

Técnicas nucleares en la agricultura

Los proyectos de cooperación técnica financiados por el PNUD en la región de Asia y el Pacífico arrojan importantes resultados

por L. LaChance, J. Aslam y C. Langer

Las aplicaciones de los isótopos y las radiaciones en la agricultura han sido una de las esferas de cooperación técnica más importantes del OIEA. Durante el último decenio, cerca del 20% de todos los desembolsos estuvieron relacionados con este sector, convirtiéndolo así en la principal esfera de actividad del programa de cooperación técnica del OIEA.

En la región del Asia y el Pacífico, la agricultura es una de las tres esferas de actividad más importantes, después de las relacionadas con las aplicaciones de los isótopos en la industria y la hidrología, y con la ingeniería y la tecnología nucleares. Actualmente, el Organismo tiene 48 proyectos en ejecución en 13 de los 15 Estados Miembros de la región que reciben asistencia técnica del OIEA.

Entre los problemas que se abordan mediante los proyectos por países se encuentran la producción agrícola, las prácticas de gestión de fertilizantes y suelos, la lucha contra las plagas de insectos en la agricultura, la repercusión en el medio ambiente de los residuos de plaguicidas y la producción y sanidad pecuarias. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) apoya cuatro proyectos nacionales, en China, Indonesia, la República de Corea y Tailandia, así como dos proyectos regionales. Todos los proyectos apoyados por el PNUD son dirigidos por la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Agricultura y la Alimentación en estrecha colaboración con el Departamento de Cooperación Técnica del OIEA. Así, en este empeño trabajan en conjunto tres organizaciones internacionales: el PNUD, el OIEA y la FAO. Con excepción de los proyectos de China, todos los proyectos multidisciplinarios del PNUD fueron aprobados tras la culminación de 20 a 30 proyectos más pequeños de cooperación técnica del OIEA relacionados con la aplicación de las técnicas nucleares en la agricultura.

En este artículo se destacan algunos proyectos nacionales importantes que se ejecutan en la República de Corea, China, Tailandia e Indonesia, así como dos proyectos regionales.

República de Corea: Mejora de la producción agrícola y de alimentos

En junio de 1986, tras la terminación de una serie de proyectos de cooperación técnica del OIEA en la República de Corea, se emprendió un proyecto del PNUD. El organismo de contraparte es la Administración de Desarrollo Rural del país y seis instituciones bajo su administración. El presupuesto de este proyecto, que concluye este año, es de 634 000 dólares de los EE UU, más un apoyo oficial de 6000 millones de won aproximadamente.

En virtud de este proyecto, se han ejecutado 33 misiones de expertos, 19 becarios se han capacitado en el extranjero, ocho científicos coreanos han realizado visitas científicas y se ha establecido, con fondos suministrados por Corea, un laboratorio bien dotado de equipo para la investigación de radisótopos. En seis institutos participantes se efectuaron 16 actividades importantes en tres esferas: fitotecnia, edafología, fitonutrición e investigación de plaguicidas. Las investigaciones se orientaron fundamentalmente hacia la aplicación de las técnicas de radiaciones para inducir mutaciones útiles y convenientes en los cultivos de interés comercial; el uso eficaz del fertilizante nitrogenado y su comportamiento en suelos y plantas en condiciones climáticas distintas; el establecimiento de métodos eficaces para medir la actividad de la raíz con técnicas radisotópicas; la utilización de productos químicos radiomarcados para estudiar la dinámica de los plaguicidas empleados en los ecosistemas del arroz y el desarrollo de fórmulas químicas más seguras y fáciles de aplicar en la agricultura.

Fitotecnia y sericultura. En las esferas de la fitotecnia y la sericultura se realizaron siete subproyectos en cinco institutos. Se hicieron investigaciones sobre cultivos de cereales (arroz, cebada y trigo); leguminosas (soja); cultivos de semillas oleaginosas (sésamo); cultivos hortícolas (ajo, col de la China y manzano); sericultura (morera y gusano de seda). Se obtuvieron variedades de arroz y de cebada de maduración precoz, tallo corto y resistentes a las enfermedades y las plagas de insectos. Asimismo, se desarrolló una variedad de sésamo, *Ansangae*, de alto rendimiento y resistente a las enfermedades, la que se distribuyó entre los agricultores.

