

Veinte años de colaboración en actividades de I y D en pro del desarrollo agrícola y la producción de alimentos

por Björn Sigurbjörnsson y Carl G. Lamm*

El 1 de octubre del presente año se celebrará el vigésimo aniversario del programa mixto FAO/OIEA para el empleo de la energía nuclear en la agricultura y la alimentación. Es, por tanto, de interés recordar cómo empezó este programa.

Antes de 1964, tanto la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) como el OIEA, habían llevado a cabo programas limitados sobre aplicaciones de la "energía atómica" en la agricultura y la alimentación: la FAO a través de la subdirección de Energía Atómica de su Departamento de Agricultura, y el OIEA a través de la Dependencia de Agricultura del Departamento de Investigaciones e Isótopos. Inevitablemente, se producía una duplicación y superposición de las actividades y tanto la FAO como el OIEA apreciaron la necesidad de coordinar sus esfuerzos. Los Directores Generales de la FAO y del OIEA iniciaron negociaciones y el 1 de octubre de 1964 se concluyeron los "arreglos" especiales para el establecimiento de una División Mixta FAO/OIEA para la Energía Atómica en la Agricultura.

En los "arreglos" se disponía que la División Mixta se ubicase en la Sede del OIEA en Viena, en el marco del Departamento de Investigaciones e Isótopos, y la proximidad de los laboratorios. Se hizo a la FAO responsable de la contratación de un Director y al OIEA de la de un Director Adjunto. El resto del personal de la División Mixta lo componen funcionarios de ambas organizaciones matrices. El Director, en el caso de la FAO, responde ante el Subdirector General, Jefe del Departamento de Agricultura, y en el caso del OIEA, ante el Director General Adjunto, Jefe del Departamento de Investigaciones e Isótopos.

La División Mixta FAO/OIEA para el Empleo de Isótopos y Radiaciones Nucleares en el Desarrollo de la Agricultura y la Alimentación (como se llama ahora)

* El Sr. Sigurbjörnsson es Director de la División Mixta FAO/OIEA para el Empleo de Isótopos y Radiaciones Nucleares en el Desarrollo de la Agricultura y la Alimentación. Al Sr. Lamm, que ha sido Director Adjunto de la misma División, se le acaba de nombrar Director interino de la División de Asistencia y Cooperación Técnicas.

combina los objetivos de ambas organizaciones aunque los mandatos, principios y enfoques de una y otra difieren en cierta medida. Para la FAO es de primordial importancia la transferencia de la tecnología ya conocida y su empleo en el desarrollo agrícola y en la producción de alimentos, así como también el estímulo de las investigaciones necesarias en instituciones nacionales. Uno de los mandatos del OIEA consiste en alentar y respaldar la investigación, desarrollo y aplicación práctica en todo el mundo de la energía atómica con fines pacíficos. Uno de los sectores de aplicación de la "energía atómica" en el que más éxito se ha alcanzado, es el de la agricultura y la alimentación.

El Dr. Maurice Fried EE.UU. fue Director de la División Mixta FAO/OIEA desde su creación hasta 1982, año en que se jubiló. A su clarividencia e inspiración se debe en buena parte el que a lo largo de los años la División Mixta haya llegado a ocupar el lugar que le corresponde y haya logrado reconocimiento en el campo del desarrollo y la investigación agrícolas en el plano internacional.

La División Mixta FAO/OIEA

El objetivo de la División Mixta FAO/OIEA consiste en aprovechar las posibilidades de aplicación de las técnicas de irradiación e isotópicas en actividades de investigación y el desarrollo a fin de aumentar y estabilizar la producción agrícola, reducir los costos de producción, mejorar la calidad de los alimentos, proteger los productos agrícolas contra la decomposición y evitar las pérdidas, y minimizar la contaminación de los alimentos y del medio agrícola. El programa sirve de suplemento y apoyo a sectores prioritarios de las actividades de la FAO y del OIEA en que los métodos isotópicos y de irradiación se revelan especialmente prometedores.

