

Reseña de las actividades de cooperación técnica en América Latina

Se mantiene vivo el interés en el empleo de las técnicas nucleares por los beneficios que reportan en los planos social, económico y ambiental

por F. Muñoz-Ribadeneira y E. Villarreal

Desde la orilla del Río Grande hasta el Cabo de Hornos, América Latina es una región llena de contrastes: grandes y modernas ciudades rodeadas por cinturones de pobreza, inmensos bosques vírgenes y zonas desérticas, modernas instalaciones médicas frente a una insuficiente asistencia médica para la mayoría de la población, autos lujosos rodando por las calles junto a carretas tiradas por burros.

Pese a los problemas comunes de desarrollo que se afrontan, aún no se vislumbra la integración regional plena necesaria para resolverlos. Si bien aún persiste la tendencia a crear un grupo de naciones dentro del conjunto de naciones, cada país tiene sus problemas, posibilidades, ambiciones y entornos políticos propios.

Tales características han repercutido en los programas de asistencia y cooperación técnicas que se ejecutan en América Latina, incluidos los del OIEA. El programa del Organismo ha cobrado gran auge en los países latinoamericanos más avanzados, aún cuando la mayoría de los países de la región no comenzaron sus actividades hasta 1976, es decir, casi 20 años después de la creación del OIEA.

Desde entonces se han hecho progresos notables. En 1989 América Latina recibió por primera vez el mayor porcentaje de asistencia técnica entre todas las regiones que abarca el OIEA, a pesar de los problemas económicos que siguen obstaculizando la entrega de la asistencia prevista. Se postergaron misiones de expertos, se produjeron demoras en la construcción de instalaciones de infraestructura y laboratorios, y surgieron problemas con el personal de contraparte debido a que éste abandonaba las instituciones en busca de mejoras salariales. Además, dos países aplazaron sus actividades por la agitación política imperante.

No obstante, los resultados obtenidos indican claramente que subsiste el interés en conocer y desarrollar las técnicas nucleares y sus aplicaciones para ayudar al progreso social y económico.

El programa del Organismo tiene dos modalidades en América Latina, a saber, los proyectos nacionales y las actividades regionales. En este informe se ofrece una reseña, necesariamente selectiva, de los proyectos que se ejecutan en una diversidad de esferas nucleares y otras esferas conexas.

Cooperación regional

Durante los últimos años, las actividades regionales han cobrado mayor importancia en América Latina, sobre todo en esferas de necesidad común como la información nuclear, la protección radiológica y el mantenimiento de los instrumentos que se utilizan en la investigación nuclear y en estudios afines. La capacitación es objeto de especial atención en estos proyectos, que utilizan la infraestructura desarrollada fundamentalmente por conducto de proyectos nacionales de asistencia técnica que reciben el apoyo del Organismo.

Las actividades regionales son valiosas porque a menudo permiten utilizar los recursos de forma más eficaz: los expertos pueden asesorar a sus contrapartes de varios países en el curso de una misma misión, el equipo puede comprarse en grandes cantidades para varios laboratorios a precios más ventajosos, y la capacitación puede organizarse a escala regional a un costo inferior y en la lengua materna de los participantes. Otra característica importante de los programas regionales es el concepto de cooperación técnica entre los países en desarrollo de la región. Usualmente son los propios países participantes los que adoptan las decisiones acerca a las actividades que se deben emprender.