Edafología. En cuanto a la fertilidad de los suelos y la fitonutrición, con el empleo de fertilizantes marcados con nitrógeno 15 se obtuvieron resultados respecto del uso eficaz del

El Sr. LaChance es Director Adjunto de la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Agricultura y la Alimentación. El Sr. Aslam y la Sra. Langer son funcionarios del Departamento de Cooperación Técnica del OIEA.

fertilizante nitrogenado, especialmente en el caso de los cultivos de tierras altas, y de las pérdidas de nitrógeno debidas a los escurrimientos y la lixiviación. Resultados análogos se obtuvieron con el fósforo 32, que se utilizó para mejorar las prácticas agronómicas aumentando la eficacia del fosfato en cultivos como el arroz, la soja y la lechuga que se cultivan en particular en terrenos inclinados. Además, se prevé que estos estudios contribuyan a disminuir el uso de los fertilizantes fosfatados, especialmente en suelos de tierras altas recién recuperados donde se han aplicado tasas elevadas de estos fertilizantes para mantener la producción agrícola en el limitado espacio de tierra cultivable disponible. Se han iniciado también otros estudios acerca de los obstáculos que limitan la producción agrícola (en especial los relacionados con la estructura y función de las raíces y con el frío y otras tensiones ambientales).

Plaguicidas. En la esfera de los plaguicidas, se obtuvieron datos sobre el comportamiento y los residuos terminales del mancozeb marcado con carbono 14 y los productos de su degradación en las plantas de tomate, en particular para hallar el nivel y el destino final de un residuo altamente tóxico, la etilén-tiourea. En los sistemas de producción de arroz se emplearon dos plaguicidas radiomarcados, el carbofurano y el BPMC, a fin de estudiar la dinámica, la distribución y los residuos terminales de estos productos químicos de uso tan extendido. El BPMC marcado con carbono 14 se utilizó también para determinar la bioacumulación en los peces. Se dieron los primeros pasos en la aplicación de la tecnología de dispersión controlada. Esta labor se orientó fundamentalmente a los sistemas de vectores en el arroz de tierras anegadas y comprendió el desarrollo de una fórmula nueva de dispersión lenta compuesta de herbicida, polietileno y acetato de etilo y vinilo. Esas fórmulas aumentarían la inocuidad de los productos químicos y contribuirían sustancialmente a la protección del medio ambiente.

Durante el período de ejecución del proyecto, la combinación de la capacitación del personal, la asistencia especializada y los suministros contribuyó notablemente al desarrollo de la investigación agrícola en Corea.

China: Radiaciones e isótopos en la agricultura y la alimentación

Este proyecto tiene su sede en la Universidad Agrícola Sudoccidental de Chongqing, Sichuan. Se trata, en esencia, de un proyecto de "desarrollo institucional" que tiene la finalidad de ayudar al cuerpo de profesores de la universidad a introducir programas de enseñanza y de investigación relativos al uso de las radiaciones y los isótopos en la agricultura y la alimentación. En comparación con otros establecimientos agrícolas de las regiones costeras de China —algunos de los cuales empezaron a trabajar hace muchos años en la aplicación de las técnicas nucleares en la agricultura y han alcanzado considerables progresos— la Universidad Agrícola Sudoccidental ha iniciado este tipo de actividad en fecha más reciente. Sin embargo, la provincia de Sichuan, donde está enclavada la universidad, es una de las provincias más importantes en lo que a producción agrícola se refiere. La provincia suministra productos agrícolas no sólo a sus 100 millones de habitantes, sino también a otras provincias de China. Así pues, ha sido atinada la ubicación de este proyecto de introducción de nuevas tecnologías para aumentar la producción agrícola.

Este proyecto, que cuenta con un presupuesto de 415 000 dólares para el período 1988-1990, ha proporcionado valiosa

capacitación al personal docente mediante la organización de una visita científica en grupo a importantes institutos de investigaciones de los Países Bajos, Italia, la República Federal de Alemania y Austria, incluidos los Laboratorios de Seibersdorf del Organismo situados en las inmediaciones de Viena. Se ha suministrado equipo científico por valor de 147 000 dólares y ahora se capacitará en el exterior a ocho jóvenes científicos.

El proyecto deberá concluir a fines de 1990 con el suministro de servicios de expertos en fitonutrición y fitotecnia mutacional y la organización de dos cursos de capacitación en fitotecnia mutacional y conservación de alimentos.

