

Técnicas nucleares para el desarrollo agrícola y alimentario: 1964 a 1994

Recuento de algunos logros de la División Mixta FAO/OIEA, que cumple en octubre su trigésimo año de prestación de servicios a escala mundial

Desde los laboratorios de investigación hasta los campos de cultivo, las técnicas nucleares cumplen una función cada vez más valiosa y, en ocasiones, única en materia de investigación y desarrollo agrícolas. Tienen una amplia gama de aplicaciones que abarcan la conservación de los alimentos, la producción agrícola y los estudios de sanidad pecuaria.

En no poca medida, los progresos alcanzados se deben a la colaboración de dos organizaciones mundiales —el OIEA y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Treinta años atrás, en octubre de 1964, las dos organizaciones aunaron fuerzas para crear una División Mixta de Técnicas Nucleares para la Alimentación y la Agricultura. La nueva división fusionó la sección de energía atómica de la FAO con la dependencia de agricultura del OIEA, y así creó un programa común encaminado a evitar la duplicación de tareas y esfuerzos.

Durante los últimos 30 años, los programas de la División Mixta FAO/OIEA han ayudado a los países a resolver problemas prácticos, y costosos, relativos a fertilidad de los suelos, riego y producción agrícola; fitotecnia y fitogenética; producción y sanidad pecuarias; control de insectos y plagas; productos agroquímicos y residuos; y conservación de alimentos. Los objetivos generales de la División son explotar las posibilidades de aplicación de las técnicas isotópicas y de radiación al desarrollo y la investigación agrícolas; aumentar y estabilizar la producción agrícola; reducir los costos de producción; mejorar la calidad de los alimentos; proteger los productos agrícolas de daños y pérdidas; y mini-

mizar la contaminación de los alimentos y del medio ambiente agrícola. Al cumplirse el 30 aniversario de la creación de la División Mixta, en el presente artículo se ofrece una selección de los logros alcanzados en los últimos tres decenios*.

Fertilidad de los suelos y fijación del nitrógeno

Los investigadores agrícolas sospechaban desde hacía tiempo que una gran cantidad de fertilizantes se perdía a causa de la aplicación incorrecta y que, en consecuencia, nunca llegaba a ser absorbida por los cultivos. El problema interesó a los expertos de la División Mixta en el decenio de 1960, pero se dieron cuenta de que las posibles soluciones podían ser costosas. Los primeros programas coordinados de investigación sobre el arroz y el maíz, sin embargo, demostraron que el empleo de isótopos de fósforo 32 y nitrógeno 15 en estudios de campo realizados a escala mundial era económicamente viable. El descubrimiento estimuló el uso generalizado del nitrógeno 15 en las investigaciones agrícolas e influyó considerablemente en la extensión del uso de técnicas isotópicas a muchos países en desarrollo.

En los años siguientes, los experimentos de fertilización del arroz auspiciados por la FAO y el OIEA en el Lejano Oriente, Hungría y Egipto ayudaron a resolver problemas decisivos en relación con la aplicación adecuada de los fertilizantes fosforados y nitrogenados. Se descubrió que el fósforo debía aplicarse en la superficie, mientras que eso sería lo peor

por Björn Sigurbjörnsson y Peter Vose

El Sr. Sigurbjörnsson es Director de la División Mixta FAO/OIEA y el Sr. Vose fue funcionario superior de la División. Ambos fueron fundadores de la División en 1964.

* En la edición de 1994 del *Anuario (Yearbook) del OIEA* figura un informe más amplio sobre la División Mixta FAO/OIEA y su trabajo. (En inglés.)

tratándose del nitrógeno, que en tal caso no sería absorbido por el cultivo. Aunque esto se había sospechado durante años de experimentación tradicional, nunca se había comprobado.

Un programa coordinado realizado con el maíz demostró además que la absorción de fósforo era mayor cuando se le mezclaba con fertilizante nitrogenado, y que la aplicación de cierta cantidad de nitrógeno en la etapa del florecimiento producía una absorción muy efectiva y aumentaba el rendimiento del cultivo. Las recomendaciones basadas en estos resultados experimentales han sido adoptadas por el programa de fertilizantes de la FAO y por muchos países, ayudando así a salvar millones de dólares por este concepto.