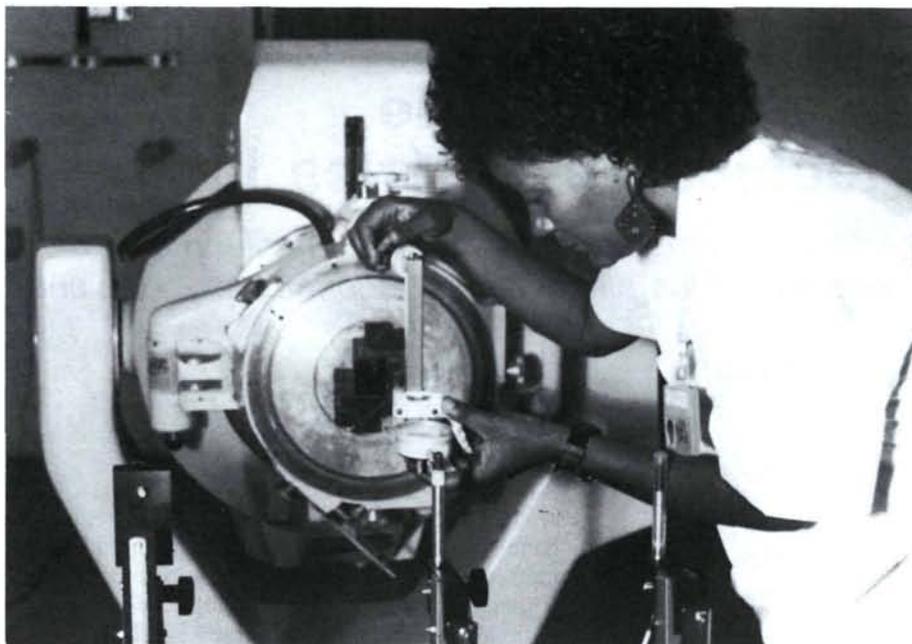
La mayoría de los proyectos regionales del OIEA forman parte de un programa conocido como ARCAL (Arreglos Regionales Cooperativos para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina). En la actualidad, el ARCAL está integrado por 15 países miembros: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, Guatemala, México, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

El programa ha sido financiado en gran medida por los propios países latinoamericanos y ya se encuentra en su segunda fase quinquenal, que se extenderá hasta 1994. Los aportes en dinero han provenido de diversas fuentes dentro del Organismo y de contribuciones extrasupuestarias de algunos países y organizaciones. Los principales contribuyentes extrasupuestarios han sido Alemania (República Federal de), Italia, los Estados Unidos de América, la Comunidad Económica Europea, el Canadá y Francia.

Proyectos y logros

Gracias al ARCAL, a otras actividades regionales y a los proyectos nacionales, los países latinoamericanos

El Sr. Villarreal es el jefe interino de la Sección de América Latina y el Sr. Muñoz-Ribadeneira es funcionario del Departamento de Cooperación Técnica del OIEA.



Calibración de instrumentos de medición de las radiaciones en el Instituto de Protección Radiológica y Dosimetría de Río de Janeiro, Brasil. (Foto: CNEN)

han registrado progresos significativos en la aplicación de las tecnologías nucleares en múltiples esferas:

- **Investigación, capacitación y desarrollo básicos en la esfera nuclear.** Por intermedio del ARCAL se han establecido centros de información nuclear en Colombia, Chile y Guatemala. Se prevé establecer otros en diferentes lugares con el objetivo de organizar una red de centros a nivel regional. Entre las actividades se incluye la capacitación de bibliotecarios y especialistas en información en tecnologías modernas para el manejo de la información, así como procedimientos de automatización para la difusión de documentos e información.

Mediante proyectos nacionales apoyados por el OIEA y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) se han puesto en práctica varios proyectos educacionales. Por ejemplo, en la Argentina, el Brasil y México existen servicios de información científica nuclear bien establecidos. En la Argentina, un programa de estudios superiores instituido en el Centro Atómico de Bariloche y en el Instituto Balseiro ha permitido capacitar a graduados en ingeniería nuclear desde 1979. La mayoría del personal técnico que participa en el desarrollo de la energía nucleoelectrónica en Argentina se ha formado en esos centros, al igual que muchos profesionales de otros países latinoamericanos, sobre todo del Perú y el Uruguay. En Bolivia se ha creado un programa general de desarrollo nuclear en el Centro de Investigaciones Nucleares de Viacha, donde funcionan un sistema de vigilancia radiológica mediante dosimetría personal, un laboratorio de suelos y un laboratorio analítico. En el Paraguay la asistencia se está orientando al establecimiento de un centro de desarrollo de investigaciones nucleares como complemento de un laboratorio de aceleradores instalado en la Universidad de Asunción, y en Guatemala se inauguró recientemente un centro de investigaciones nucleares.