Tailandia: Mejora de la alimentación en la producción agrícola

Este proyecto quinquenal iniciado en enero de 1986 con fondos del PNUD ascendentes a 1,5 millones de dólares de los EE UU fue concebido para consolidar actividades de cooperación técnica del OIEA anteriores, y para actuar como elemento catalizador que promoviera el uso de técnicas nucleares y afines en las instituciones agrícolas pertinentes. El Departamento de Agricultura de Tailandia es el organismo de ejecución gubernamental, y trabaja en asociación con los Departamentos de Aprovechamiento de Tierras y de Ganadería, las universidades de Chang Mai, Khon Kaen, Chulalongkorn y Kasetsart, y la Oficina de Energía Atómica para la Paz. Ya se han iniciado más de 50 actividades de investigación en las esferas de la producción y la sanidad pecuarias, la fertilidad de los suelos y la fitotecnia.

La finalidad del proyecto era iniciar investigaciones y mejorar la economía de la producción agrícola de Tailandia. En 1988, un equipo de tres expertos del Reino Unido, la India y la propia Tailandia, llevó a cabo un examen de mediano plazo del PNUD, cuyos resultados permitieron llegar a la conclusión de que "el proyecto tenía bases sólidas" y que se habían alcanzado progresos en el logro de los objetivos originales en tres aspectos de la agricultura tailandesa. En el examen se señaló que en muchos casos el trabajo de laboratorio se ha intensificado y extendido a las condiciones de campo.

Reproducción pecuaria. Asimismo, el equipo de examen llegó a la conclusión de que el proyecto ya había tenido repercusiones económicas verdaderas en los sistemas de producción pecuaria de las aldeas. Los estudios han demostrado que las mediciones de progesterona con las técnicas de radioinmunoensayo son de un valor incalculable para controlar las funciones reproductivas del ganado vacuno y del búfalo. De esta manera se podrá comprobar la presencia en los animales de la actividad ovárica cíclica para destinarlos a la reproducción en el momento más apropiado. Por otra parte, también se podrá identificar con más prontitud los animales que no conciben de manera que se puedan aplicar medidas correctoras. Los productores agropecuarios de las aldeas han manifestado gran interés en adoptar las técnicas transmitidas por el equipo de investigación y utilizar sus servicios.

Otro resultado ha sido la información que se ha obtenido acerca de las causas fundamentales de la ineficacia reproductiva en los sistemas de gestión tradicionales. Este proyecto ya se ha incorporado a los programas que lleva a cabo el Gobierno con miras a aumentar y mejorar la población de ganado vacuno y de búfalos.

Fitotecnia. En la esfera de la fitotecnia, se alcanzaron logros notables con un guisante forrajero resistente a los virus y a la descomposición de la raíz, de maduración temprana y mayor rendimiento.

Edafología. En lo que se refiere a la fertilidad del suelo y la producción agrícola, se han obtenido resultados con el empleo del nitrógeno 15 para acrecentar la eficacia del uso de fertilizantes en los cultivos, especialmente en zonas de cuantiosas lluvias con siembras múltiples de arroz, soja y cereales, o con los sistemas de cultivos en serie de soja y arroz. Los estudios en que se ha empleado el fósforo 32 para estudiar la eficiencia de los fosfatos minerales de la zona como fertilizantes han arrojado resultados prometedores que reducirán en el futuro la dependencia de fertilizantes fosfatados importados.

Asimismo, estudios con biofertilizantes en los que se ha empleado el nitrógeno 15 han brindado valiosa información relacionada con el uso de la *Azolla* como estiércol verde en el cultivo del arroz de tierras anegadas, sistema que reduciría la dependencia de los fertilizantes químicos nitrogenados. Las investigaciones han generado un gran cúmulo de datos que han sido publicados posteriormente. Además, los resultados se han presentado en los talleres nacionales celebrados en noviembre de 1988 y diciembre de 1989.

Hasta ahora el proyecto ha ofrecido capacitación en forma de becas a 29 científicos y de visitas científicas a otros tres. También se han organizado varias reuniones técnicas, incluido el Primer Simposio sobre Reproducción de los Rumiantes y Parasitología celebrado en Chiang Mai en noviembre de 1989, al que asistieron 74 participantes de diversas instituciones y universidades. En Chiang Mai se celebró también un taller sobre mutaciones inducidas en fitotecnia para los especialistas en la materia.

La terminación de este proyecto está prevista para fines de 1990. Ya se encuentra en una etapa avanzada la elaboración de un proyecto de seguimiento destinado a aprovechar los logros alcanzados en el presente proyecto, y para el cual se recabará el apoyo del PNUD.