También, en relación con los árboles de cultivo, el trabajo de la División Mixta demostró que la aplicación eficaz del fertilizante puede significar ahorros durante muchos años. Mientras que la realización y evaluación de experimentos tradicionales con fertilizantes en árboles de cultivo demora varios años, el empleo de fertilizantes marcados con isótopos puede ayudar a los investigadores a determinar la actividad radicular. El programa de la División demostró que la aplicación tradicional de los fertilizantes no era óptima en muchos casos.

Más recientemente se ha investigado de forma intensiva la fijación biológica del nitrógeno de la atmósfera. Estas investigaciones se emprendieron debido al alto costo y, en general, a la escasa disponibilidad de fertilizantes nitrogenados en los países en desarrollo, así como a la necesidad de reducir los niveles de fertilizantes en los países desarrollados. Es bastante difícil medir la cantidad de nitrógeno que ha fijado un cultivo, pero la División Mixta FAO/OIEA ha estado entre los pioneros del desarrollo de métodos que emplean el nitrógeno ¹⁵. Estos métodos dan buenos resultados y se han usado en importantes programas coordinados de investigación para determinar la capacidad de fijación de nitrógeno de los frijoles y otras legumbres, los pastos, los árboles leguminosos que fijan nitrógeno, y la *Azolla*, una mala hierba de estanque que suministra nitrógeno a los arrozales.

Humedad del suelo y riego

El aprovechamiento eficaz del agua en los sistemas de riego exige una vigilancia continua del nivel de humedad del suelo y la interpretación de estas mediciones. El empleo de técnicas nucleares en la medición de la humedad del suelo ha permitido a los especialistas en física de suelos modificar los regímenes de riego y planificar mejor el uso de la escasa agua destinada a esos fines. Al mismo tiempo, se pueden mantener o mejorar las posibilidades productivas de la tierra.

Los programas coordinados de investigación de la FAO y el OIEA han demostrado que se pueden mejorar los métodos tradicionales de riego para ahorrar en total hasta el 40% del agua; el agua ahorrada puede usarse para irrigar otras zonas. Investigadores de varios países han ensayado distintos métodos para aumentar la conservación del agua en las zonas de riego pluvial, y los resultados han permitido aplicaciones prácticas inmediatas.

Fitotecnica por mutaciones

En 1964 la fitotecnica por mutaciones solía ser objeto de burla. A los reproductores de plantas con largos años de experiencia les costaba creer que la inducción de mutantes por medio de radiaciones y de una forma evidentemente aleatoria tuviese alguna relación con sus procedimientos clásicos, según los cuales se hacía un cuidadoso cruzamiento de distintas plantas progenitoras y una selección y reelección de su progenie. Pero las actitudes han cambiado mucho, en gran parte gracias a los programas de la División Mixta. En realidad la fitotecnica por mutaciones ha sido uno de los éxitos más descolantes —hasta la fecha se han autorizado 1800 cultivares mutantes mejorados— de una repercusión tan grande que no pretendemos evaluar su valor monetario.

Es probable que la conferencia internacional celebrada en Roma en la primavera de 1964 con los auspicios de la FAO y el OIEA haya marcado un cambio decisivo. En esa época, la cantidad de cultivares mutantes autorizados que se conocían no llegaba a cincuenta. En la conferencia se reconoció la necesidad de cooperar para resolver los problemas que se presentan en el tratamiento efectivo por mutaciones, y en la posterior preselección, selección y aplicación de mutantes, entre otras esferas.

Muy poco se sabía acerca de cómo iniciar un programa de fitotecnica mutacional y cómo incorporar un carácter útil en las mejores variedades existentes. La nueva División aceptó este reto y su respuesta fue la elaboración del *Manual on Mutation Breeding* de la FAO y el OIEA. Esta publicación ha tenido enorme influencia, y se ha convertido en un texto clásico para los genetistas. Desde el punto de vista práctico, un acontecimiento muy importante fue el diseño de una instalación (SNIF-Instalación tipo de irradiación neutrónica) que brindaría a los genetistas una fuente pura de neutrones rápidos en los reactores de tipo piscina.

Uno de los primeros programas FAO/OIEA consistió en ensayar cultivares mutantes de trigo duro en el Mediterráneo y el Cercano Oriente. En la actualidad, estos cultivares figuran entre los más logrados y en Italia constituyen casi el 70% de la superficie total cultivada con variedades mutantes.