Entre los proyectos nacionales de más largo alcance, uno que ha resultado provechoso para toda la región es

el que se ejecuta en el Brasil con miras a aplicar las técnicas nucleares en los estudios agrícolas y ambientales de la Cuenca del Amazonas. Con la asistencia del OIEA y del PNUD, el Brasil comenzó la labor encaminada a establecer en 1972 el Centro de Energía Nuclear na Agricultura (CENA), que desde entonces se ha convertido en uno de los centros de investigación y capacitación en la esfera agrícola más conocidos del mundo. Más de 100 especialistas del Brasil y otros países de América Latina han obtenido títulos de estudios superiores en el CENA. La capacidad y los logros del Centro han permitido emprender un estudio ecológico en gran escala de la Cuenca del Amazonas que, cuando concluya, contribuirá a la conservación y la prosperidad de esa región.

- **Física nuclear y dosimetría de las radiaciones.** Con ayuda del OIEA, se han establecido Laboratorios Secundarios de Calibración Dosimétrica (LSDC) —cuya función es garantizar la exactitud de las mediciones de las fuentes de radiación que se emplean en la medicina y otras esferas— en Brasil, Colombia, Ecuador y Venezuela, mientras que en Cuba, Guatemala y México progresan los trabajos encaminados a ese fin. El esfuerzo es oportuno, ya que en el Ecuador, Guatemala, Nicaragua y Venezuela va cobrando importancia la radioterapia en el tratamiento del cáncer y se está introduciendo nuevo equipo médico. Como parte de las medidas adoptadas para atender las necesidades conexas de formar físicos para los hospitales, el Ecuador ha iniciado un programa de estudios superiores al que tienen acceso estudiantes de toda la región.

Asimismo, el Organismo presta apoyo a los proyectos nacionales relacionados con técnicas analíticas e instrumentos específicos utilizados en investigaciones y estudios científicos. Por ejemplo, en la República Dominicana y el Ecuador se están instalando laboratorios para la espectroscopia Moessbauer; el Brasil, Chile, México y Venezuela ya cuentan con ese tipo de laboratorios. En el Brasil también se han emprendido estudios en el Insti-

tuto de Investigaciones Energéticas Nucleares (IPEN) para producir cristales de silicio, que son dispositivos electrónicos de estado sólido que tienen que importarse en la actualidad.

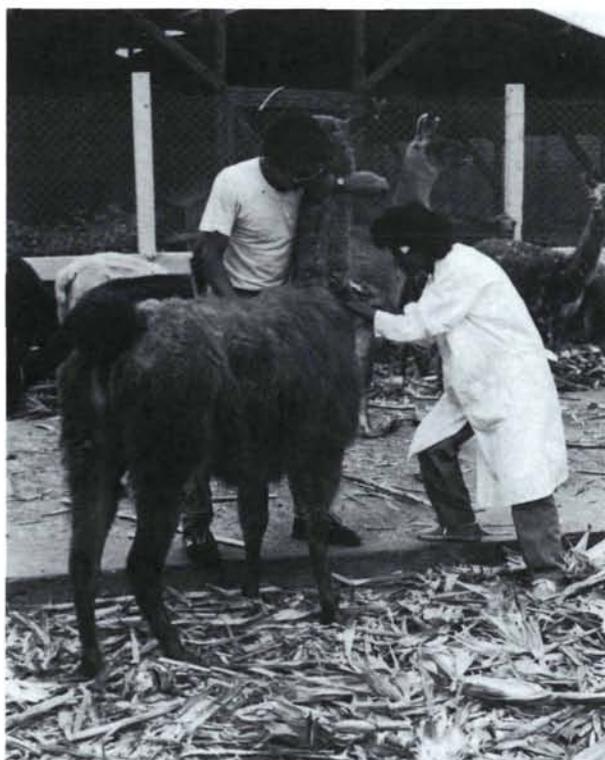
Por conducto del ARCAL se ejecuta un proyecto sobre la aplicación de las técnicas analíticas nucleares con la finalidad de perfeccionar los procedimientos analíticos en los laboratorios, mediante la capacitación del personal en diferentes técnicas asociadas fundamentalmente con el análisis de los alimentos y los productos agroindustriales. En estos momentos algunos países desean emprender actividades relacionadas con cuestiones ambientales y con los recursos minerales.