Indonesia: Aumento de la producción agrícola

Antes de que este proyecto comenzara, se estableció una fase preparatoria de 5 años, de 1982 a 1987. En esta fase se fortalecieron los servicios del Centro para la Aplicación de Isótopos y Radiaciones (CAIR), para la realización de investigaciones con ayuda de isótopos y radiaciones aplicadas a los problemas agrícolas prácticos. Estas metodologías se han utilizado eficazmente en apoyo de la fitotecnia, las prácticas de gestión de suelos, fertilizantes y cultivos, la lucha contra plagas de insectos, incluido el empleo eficaz y seguro de plaguicidas, y la nutrición y reproducción pecuarias.

Algunas de estas metodologías ya están siendo utilizadas por los productores agropecuarios. Por ejemplo, se están cultivando variedades mejoradas de arroz de tierras anegadas, soja, arroz de tierras altas y frijol de mungo; se han desarrollado suplementos de piensos para animales en forma de melaza sólida y bloques de minerales obtenidos de subproductos agrícolas e industriales; se han introducido mejores prácticas de control de la humedad de los suelos y de fertilizantes nitrogenados aplicadas a métodos de cultivos múltiples y en serie en condiciones de lluvias cuantiosas; y se está utilizando la *Azolla* como fuente de fijación biológica del nitrógeno en parcelas de arroz. Las investigaciones entomológicas han proporcionado datos de dispersión valiosos sobre las plagas de insectos que atacan al arroz, y se están seleccionando variedades de soja resistentes a las plagas de insectos. En estas esferas se ha establecido una cooperación eficaz entre el CAIR, otros institutos nacionales

de investigaciones agropecuarias del Ministerio de Agricultura y las universidades.

La variedad mutante del arroz, *Atomita-1*, se autorizó oficialmente en 1982, y la *Atomita-2* en 1983. Las dos nuevas variedades mostraron resistencia a los BPH (plaga de la langosta parda) del biotipo 1. A este éxito siguió la autorización, en 1987, de la variedad mutante de soja, *Muria*, que tiene características tales como una maduración precoz, un alto rendimiento y tolerancia al moho.

La segunda fase, con un presupuesto total de 470 000 dólares comenzó en 1988. Su propósito es consolidar los logros alcanzados hasta el momento y se centra especialmente en los componentes de la producción y la sanidad pecuarias.

La Dirección de Producción de Cultivos Alimentarios del Ministerio de la Agricultura ha sometido oficialmente a ensayo sobre el terreno en distintas localidades una serie de prometedoras variedades mutantes de arroz, soja y frijol de mungo. Los resultados de los estudios (con el empleo del nitrógeno 15) sobre el aumento de la eficiencia de la utilización de los recursos del suelo en sistemas de cultivos múltiples de soja-arroz-maíz han resultado útiles. Estos resultados se han recogido en un conjunto de técnicas destinadas a reducir las cantidades de fertilizante nitrogenado que se aplican para lograr y sostener una producción de cultivos máxima. También se han evaluado los datos procedentes de los estudios que se han realizado sobre el sistema simbiótico de la *Azolla-Anabaena* como fuente potencial de nitrógeno para el cultivo de arroz en tierras bajas. Esta tecnología ya está lista para ser sometida a ensayo en distintas localidades al nivel del productor agropecuario.

Hace poco se comenzó a ensayar un novedoso sistema que consiste en combinar arroz-*Azolla*-pescado mediante el empleo del nitrógeno 15, con objeto de introducirlo en el futuro en los sistemas agropecuarios rurales.

Uno de los logros más espectaculares que se han obtenido en el marco del proyecto ha sido el desarrollo de bloques de nutrientes múltiples de urea-melaza para la eficaz alimentación complementaria del ganado en función de los costos. Se ha demostrado de manera concluyente que la alimentación con bloques de urea-melaza aumenta la producción (crecimiento, leche) y la eficacia reproductiva de los animales que son alimentados con pienso de baja calidad. Sobre la base de los datos obtenidos durante amplios ensayos de campo, se ha simplificado la tecnología de producción de bloques para que pueda adaptarse a las condiciones locales.

Esta tecnología ya se ha introducido a grupos de productores agropecuarios de Java occidental y central, en colaboración con la Dirección General de Servicios Pecuarios y los respectivos servicios pecuarios provinciales; los productores agropecuarios están aplicando con entusiasmo este método de alimentación complementaria y algunos de ellos están produciendo por su cuenta los bloques de urea-melaza con tecnología autóctona.