Los primeros trabajos de fitotecnica mutacional también incluyeron la cebada, y ello dio lugar a que hoy en día prácticamente todos los cultivares de cebada de Europa septentrional y central tengan antecesores obtenidos mediante mutaciones inducidas, como resultado de un proceso en "cascada" de variedades nuevas.

La fitotecnica mutacional ha tenido un éxito enorme con el arroz. En gran parte como resultado de la conferencia de 1964, bajo los auspicios de la FAO y el OIEA, se estableció un importante programa coordinado de mejoramiento del arroz que permitió obtener gran cantidad de variedades nuevas mejoradas con ayuda de mutaciones inducidas. Antes de comenzar el programa había cuatro cultivares mutantes de arroz autorizados. Hoy existen más de 200. En todo el mundo hay millones de hectáreas sembradas de cultivares mutantes de arroz y las repercusiones han sido enormes.

La División Mixta ha abordado también otros problemas, como la resistencia de los cultivos a las

enfermedades y el contenido proteico de los granos de cereales. De los estudios de cultivos transitorios como la cebada, el trigo y el arroz, se pasó a estudiar las leguminosas de grano, las frutas, y las raíces y tubérculos. Los programas para el mejoramiento de las leguminosas de grano produjeron más de 100 cultivares mejorados.

Con los cultivos de propagación vegetativa se presentaron problemas mucho mayores, excepto en el caso del multimillonario mercado de plantas domésticas, que no necesitaba ayuda ya que los mutantes se obtenían muy fácilmente. La respuesta parece estar en el uso de técnicas de cultivo *in vitro*, y la División Mixta —por mediación de su Laboratorio de Agricultura en los Laboratorios de Seibersdorf del OIEA— ha venido trabajando en la exploración de métodos fitotécnicos no convencionales para el mejoramiento de los cultivos tropicales. Entre los cultivos estudiados cabe mencionar las palmas, las frutas tropicales, la mandioca, el ñame y el cacao. Por ejemplo, los cultivos de tejidos de banano aumentan mucho la eficacia de los tratamientos por mutaciones. Están en marcha ensayos con cultivares de banano que se espera hacer resistentes a las enfermedades. Uno de estos, llamado "Novaria" y obtenido en Seibersdorf, acaba de ser autorizado en Malasia.

Producción y sanidad pecuarias

La ganadería es un componente importante de la mayoría de los sistemas agrícolas. Los parásitos internos provocan en todo el mundo enormes pérdidas de animales que se manifiestan en la reducción del crecimiento y en muertes innecesarias. Investigaciones realizadas hace bastante tiempo demostraron que la irradiación podía "atenuar" algunos parásitos internos de animales —es decir, volverlos inocuos— para utilizarlos en la preparación de vacunas contra varias enfermedades parasitarias mortales. El primer programa coordinado FAO/OIEA en materia de ciencia animal, de 1966, fue dedicado al control eficaz de los parásitos internos en animales domésticos.

La reproducción de animales ha sido otro importante tema de investigación. La condición reproductiva de las hembras puede determinarse midiendo el nivel de la hormona progesterona en la sangre o la leche mediante inmunoanálisis radiactivo (RIA) con yodo 125 como marcador. El Laboratorio de Seibersdorf ha creado juegos de RIA diseñados especialmente para el uso en condiciones difíciles. Con este método, los programas FAO/OIEA sobre producción de búfalos en Asia, ovejas y carneros en África, y llamas y alpacas en América Latina han tenido notables éxitos y proporcionado una información única sobre el comportamiento reproductivo de las especies autóctonas y los tipos de ganado que suele criar el pequeño agricultor. Estos programas han permitido determinar los animales de superior rendimiento, y han logrado que se acepten prácticas de ordenación nuevas para aumentar la eficacia reproductiva.

Las sondas ADN marcadas con isótopos (fósforo 32 o yodo 131) y los métodos de inmunoanálisis que, en principio, son similares, permiten diagnosti-

car enfermedades, apoyar la realización de estudios sobre ellas y vigilar los programas destinados a su control. El inmunoanálisis (análisis inmunosorbente por conjugados enzimáticos-ELISA) se emplea en la detección y medición de anticuerpos para infecciones específicas, por lo que puede usarse para establecer el alcance de enfermedades importantes como la peste bovina (la plaga del ganado), la babesiosis y la brucelosis. Además, permite vigilar la eficacia de medidas de control como el tratamiento con medicamentos o la vacunación.