La División Mixta FAO/OIEA está organizada, por esferas de actividad, en seis secciones:

- fertilidad de suelos, riego y producción agrícola;
- fitotecnia y fitogenética
- producción y sanidad animales;
- lucha contra insectos y plagas;
- residuos y productos agroquímicos; y
- conservación de alimentos.



Distribución de contratos de investigación, acuerdos y proyectos de cooperación técnica en el macro del programa conjunto FAO/OIEA.
 Núm. de contratos de investigación y acuerdos: 372 Núm. de proyectos de cooperación técnica: 133

¿Por qué emplear técnicas nucleares en las investigaciones agrícolas y alimentarias?

Las técnicas nucleares han demostrado ser de gran utilidad en una amplia gama de aplicaciones agrícolas, como, por ejemplo, la creación de nuevas variedades de plantas, el aumento de la eficacia en el uso de fertilizantes y la optimización de la nutrición animal; así como también en la lucha biológica contra los insectos, la conservación de alimentos y el desarrollo de fórmulas de plaguicidas más seguras y eficaces.

Se dispone de una amplia gama de técnicas. Por ejemplo, en la naturaleza existen isótopos de prácticamente todos los elementos conocidos; otros isótopos los ha creado el hombre. Algunos isótopos son estables y otros se desintegran emitiendo radiaciones ionizantes. Tanto los isótopos estables como los radiactivos pueden detectarse fácilmente y medirse incluso cuando solo se hallan presentes en cantidades ínfimas.

Algunos productos agrícolas, tales como fertilizantes, semillas o plaguicidas, se pueden producir con un contenido de un determinado isótopo mayor que en el estado natural. El isótopo puede entonces servir de "marcador", o "trazador", a fin de determinar qué proporción del elemento nutritivo del fertilizante aplicado a un cultivo se utiliza realmente, cuánto queda del mismo en el suelo para cultivos futuros y cuánto se pierde y se convierte, por tanto, en un contaminante en potencia. Los plaguicidas marcados isotópicamente se emplean para determinar la cantidad de plaguicida que llega a la plaga a la que se destina y la cantidad que se pierde y, lo que es más importante, adónde va lo perdido. Marcando los insectos con isótopos es posible seguir sus migraciones; si se hace otro tanto con

las hormonas puede medirse su nivel en los tejidos obteniendo así un método para determinar el estado del animal desde el punto de vista de la reproducción. Los compuestos marcados se emplean hoy día en casi todas las disciplinas de la investigación agrícola.

Otro grupo importante de técnicas nucleares se basa en el empleo de la radiación ionizante proveniente de la desintegración de los isótopos inestables. La radiación ionizante se emplea para inducir mutaciones a fin de mejorar especies vegetales, atenuar vacunas contra las enfermedades parasitarias de los animales, vigilar la humedad del suelo directamente sobre el terreno sin afectar los cultivos, esterilizar insectos a los fines de la lucha biológica contra las plagas, y para conservar alimentos y reducir pérdidas.

La aplicación generalizada de las técnicas nucleares para resolver problemas en la agricultura y alimentación ganó importancia en la década de los cincuenta, gracias a la difundida disponibilidad de isótopos artificiales de muchos elementos importantes. Más recientemente han aparecido en el mercado isótopos estables de elementos importantes en agricultura, tales como el hidrógeno, el oxígeno, el carbono, el nitrógeno y el azufre, a precios que están al alcance de la comunidad científica. Hoy día, el empleo de isótopos y radiaciones en la agricultura y la alimentación permite encontrar soluciones rápidas a un gran número de problemas prácticos y allana el camino hacia la aplicación de un enfoque más directo respecto de otros. En algunos casos, las técnicas nucleares constituyen la única solución a determinados problemas de ciencia básica y aplicada.