Se han estudiado los residuos de plaguicidas en los cultivos de arroz/pescado con el objetivo de elaborar planes de aplicación de plaguicidas y fórmulas que permitan lograr rendimientos máximos de pescado (el principal rubro económico) y arroz. Esto ha permitido hacer progresos en la creación de una tecnología para la dispersión controlada de plaguicidas. En esencia, ello supone la inmovilización parcial de plaguicidas mediante el empleo de latex de caucho natural irradiado. La protección de la soja del daño que causa la mosca del frijol es otro ejemplo, en que los ensayos de campo preliminares con fórmulas de latex indicaron que se obtiene mucha mayor eficacia en comparación con las fórmulas ordinarias.

Proyectos regionales del PNUD

Acaban de ponerse en marcha dos proyectos regionales del PNUD en la esfera de la agricultura. Uno está dirigido a elevar el rendimiento y la capacidad de fijación del nitrógeno de las leguminosas de grano comunes. Este proyecto aumentará la capacidad de los países participantes de incrementar el rendimiento de las leguminosas de grano, en especial el garbanzo, la soja, el cacahuete, el frijol de mungo y el guisante forrajero, y al mismo tiempo reducir al mínimo el uso de fertilizantes nitrogenados, lo que brindará a los agricultores pobres la posibilidad de adquirir estas leguminosas a precios accesibles. Esta conclusión se basa en la observación de que algunas variedades de leguminosas fijan mucho más nitrógeno de la atmósfera que otras. En el proyecto se identificarán estas variedades entre las leguminosas antes mencionadas para formular recomendaciones a los productores agropecuarios y a los fitotécnicos con miras a que las incluyan en sus programas de fitotecnia.

Entre los países participantes figuran Bangladesh, China, la India, la República de Corea, Malasia, el Pakistán, Sri Lanka y Tailandia. También se están estableciendo contactos con institutos de Filipinas e Indonesia. Los fondos totales ascienden a 970 000 dólares para un período de cinco años.

El otro proyecto regional abarca la irradiación de los alimentos, específicamente el control y la aceptación del proceso. Su objetivo es ayudar a las autoridades nacionales de los países en desarrollo signatarios del Acuerdo de Cooperación Regional del OIEA (ACR) a garantizar la transferencia eficaz de la tecnología de la irradiación de alimentos a la industria alimentaria, así como el desarrollo de los recursos humanos en esta esfera, con miras a lograr aplicaciones prácticas. Se llevarán a cabo actividades de investigación y desarrollo y los resultados se pondrán a disposición de los empresarios interesados en el proceso de irradiación de alimentos. Se ofrecerá capacitación a científicos, ingenieros y funcionarios encargados de la inspección de los alimentos para establecer un control eficaz del proceso conforme a las normas y el Código de Práctica del

Codex Alimentarius de la FAO y de la Organización Mundial de la Salud.

Entre los países participantes se cuentan Australia, Bangladesh, China, Indonesia, India, Japón, República de Corea, Malasia, Pakistán, Filipinas, Tailandia, Sri Lanka y Viet Nam. (La participación de Australia y Japón no entraña gasto alguno para las organizaciones patrocinadoras). Se han hecho consignaciones de créditos de 650 000 dólares de los EE UU para un período de 4 años.

Fórmula de cooperación satisfactoria

La experiencia acumulada con estos proyectos indica que se está gestando una fórmula satisfactoria para mejorar las actividades de investigación agrícola y la productividad en esta esfera. En primer lugar, el Organismo responde a las solicitudes de los Estados Miembros proporcionando capacitación, asesoramiento de expertos y equipo a los institutos de contraparte en diversas disciplinas agropecuarias. También se otorgan contratos de investigación para fomentar la investigación especializada. Quizás sea necesario ejecutar hasta 30 proyectos individuales por países durante un período prolongado. Después, cuando se haya capacitado a un número considerable de científicos y se hayan creado infraestructuras institucionales funcionales, las instituciones nacionales podrán entonces asimilar una mayor asistencia del PNUD que agrupe varias disciplinas científicas en un programa integrado; esto ha dado magníficos resultados en Asia y esperamos que la fórmula funcione igualmente bien en otros lugares. Una condición indispensable para lograr estos resultados es el mantenimiento de una cooperación constante entre organizaciones, institutos y científicos y una excelente coordinación al nivel nacional.

Tanto los resultados de estos proyectos financiados por el PNUD, como las actividades anteriores del Organismo, demuestran cuán valiosas resultan la asistencia sostenida a largo plazo y la consecución de objetivos válidos.