El ELISA ha tenido mucho éxito. Se han suministrado a escala mundial juegos especialmente diseñados en el Laboratorio de Seibersdorf y se han enviado a distintos proyectos muchos millones de unidades de análisis. El ELISA desempeñó un papel muy destacado durante la campaña de vacunación contra la peste bovina efectuada en Nigeria y, más recientemente, en la campaña panafricana contra la peste bovina, que erradicó esta enfermedad en 14 países. (Véase el artículo siguiente.)

Los problemas relacionados con la nutrición también siguen despertando interés. Aunque la insuficiencia o el desequilibrio de minerales suele ser un problema que aqueja al ganado, generalmente no es fácil reconocerlo hasta que su incidencia en el crecimiento es grave. Los métodos isotópicos de diagnóstico de la insuficiencia de cobre, selenio, cinc y fósforo han proporcionado un medio que permite determinar más rápidamente la situación de estos elementos esenciales y fueron uno de los objetivos de los primeros trabajos conjuntos de la FAO y el OIEA.

En un programa coordinado se empleó nitrógeno 15 para el estudio de fuentes no proteínicas de nitrógeno, por ejemplo, la urea, como complemento alimentario para rumiantes. Esto permitió usar nitrógeno no proteínico barato para satisfacer las necesidades proteínicas de los rumiantes, ya que éstos pueden convertir el nitrógeno inorgánico en proteína.

La labor conjunta de la FAO y el OIEA en el decenio de 1980 se centró en la búsqueda de mejores formas de empleo de los forrajes fibrosos, como la paja y los residuos de cultivos, y de los subproductos de las industrias de elaboración de alimentos como el bagazo, para alimentar búfalos, ovejas y carneros. Se diseñó y usó un rumen artificial, denominado Rusitec, para estudiar la degradación microbiana de los forrajes mediante el uso de marcación isotópica. La información adquirida ha permitido formular en los países en desarrollo nuevas dietas para rumiantes basadas en forrajes que se pueden obtener a nivel local.

El alcance universal de estos programas ha hecho un aporte sustancial a la formulación de conceptos que ahora utilizan comúnmente los especialistas en nutrición animal para establecer el valor de los forrajes y los requisitos nutricionales del ganado.

Control de los insectos

Los cultivos, el ganado y los seres humanos sufren ataques de importantes plagas de insectos, cuyos efectos nocivos son tan grandes que pueden dañar el desarrollo social y las economías de





Página anterior: Labranza con animales en África; agricultor aventando arroz, gramínea de la cual se han obtenido unos 200 cultivares; plaza de mercado en Guatemala; un científico prepara un experimento en el Laboratorio de Agricultura de Seibersdorf; investigaciones en el Laboratorio de Seibersdorf sobre fórmulas de liberación controlada de herbicidas. En esta página: vista de primer plano de un mutante de cebada; trampa de moscamed en América Central.

(Cortesías: FAO; M. Maluszynski, OIEA; J. Marshall, OIEA)



regiones enteras. Entre esas plagas cabe mencionar al gusano barrenador, que ataca a los seres humanos y a los animales de sangre caliente (principalmente el ganado vacuno), la mosca mediterránea de la fruta (moscamed), y la mosca tsé-tsé, que ataca tanto al ganado como a las personas.

Durante años, la FAO y el OIEA han celebrado conjuntamente ocho importantes simposios sobre la aplicación de técnicas de radiación para resolver los problemas relacionados con los insectos. Las reuniones han influido particularmente en el desarrollo de la Técnica de los Insectos Estériles (TIE). Esta técnica consiste en la cría de insectos que después se esterilizan mediante radiaciones y se liberan en las zonas infestadas. Como sus parejas no producen descendencia, las liberaciones repetidas reducen y erradican la población.

La moscamed, *Ceratitis capitata*, se encuentra prácticamente dondequiera que se cultivan cítricos y frutos blandos. Las consecuencias económicas son enormes, ya que la fruta queda muy dañada y se reducen mucho las exportaciones. Los investigadores de los Laboratorios de Seibersdorf han formulado dietas artificiales y métodos sumamente eficaces de cría de la moscamed, de manera que la cría en masa de millones de moscas puede hacerse a bajo costo. Aunque parece sencillo, para lograrlo fue necesario realizar muchas investigaciones.