Servicios de laboratorio

El laboratorio de biotecnología agrícola FAO/OIEA situado en el Centro de Investigaciones del OIEA en Seibersdorf, cerca de Viena, respalda activamente los programas que en ciencias del suelo, fitotecnia, producción animal, entomología y productos agroquímicos llevan a cabo conjuntamente la FAO y el OIEA. En los Estados Miembros se realizan actividades de investigación y desarrollo en las que se aplican técnicas nucleares y afines y el Laboratorio colabora proporcionando capacitación y diversos servicios, tales como los de análisis químicos e isotópicos, tratamientos mutagénicos, investigaciones suplementarias y experimentos modelo. Las actividades en materia de conservación de alimentos reciben el apoyo de la Instalación internacional para la tecnología de la irradiación de alimentos (IITIA), situada en Wageningen, que está patrocinada por la FAO, el OIEA y el Ministerio de Agricultura y Pesquerías de los Países Bajos.

La División Mixta FAO/OIEA y su laboratorio asociado tienen una plantilla de más de 30 científicos procedentes de 23 países. Todos ellos tienen títulos universitarios en materias relacionadas con los alimentos y la agricultura además de varios años de experiencia en la aplicación de técnicas nucleares en sus respectivos campos de especialización. La mayoría están contratados por períodos fijos, suponiéndose que regresarán a las universidades o institutos de investigación de donde proceden una vez concluidos sus dos o cuatro años de servicio en las organizaciones. Esta continua renovación del personal garantiza a la División Mixta una conveniente flexibilidad y el flujo continuo de ideas técnicas, lo que le permite responder activamente a las peticiones de asistencia de los Estados Miembros. El personal con contratos de períodos largos, que representa una cuarta parte del total, garantiza la continuidad.

La División Mixta FAO/OIEA se financia con fondos procedentes de los presupuestos ordinarios de la FAO y del OIEA. Otros fondos extrapresupuestarios, aportados por Estados Miembros donantes, le permiten emprender actividades adicionales en los Estados Miembros en desarrollo. La División Mixta FAO/OIEA es responsable también de los aspectos técnicos de los proyectos sobre el terreno que en el marco de la asistencia técnica del OIEA se llevan a cabo en materia de alimentación y agricultura, y que representan el 20% de los recursos de que dispone el OIEA para los programas de cooperación técnica.

Actividades

Pueden distinguirse tres grupos principales de actividades en la División Mixta FAO/OIEA. A saber:

- coordinación y apoyo de las investigaciones;
- asistencia técnica y capacitación; e
- intercambio de información.

En la actualidad, más de 360 instituciones de investigación o estaciones experimentales de los Estados Miembros colaboran en unos 33 programas coordinados de investigación. Cada uno de ellos tiene por objeto resolver un problema agrícola práctico de importancia económica para los países en

desarrollo. Normalmente se firman con institutos de países en desarrollo contratos que llevan aparejado un apoyo económico nominal, mientras que los institutos de países adelantados participan sin mediar pago alguno. Los participantes en este tipo de programas se reúnen periódicamente para examinar los resultados y discutir y adoptar su enfoque futuro. Cada programa, en que suelen participar unos 15 titulares de contratos y acuerdos, puede tener una duración de hasta cinco años. En el mapa adjunto se señala la distribución, en abril de 1984, de los contratos de investigación, los acuerdos y los proyectos de cooperación técnica del programa conjunto FAO/OIEA. En los Cuadros 1 y 2 se indican estas actividades por materia y país.

La División Mixta FAO/OIEA tiene actualmente la responsabilidad técnica de 129 proyectos del OIEA de cooperación técnica sobre el terreno, cuatro de los cuales son regionales, que se llevan a cabo en 53 Estados Miembros en desarrollo, y como parte del cometido facilita capacitación, servicios de expertos y equipo especializado. Entre ellos se cuentan proyectos en gran escala en Perú e Indonesia (PNUD), y en Egipto y Nigeria (multilaterales). Además de la capacitación de becarios, anualmente se organizan entre 5 y 7 cursos internacionales de capacitación. Desde su creación, la División Mixta FAO/OIEA ha contribuido a organizar o supervisar unos 100 cursos de capacitación o viajes de estudio, o ha participado en ellos. Diez de los cursos de capacitación tuvieron lugar en el laboratorio del OIEA, donde también se ha acogido a un gran número de los más de 1000 capacitandos que desde 1969 han recibido becas en el sector de la agricultura. Un análisis de la distribución de las becas sobre temas agrícolas

¿Es nuevo el empleo de técnicas nucleares en la agricultura y la alimentación?