● **Reactores nucleares de investigación y química nuclear.** En un proyecto de ARCAL sobre el empleo de los reactores de investigación se ha hecho hincapié en el análisis del núcleo del reactor, incluidos estudios físicos y termohidráulicos, y se ha complementado ese análisis con cursos de capacitación sobre el uso de estos reactores. En el proyecto se destacan también los problemas de la conversión a combustible de uranio poco enriquecido y de la seguridad de los reactores, al igual que el uso de los reactores de investigación para producir radisótopos con vistas al análisis de los elementos-traza presentes, por ejemplo, en las partículas en suspensión en el aire o los alimentos. Con la ayuda del OIEA se está mejorando en Colombia la operación segura del reactor de investigaciones en Bogotá, que se ha utilizado intensamente durante sus más de 20 años en funcionamiento. En Jamaica, un reactor de investigación de baja potencia está sirviendo de útil instrumento en la química analítica y otras esferas al apoyar las investigaciones vinculadas con la fertilidad de los suelos, los metales de tierras raras y los recursos minerales.

En conjunto, suman ocho los países de América Latina que poseen reactores de investigación, a saber, Argentina, Brasil, Colombia, Chile, Jamaica, México, Perú y Venezuela. Ya se han establecido o se prevé establecer laboratorios analíticos anexos a estas instalaciones.

● **Medicina nuclear y salud humana.** En América Latina, las capacidades en medicina nuclear varían notablemente de un país a otro. En algunos países los médicos están utilizando normalmente procedimientos de diagnóstico de medicina nuclear que requieren técnicas y equipo ultramodernos, mientras que en otros se está iniciando la labor preliminar para, por ejemplo, marcar compuestos con yodo 131 o tecnecio 99m. Muchos países, incluidos Bolivia, Chile y Panamá, han hecho un amplio uso de la asistencia que presta el Organismo para establecer servicios de diagnóstico de medicina nuclear, inclusive el uso de modernas cámaras gamma. En otros se promueve también la producción y distribución de radiofármacos. En el Brasil y México se elaboran radiofármacos, mientras que en Colombia y el Ecuador se están creando capacidades a ese efecto. Varios países están participando en un estudio destinado a evaluar la producción de juegos (kits) para el diagnóstico *in vitro* de las hormonas del tiroides a base de componentes importados a granel.

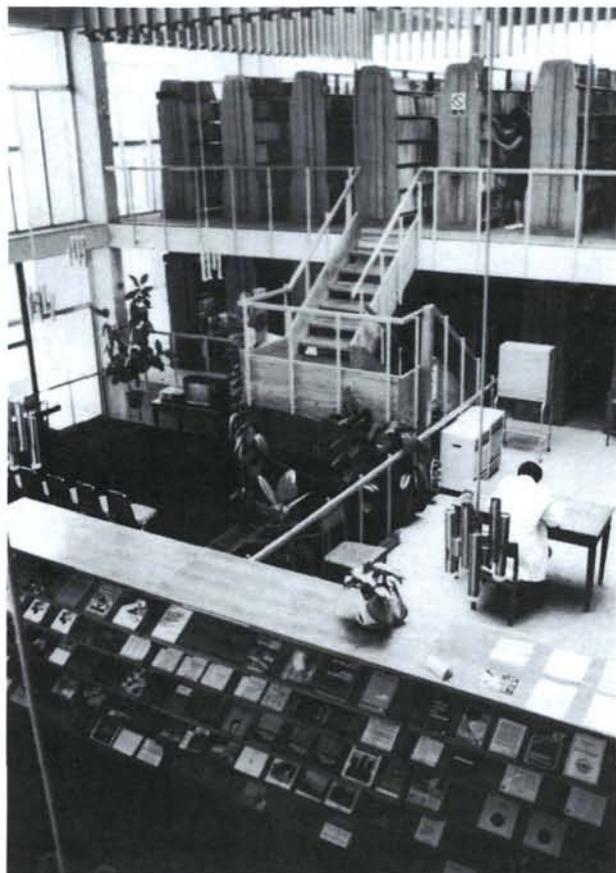
Varias naciones están dirigiendo sus esfuerzos a combatir enfermedades y problemas de salud específicos. Por ejemplo, en Cuba se capacita a investigadores en la utilización de radisótopos para realizar estudios biológi-



