre la Utilización de la Energía Atómica con Fines Pacíficos, celebrada en septiembre de 1971, fueron recordadas con satisfacción: en el caso de la conservación de alimentos «como en algunos otros, sospecho que se ha introducido un cierto desorden en el grado de prioridades por dejar de sopesar los riesgos frente a los beneficios. Cuando decenas de millones de habitantes de la tierra siguen sufriendo hambre y padeciendo de su acompañante más insidioso, la malnutrición, la posibilidad de prolongar el período de almacenamiento de los productos alimenticios por irradiación y de reducir las pérdidas debidas a la infestación y a la formación de brotes no ha recibido la importancia que merece». Es de esperar que muy pronto se incrementen e intensifiquen las actividades en esta esfera.

Es necesario tratar de educar al público y, especialmente, a las personas capaces de influir en la opinión pública, dando a conocer los posibles beneficios de la irradiación de alimentos desde el punto de vista económico y de la nutrición.

Se pidió a las organizaciones patrocinadoras de ambas reuniones, la FAO y el OIEA, que sigan promoviendo la colaboración internacional en cuanto a la viabilidad económica y técnica de la irradiación de alimentos en los países en desarrollo, y que reúnan un grupo de expertos, con participación de la OMS, encargado de hacer un examen crítico de las evaluaciones de la comestibilidad de los alimentos irradiados.