La historia de la investigación en las ciencias nucleares se remonta al siglo pasado. Los nombres de *Roentgen*, *Becquerel* y *Curie* son bien conocidos: sus investigaciones abrieron el camino a las aplicaciones en la agricultura y la alimentación. Algunos ejemplos:

G. V. Hevesy fue un pionero del empleo de los isótopos como trazadores en el estudio de los trayectos químicos y bioquímicos. El clásico experimento que llevó a cabo en Copenhague en 1923 con plantas vivas, señaló el comienzo de las aplicaciones de los isótopos en la investigación de suelos, plantas, animales, etc.

H. J. Muller y *L. J. Stadler* fueron, gracias a los trabajos que realizaron en la década de los 20, los iniciadores de las mutaciones inducidas. En 1937, *E. F. Knipping* sostuvo que con una población de insectos pequeña se podrían criar, esterilizar y liberar machos como medio de lucha biológica o de erradicación.

En 1898 se demostró que los rayos X poseen un efecto mortal sobre las bacterias patógenas y este descubrimiento dio lugar a importantes aplicaciones prácticas, entre ellas a un sistema de conservación de alimentos.

A partir de estos principios embrionarios, el desarrollo y las aplicaciones prácticas posteriores de los métodos nucleares en la alimentación y la agricultura han alcanzado rápidamente un gran auge.

Agricultura y alimentación

Cuadro 1. Contratos y acuerdos de investigación en materia de alimentación y agricultura, en fase de ejecución en abril de 1984

Estado Miembro*	Sector						Total
	Ciencias del Suelo	Fitotecnica	Ciencias pecuarias	Entomología	Residuos y productos agroquímicos	Conservación de alimentos	
Argentina			1	1	1	1	4
Australia		2	8			1	11
Austria	1			1			2
Bangladesh	2	4	1			4	11
Bélgica		2		1	1		4
Brasil	2	2	1		2		7
Bulgaria		2				1	3
Canadá			4		3		7
Colombia			2				2
Costa Rica			1		2		3
Checoslovaquia				1			1
Chile		1	1			2	4
Chipre	1		3				4
Dinamarca		1			1		2
Ecuador					1	1	2
Egipto		3	8		6	2	19
España	1						1
Estados Unidos de América	3	6	3	4	6	4	26
Etiopía			1				1
Filipinas	2	5			4	4	15
Francia		1		1			2
Ghana	1	2		1	1	1	6
Grecia	2	2		1	1		6
Guatemala		1					1
Hungría	1	2		1		3	7
India	1	7			3	2	13
Indonesia	1	4	2	2	1	3	13
Iraq						1	1
Irlanda		2					2
Islandia	1		1				2
Israel		1	2	1			4
Italia		3		2	1		6
Japón		3				1	4
Kenya	1	2	2	4	1		10
Malasia	1	2	5		1	1	10
Malta	1						1
Marruecos			4				4
México	1		2	2			5
Níger			2				2
Nigeria			3	6			9
Nueva Zelanda	2						2
Países Bajos			1	1	1	1	4
Pakistán	1	6		1	4	2	14
Panamá	2				1		3
Perú	1	3	3				7
Polonia		1	1		1	2	5
Portugal			1				1
Reino Unido	1	2	4	4	2		13
República de Corea		4	1	1		1	7
Rep. Fed. de Alemania		4	1	1	2		8
Rep. Popular de China			1				1
Rep. Unida de Tanzania	1			1			2
Rumania			1				1
Singapur						1	1
Sri Lanka	1	1	3		1	1	7
Sudán	2		3		3		8
Suecia		1					1
Suiza	1						1
Tailandia	3	7	2		1	6	19
Trinidad	1						1
Turquía	1	1	1		2	1	6
Uganda		1		1			2
Uruguay	1		1				2
Venezuela			1				1
Yugoslavia			3		3	3	9
Zambia	1		1	1			3
Zimbabwe			1	1			2
Total 67 Estados Miembros	42	91	87	41	57	50	368

Los acuerdos de investigación con institutos de Estados Miembros desarrollados se hacen por lo general sobre una base gratuita.