Estudios de salud y eficacia de reproducción de los animales en el Instituto de Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. (Foto: IPEN)

Reactor nuclear de investigación en Lima, Perú, en el Centro Nuclear "RACSO". (Foto: IPEN)





El Centro de Información Nuclear de Chile. (Foto: CCHEN)

cos que serán de utilidad al efectuarse investigaciones avanzadas de la arteriosclerosis. En el Brasil se presta atención al uso de las técnicas isotópicas en el diagnóstico de enfermedades transmisibles, y en Colombia y Panamá el Organismo apoya proyectos para el estudio del paludismo.

Por medio de un proyecto regional se está haciendo hincapié en el control de calidad en la medicina nuclear mediante cursos de capacitación que se brindan a los médicos encargados de aplicar procedimientos que precisan el uso de instrumentos avanzados.

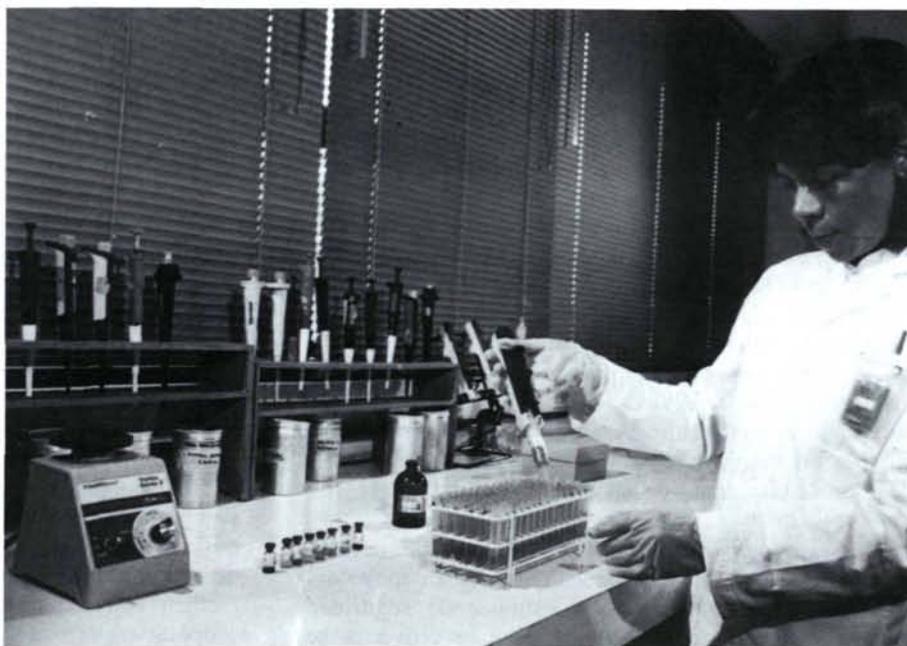
● **Ingeniería, instrumentación y tecnología nucleares.** Son pocos los países latinoamericanos que cuentan con centrales nucleares para la generación de electricidad, a saber, la Argentina, el Brasil y México. Se están construyendo otras centrales en esos mismos países y Cuba. El Organismo ha estado prestando una activa ayuda a esos países en esferas como la construcción y la seguridad operacional de las centrales mediante diferentes vías que ofrece el programa, incluso la cooperación técnica. Por ejemplo, mediante los proyectos de cooperación técnica México ha recibido una asistencia considerable para la producción a nivel local de elementos combustibles para su central nuclear de Laguna Verde. La empresa eléctrica y la autoridad de energía atómica del Perú también han recibido ayuda en el establecimiento de un programa destinado a evaluar la posible construcción de una central nuclear en el país, para lo cual ya se han identificado varios emplazamientos.

Además, en virtud de un proyecto del ARCAL sobre instrumentación nuclear se han formado técnicos en diferentes aspectos del mantenimiento de algunos tipos de equipo y en nuevas técnicas electrónicas. Por ejemplo, a través del proyecto se ha organizado el suministro de piezas de repuesto y servicios de expertos para el mantenimiento correctivo. También se está creando un banco de datos de manuales de explotación y mantenimiento para el equipo de que se dispone en la región. En las actividades futuras se pondrá acento en la instalación de laboratorios nacionales y regionales para prestar servicios de mantenimiento.