Dos acontecimientos de especial importancia ocurrieron en Seibersdorf. El primero fue la creación de una variedad de sexaje genético de la moscamed en la cual las pupas hembras son blancas y los machos pardos, lo que permite su fácil separación y la liberación de machos únicamente. Otro procedimiento de investigación muy ingenioso fue el de insertar en el cromosoma Y, determinante del sexo, un gen diferencial termosensible inducido por un mutágeno químico mediante traslocación radioinducida de los cromosomas: un "tour de force" técnico. La variedad de moscamed resultante permite segregar los sexos en una etapa temprana: los huevos se calientan a 35°C, lo que hace que los huevos de las hembras mueran y sobrevivan los de los machos. Esto significa que sólo es necesario criar la mitad de las larvas, y por tanto, se reducen a la mitad los costos de alimentación, uno de los principales gastos del método TIE. Además, liberar machos únicamente significa que la fruta no será perforada por las hembras al poner huevos estériles.

Uno de los grandes éxitos alcanzados en relación con la moscamed fue la campaña de erradicación en México, para la cual la División Mixta FAO/OIEA prestó asesoramiento, capacitación y asistencia en la preparación del proyecto de erradicación y la "fábrica" de moscas. Al final, el programa en gran escala financiado por México y los Estados Unidos logró producir 500 millones de moscas estériles a la semana. El resultado de esta campaña fue la erradicación de la plaga en la zona infestada, al tiempo que se evitó una enorme pérdida para la economía mexicana.

El Gusano Barrenador del Nuevo Mundo es una plaga pernicioso y desagradable que ataca a todos los animales de sangre caliente. Los gusanos ponen los huevos en los lomos de los animales y sus larvas perforan la piel hasta llegar a la carne. En 1988 se descubrió que el insecto se había establecido en Libia,

por lo que, con la coordinación de la FAO y el apoyo del OIEA, se emprendió una campaña nacional e internacional para impedir su propagación al ganado y a la fauna del norte de África, África al sur del Sáhara y la cuenca del Mediterráneo. En 1992 se logró erradicarlo, evitando así las enormes pérdidas que se habrían producido de haberse dejado propagar la infestación.

Las moscas tsé-tsé, *Glossina spp.*, "esterilizan" eficazmente casi las dos terceras partes del territorio del África al sur del Sáhara. Esta mosca se alimenta de la sangre de los animales y transmite el tripanosoma, organismo que produce la enfermedad del sueño en los seres humanos y la "Ngana" en el ganado. Aproximadamente 50 millones de personas están amenazadas en una zona cuya extensión territorial es igual a toda la superficie cultivable de los Estados Unidos.

Los investigadores de los Laboratorios de Seibersdorf han trabajado sostenidamente para conseguir la aplicación de la TIE a la mosca tsé-tsé, e incluso han desarrollado métodos de cría en membranas artificiales con una dieta de sangre. Al principio no se sabía si se podrían mantener colonias autónomas en el laboratorio durante un período largo y lograr una progenie que después funcionara en el medio natural. Ya esto es una realidad.

En 1984-1986 la FAO y el OIEA llevaron a cabo en Nigeria una operación conocida como proyecto piloto BICOT que erradicó la mosca tsé-tsé en una zona de 1500 km cuadrados. Hoy día se están ejecutando varios proyectos piloto para ampliar la experiencia adquirida con el BICOT.

Los productos agroquímicos y el medio ambiente

La preocupación del público por la posible contaminación de los alimentos no es nueva. Antes de 1964, la FAO había reunido información sobre la cantidad de radiactividad presente en el suelo, la vegetación y los alimentos como resultado de precipitaciones. Los datos fueron notificados al Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR). En 1969 se hizo un examen perspectivo de estos resultados en un seminario sobre aspectos agrícolas y de salud pública de la contaminación ambiental provocada por materiales radiactivos, auspiciado conjuntamente por la FAO, el OIEA y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

El accidente de Chernobyl revivió la antigua preocupación que existía a nivel internacional sobre la contaminación del medio ambiente por la precipitación radiactiva e hizo que la FAO y el OIEA prepararan en 1989 un importante informe titulado *Radioactive Fallout in Soils, Crops and Food*. Ese mismo año se celebró un Simposio Internacional sobre contaminación del medio ambiente tras un accidente nuclear importante, convocado por la FAO, el OIEA, la OMS y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Existe un caudal de información para ayudar a evaluar el alcance y la magnitud de cualquier futura contaminación ambiental producida por radionucleidos. La publicación de 1994, *Guidelines for*

Agricultural Countermeasures Following an Accidental Release of Radionuclides, ayudará a formular métodos de vigilancia y a limitar los efectos a corto y largo plazos sobre la agricultura, los alimentos y la salud humana.