* Estado Miembro del OIEA y/o la FAO.

Cuadro 2. Proyectos de asistencia técnica en agricultura y alimentación, en fase de ejecución en abril de 1984

Estado Miembro	Sector							Total
	General	Ciencias del suelo	Fitotecnia	Ciencias pecuarias	Entomología	Residuos y productos agroquímicos	Conservación de alimentos	
Argelia							1	1
Bangladesh	1	1					2	4
Birmania			1					1
Bolivia		1						1
Brasil	3	1	1	1	1			7
Colombia		2		1				3
Costa de Marfil		3	1					4
Costa Rica				1		1		2
Cuba							1	1
Chile		1					1	2
Chipre				1		1		2
Ecuador				2				2
Egipto		2		2	1			5
El Salvador	1							1
Etiopía				1				1
Filipinas						1		1
Ghana	1				1			2
Grecia		1						1
Guatemala	1							1
Hungría						1		1
India	1							1
Indonesia	1							1
Islandia				1				1
Jamahiriya Arabe Libia			1					1
Kenya		1						1
Líbano						1		1
Madagascar				1				1
Malasia		1	1	2			1	5
Malí		2	2					4
Marruecos		1		1				2
Mauricio		1						1
México			1	1	1		1	4
Mongolia			1					1
Níger		1		1				2
Nigeria					2			2
Pakistán		1			1		1	3
Panamá		1	1					2
Perú	1				1			2
República de Corea		1	1			1		3
Rep. Unida de Tanzania	2				1	1		4
Rumania		1						1
Senegal		4						4
Sri Lanka		2		2	1			5
Sudán			1	3		1		5
Tailandia		1		1		2	1	5
Túnez		2						2
Turquía				2				2
Uganda				1				1
Uruguay		1		1				2
Venezuela	1	1	1					4
Viet Nam			1				1	2
Yugoslavia			1					1
Zaire		1	1				1	3
Zambia		1		1	1			3
Total 54 Estados Miembros	11	38	17	27	11	10	11	125

concedidas desde 1980 demuestra que el 37% de los becarios procedían de Africa, el 36% de Asia y el Pacífico, el 13,3% de América Latina y el 13,7% del Oriente Medio y Europa.

Las reuniones científicas son importantes cuando se trata de dar a los científicos de los Estados Miembros la oportunidad de intercambiar puntos de vista y de mantenerse al día en sectores especializados. Se

organizan aproximadamente un simposio y dos seminarios por año como parte del programa conjunto FAO/OIEA. También se alienta la publicación de los resultados científicos de importancia práctica conseguidos en el marco del programa; desde 1964 han aparecido unas 100 publicaciones en esferas relacionadas con el programa conjunto FAO/OIEA. En muchos casos son las únicas que sobre un tema determinado se encuentran al alcance de los investigadores agrícolas de

los países en desarrollo. Las diferentes secciones de la División Mixta FAO/OIEA se mantienen asimismo en contacto periódico con los Estados Miembros mediante la publicación de boletines.

En otros artículos de este mismo número del *Boletín* se describen con más detalle las actividades de la División Mixta FAO/OIEA y su impacto sobre el desarrollo agrícola.

Tendencias actuales y futuras

En el desarrollo de los programas de las instituciones de energía atómica de los Estados Miembros se registra una tendencia general a la diversificación de intereses y actividades, alejándose de las aplicaciones estricta y exclusivamente nucleares para adoptar un enfoque más amplio y global. Lo que no deja de constituir una evolución natural. El rápido desarrollo de la tecnología nuclear ha dado origen a ramificaciones y desenvolvimientos paralelos en campos afines y en materia de métodos e instrumentos: por ejemplo, en las técnicas de mutágenos químicos, isótopos estables, absorción atómica, resonancia magnética nuclear, y radio-inmunoanálisis por enzimas; las feromonas de los insectos; y el estudio de los depredadores y parásitos naturales de los insectos nocivos.