● **Agua y otros recursos naturales.** Se están utilizando isótopos ampliamente en el proyecto brasileño de la Cuenca del Amazonas a fin de estudiar la precipitación, el vapor de agua, y las condiciones del agua superficial; los resultados serán útiles para evaluar los efectos del cambio de las modalidades del uso del suelo en la ecología. En Colombia, Cuba, Chile, Ecuador, Guatemala, Nicaragua, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela también se presta apoyo a los estudios de hidrología isotópica. Los problemas que se están abordando abarcan desde la evaluación de los efectos de la contaminación del agua en Venezuela, y la determinación de las condiciones hidrológicas para el desarrollo agroindustrial en Nicaragua, hasta la identificación de los recursos hídricos para los planes de riego en el Perú. En el marco del ARCAL se ha creado un proyecto regional sobre la aplicación de técnicas isotópicas en la hidrología con objeto de ayudar a los países, de forma colectiva, a resolver problemas prácticos y científicos relacionados con la evaluación de los recursos de aguas subterráneas y su contaminación.

Asimismo, se está prestando atención al empleo de isótopos en la exploración de los recursos de energía geotérmica. Por ejemplo, en El Salvador esta energía geotérmica proporciona alrededor de la mitad de la electricidad del país y se están realizando estudios para evaluar dichos recursos. También se trabaja en este sentido en México, donde los recursos geotérmicos desde hace tiempo forman parte de la gama de recursos energéticos, y en Nicaragua. A nivel regional, un proyecto que se realiza en el marco del ARCAL sobre la utilización de técnicas isotópicas y geoquímicas en la exploración de los recursos geotérmicos está ayudando a los países a evaluar las zonas en que pueden aprovecharse los recursos de la energía geotérmica.

Los países también han mostrado gran interés en evaluar sus yacimientos de mineral de uranio. Se han encontrado yacimientos de ese tipo en Argentina, Brasil, Chile, México, y Perú, y el OIEA apoya numerosas actividades de exploración. Si bien el número de proyectos nacionales en ejecución ha mermado en los últimos años, los países mantienen su interés en la explotación comercial de los recursos disponibles. Por ejemplo, el Perú prevé convocar a la presentación de ofertas internacionales para la explotación de los yacimientos de mineral descubiertos mediante los proyectos apoyados por el OIEA y el PNUD. Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Nicaragua, Guatemala, Uruguay y Venezuela también han recibido asistencia del OIEA en la evaluación de sus yacimientos de uranio.



El radioinmunoanálisis se utiliza en Colombia en estudios sobre reproducción animal. (Foto: IAN)

● **Tecnologías de radiación en las esferas alimentaria e industrial.** En Argentina, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, Perú y Venezuela están funcionando irradiadores experimentales con los que se investiga la aplicación de las radiaciones ionizantes en la industria; en el Ecuador se ha instalado un acelerador de haces electrónicos. Entre las esferas de interés figuran la esterilización de los suministros médicos y la polimerización de los revestimientos de las superficies de madera.

Otra esfera de aplicación podría ser la conservación de alimentos. En países que poseen irradiadores experimentales se han realizado estudios sobre frutas tropicales y productos como las cebollas y las patatas. En la Argentina y el Uruguay se han comercializado de forma experimental patatas irradiadas. En Cuba, las actividades de investigación se concentran en una planta piloto de irradiación construida con la asistencia del OIEA. A nivel regional, mediante el ARCAL, los países han realizado diversos estudios de prefactibilidad sobre el posible uso de irradiadores en gran escala para el tratamiento de alimentos.