Los nitratos que se encuentran en las fuentes de agua potable se han convertido también en una cuestión política, ya que los niveles están a veces cerca o por encima de los límites establecidos por la OMS. En un programa que la División Mixta FAO/OIEA ejecutó en los años setenta se emplearon trazadores de nitrógeno 15 para demostrar fuera de toda duda que el nitrato encontrado en el nivel hidrostático provenía casi exclusivamente de intervenciones agrícolas. Los resultados se difundieron en una colección de publicaciones (1974, 1975, 1984) que han pasado a ser referencias clásicas en la materia.

La descarga de desechos que contienen mercurio en los ríos y estuarios ha originado brotes localizados de envenenamiento entre los consumidores de pescado. Además, el empleo en la agricultura de compuestos orgánicos del mercurio para proteger las semillas de enfermedades causadas por hongos y transmitidas por semillas contaminadas ha provocado la muerte de muchas aves y accidentes en las personas. En cooperación con la OMS y la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la División Mixta FAO/OIEA ha evaluado el efecto del mercurio sobre el medio ambiente. La monografía dedicada a esta cuestión se convirtió en una importante fuente de información y posteriormente condujo a la imposición de restricciones severas al uso y la liberación de mercurio.

En el campo de los plaguicidas, la marcación radisotópica no sólo ha permitido hacer un análisis excepcionalmente preciso de cantidades minúsculas (partes por mil millones) de residuos de plaguicidas, sino también determinar las trayectorias metabólicas y el destino de los compuestos en la naturaleza. Además, puesto que gran parte de los residuos derivados de plaguicidas que están presentes en los suelos y en los productos vegetales no puede extraerse con solventes analíticos convencionales, no se detectarían, salvo mediante marcación radisotópica.

El destino de los residuos es un factor determinante a la hora de decidir cómo debería usarse el plaguicida, o de prohibir el uso de determinados compuestos por ser ecológicamente nocivos, o incluso de determinar que un compuesto potencialmente dañino en un caso podría ser muy conveniente en otro.

Por ejemplo, en los climas templados se ha reducido mucho o prohibido el empleo de DDT y lindano debido a su persistencia en el medio ambiente. Un estudio de amplio alcance emprendido por la División Conjunta FAO/OIEA determinó que sustancias como el DDT y el lindano se disipaban mucho más rápidamente en los medios tropicales de temperatura y humedad elevadas, lo cual evitaba la acumulación local de residuos.

La División Mixta considera actualmente que los herbicidas y plaguicidas pueden resultar más inocuos y eficaces desde el punto de vista ambiental si se aplican a los cultivos durante un período más largo, pero en concentraciones menores, mediante los llamados compuestos de liberación controlada. Estos

compuestos perduran más y liberan el plaguicida o herbicida activo más lentamente. Los trazadores radisotópicos son de suma utilidad en la investigación, el desarrollo y el ensayo de estas fórmulas.

Conservación de los alimentos mediante irradiación

Hasta una tercera parte de la cosecha total mundial puede perderse por deterioro e infestación antes de llegar al consumidor. La irradiación de los alimentos es una manera segura y fiable de reducir las pérdidas. Decenios de investigaciones han demostrado de manera concluyente que el consumo de alimentos irradiados no produce efectos dañinos. Los alimentos no se vuelven radiactivos de ninguna manera ni la irradiación deja residuos nocivos.

La irradiación de los alimentos es un método útil para desinfectar productos almacenados tales como granos, especias y frutas y vegetales desecados; inhibir el crecimiento de brotes en las patatas y cebollas almacenadas durante largo tiempo, lo que reduce la necesidad de emplear inhibidores químicos de inocuidad dudosa; eliminar enfermedades transmitidas por alimentos, en especial la *Salmonella* en las aves, la carne roja y los productos marinos; desinfectar las frutas tropicales para eliminar la mosca de la fruta y otras plagas, objetivo que cumple eficazmente sin dejar residuos; y extender la vida útil de las setas, fresas y frutas tropicales.