El programa y la capacidad de la División Mixta FAO/OIEA para prestar un servicio internacional eficaz en la solución práctica de problemas reales en materia de alimentación y agricultura —que es su principal objetivo— se han visto considerablemente reforzados gracias a la adopción de estos enfoques complementarios y suplementarios.

“Las corrientes de cambio” se sienten ahora en todo el ámbito de la biotecnología, incluidas la

biología molecular y la ingeniería genética. La aplicación de las técnicas nucleares y afines en estos sectores constituye una nueva y emocionante perspectiva a cuya exploración se ha dedicado activamente la División. De hecho, la mayoría de los programas y casi todas las actividades que se desarrollan en el laboratorio del centro de investigaciones de Seibersdorf son de carácter biotécnico, en el sentido amplio del término. Reconociendo este hecho, las administraciones de la FAO y del OIEA han designado esta parte del Laboratorio del OIEA en Seibersdorf dedicada a la agricultura con el nombre de Laboratorio de Biotecnología Agrícola FAO/OIEA.

Los programas y actividades de la División están orientados a la resolución de problemas antes que a estudiar cuestiones técnicas o de instrumentación. A la División no le interesan las explicaciones de alto vuelo sobre las herramientas y las técnicas nucleares si en la práctica no existe la necesidad real de aplicarlas en la agricultura.

Si bien la labor se desarrolla dentro del marco general de la tecnología nuclear, el desenvolvimiento del programa no para ahí. La División Mixta FAO/OIEA adopta aquellos enfoques científicos afines que parezcan prometedores y que sean necesarios para conseguir un avance satisfactorio. Estos enfoques afines se encuentran principalmente en la esfera de la biotecnología. La División se propone seguir muy de cerca las novedades que se produzcan en el campo de la biotecnología en su sentido más amplio, principalmente con el fin de prestar asistencia a los colaboradores de los Estados Miembros en desarrollo y de promover la cooperación y coordinación internacionales en el empleo de la tecnología nuclear y afines con objeto de incrementar, estabilizar y proteger la producción agrícola y de alimentos.

Aspectos destacados del programa conjunto FAO/OIEA

El objetivo primordial del programa conjunto FAO/OIEA es prestar asistencia a los Estados Miembros y promover la cooperación entre ellos en el empleo de las técnicas nucleares a fin de mejorar la producción agrícola y de alimentos. En el programa se subrayan las actividades de investigación y desarrollo relacionadas con las prácticas agrícolas que requieren aportes mínimos de materiales y energía y producen un efecto mínimo sobre el medio ambiente agrícola.

Los objetivos del programa, a grandes rasgos, son:

En el sector de la *fertilidad de suelos, riegos y producción agrícola*: Optimización de las prácticas de gestión de fertilizantes y recursos hídricos y fijación biológica del nitrógeno atmosférico en los cultivos, en diferentes sistemas de explotación, mediante la investigación basada en los isótopos y las radiaciones.

En *materia de fitotecnia y fitogenética*: mejora genética de los cultivos para conseguir características tales como mayor rendimiento, maduración temprana, mayor resistencia al encamado, y resistencia a los agentes patógenos y a las plagas mediante inducción de mutaciones.

En *materia de producción y sanidad animales*: mejorar la producción y la sanidad animales mediante la investigación, basada en los isótopos, de aspectos tales como enfermedades, reproducción, nutrición y fisiología del medio de los animales.

En la *lucha contra insectos y plagas*: lucha contra las plagas principales y sus portadores, así como su erradicación, haciendo hincapié en la Técnica de los Insectos Estériles en la gestión integral de la lucha contra las plagas.

En la *esfera de los residuos y productos agroquímicos*: mejorar la protección de los cultivos y de los productos pecuarios contra las plagas mediante la investigación basada en los isótopos, con el fin de aumentar la eficacia y la seguridad, y minimizar el impacto ambiental de los productos agroquímicos.

En *materia de conservación de alimentos*: reducir las pérdidas después de las cosechas y promover la seguridad de los suministros alimenticios mediante el uso eficaz de la irradiación de alimentos.