El Simposio FAO/OIEA sobre irradiación de alimentos, celebrado en Karlsruhe en 1966, marcó un hito en la determinación de las posibilidades de la tecnología. No obstante, desde el punto de vista estrictamente económico la conservación de los alimentos por irradiación no ha tenido hasta ahora mucha repercusión a pesar de sus ventajas. Sin embargo, mucho se ha avanzado durante los últimos 30 años, en lo que respecta al desarrollo de tecnología y leyes que posibiliten su aplicación, y ello se debe en gran medida al trabajo realizado por la División Mixta FAO/OIEA.

A pesar de los obstáculos económicos y la resistencia de algunos grupos de consumidores, la cantidad de instalaciones de irradiación de alimentos ha seguido aumentando y en la actualidad hay unas 65 en todo el mundo, de las cuales 50 aproximadamente podrían llamarse comerciales.

Durante el período 1971-1981, la FAO, el OIEA y la OMS designaron grupos de expertos para evaluar los estudios sobre la comestibilidad de los alimentos irradiados. Como resultado del estímulo y la labor de coordinación de la División Mixta, en 1983 la Comisión del Codex Alimentarius pudo aprobar y publicar una norma internacional para la irradiación de alimentos.

En la actualidad funciona un Grupo consultivo internacional sobre irradiación de alimentos (ICGFI) bajo la égida de la FAO, el OIEA y la OMS, cuya secretaría está a cargo de la FAO y el OIEA. Este Grupo evalúa los progresos efectuados a nivel mundial y proporciona asesoramiento a los Estados Miembros. La capacitación ha sido siempre una de sus actividades, y el curso FAO/OIEA celebrado en Michigan, Estados Unidos, en 1967 fue el primero de su tipo. Posteriormente, varios cientos de per-

sonas recibieron capacitación durante los 10 años de existencia de un proyecto internacional de irradiación de alimentos ejecutado en Wageningen, Países Bajos. Hoy día el ICGFI fomenta la capacitación y organiza Escuelas de Fiscalización de los Procesos de Irradiación en las que se expiden diplomas a los operadores que aprueban el curso. Un número cada vez mayor de autoridades de fiscalización de alimentos han respaldado su plan de estudios.

Capacitación e investigación para el desarrollo

La capacitación y la investigación aplicada por conducto de programas coordinados y del Laboratorio de Seibersdorf han sido siempre una característica prominente de las actividades de la División Mixta. Durante los últimos 30 años, 2200 personas han participado en 122 cursos de capacitación interregional. Además, el OIEA ha concedido 2609 becas en la esfera de la agricultura y 380 pasantes han trabajado directamente en Seibersdorf. Desde el principio, el Laboratorio de Agricultura de Seibersdorf ha desempeñado un papel indispensable para el trabajo de la División Mixta y su alcance. Sin su ayuda, no habrían podido ejecutarse algunos de los programas de mayor éxito, ya que ha sido precursor de trabajos que no se habían realizado en otra parte. Su función ha sido formular métodos y ensayarlos, tratar de encontrar nuevos enfoques y proporcionar el apoyo indispensable para las investigaciones coordinadas y otros programas de campo.

Ubicado originalmente en un edificio prefabricado por el que se pagaron 25 000 dólares procedentes de un contrato (¿cómo podría ser tan barato un edificio?), el laboratorio de agricultura ocupa ya toda un ala del laboratorio principal, aunque aún es demasiado pequeño.

De igual manera, los cursos de capacitación FAO/OIEA en Seibersdorf solían originar grandes presiones internas debido a la falta de espacio, pero el nuevo centro de capacitación ha mejorado mucho las condiciones para los participantes en los cursos, los pasantes y también para el personal del Laboratorio. Ha sido excelente inversión para el futuro.

La FAO y el OIEA convocaron conjuntamente un Simposio Internacional sobre el uso de técnicas nucleares y otras conexas en estudios de suelos y plantas dedicado a la agricultura sostenible y la conservación del medio ambiente, que se celebró en Viena del 17 al 21 de octubre de 1994.