Fuera del marco del ARCAL, un proyecto sumamente importante iniciado en 1982 se desarrolla en el área de ensayos no destructivos (END), que incluyen la radiografía y el empleo de trazadores radioisotópicos, en los sectores fabril e industrial. El proyecto, en el que participan 18 países, se orienta específicamente a la formación y creación de la autosuficiencia nacional y regional en esta tecnología; en 1990 se están desarrollando cerca de 80 actividades de capacitación. Se está realizando un gran esfuerzo para formar técnicos en los niveles básicos y las técnicas avanzadas. Desde 1982 se ha capacitado a unas 25 000 personas. En 1989 se fundó una federación regional en la esfera de los ensayos no destructivos que probablemente se convierta a la larga en el órgano ejecutivo del proyecto. Otra señal de progreso es la admisión, en 1989, de 11 países latinoamericanos como nuevos miembros del Comité Interna-

cional de Ensayos No Destructivos. En la actualidad, casi la tercera parte de los miembros del Comité son países latinoamericanos.

● **Ciencias agropecuarias.** En la mayoría de los países están en marcha proyectos agrícolas nacionales. Muchos de ellos se centran en los efectos de la aplicación de fertilizantes y en la absorción por los cultivos de nutrientes del suelo como el potasio y el nitrógeno. Uno de los mejores ejemplos es el proyecto brasileño de la Cuenca del Amazonas, donde se estudia de forma exhaustiva el destino final de los productos agroquímicos.

En la esfera de la fitotecnia por mutación y la fitogenética, los proyectos han hecho posible, por ejemplo, desarrollar variedades mejoradas de sorgo en Venezuela y, en el caso del Perú, variedades de trigo y centeno más resistentes al medio ambiente de las tierras altas peruanas, con lo que se ha podido elevar la producción y reducir las necesidades de importación de estos cereales. Conforme a un proyecto del ARCAL en que se emplean métodos de fitotecnia por mutación para desarrollar nuevas variedades de cereales, se está perfeccionando la capacidad de los laboratorios de toda la región que trabajan con cultivos de tejidos, así como las aptitudes de los científicos que se capacitan en diferentes aspectos de la fitotecnia por mutación.

En cuanto a la lucha contra las plagas, varios países están aplicando la técnica de los insectos estériles (TIE) con miras a controlar o erradicar los insectos que ocasionan daños a los cultivos o enfermedades a los animales. Entre esos países figuran Guatemala, México y el Perú. En Guatemala y México están funcionando instalaciones para la cría de grandes cantidades de insectos estériles a fin de utilizarlos en las campañas de lucha contra las plagas. En el Perú se ha creado una instalación experimental para la cría de especies estériles de un insecto que daña los cultivos de aceitunas, y esa labor ha motivado el interés de Chile, donde se están sufriendo los estragos de insectos similares.

En las actividades relacionadas con la ciencia animal se continúa enfatizando el uso del radioinmunoanálisis (RIA) para estudiar los factores que influyen en la salud y la productividad. Un proyecto del ARCAL sobre el empleo del RIA en la producción pecuaria está entrando en una nueva fase quinquenal destinada al desarrollo de estrategias alimentarias para mejorar la productividad de los ruminantes. Otra de las actividades planificadas se centra en el diagnóstico de las enfermedades de los animales. En el plano nacional, un proyecto en que se aplican técnicas de RIA ha ayudado a los científicos chilenos y peruanos a estudiar el ciclo reproductivo de los camélidos que tienen importancia para la economía agrícola de los Andes. Los resultados obtenidos se han utilizado para mejorar significativamente la eficacia de reproducción de los animales; los datos indican un aumento del 75% en la tasa anual de nacimientos de las crías.

● **Seguridad nuclear y protección radiológica.**

Aunque en todas las actividades que reciben apoyo del Organismo se destacan las cuestiones de seguridad nuclear y protección radiológica, algunos proyectos se dedican a aspectos específicos de estas esferas. En el ámbito del ARCAL se ejecuta un proyecto sobre protección radiológica encaminado a determinar las necesidades inmediatas de la región en este orden. La capacitación del personal se efectúa a escala nacional y regional, y se organizan cursos y seminarios para estudiar las necesidades de protección radiológica en determinadas situaciones en que se utilizan radiaciones ionizantes. Asimismo, se están elaborando directrices en materia de protección radiológica que pueden servir de prototipo en la región.

Además de estar expuestas a las fuentes naturales de radiación, la mayoría de las personas en América Latina son susceptibles a la exposición a radiaciones provenientes de tratamientos médicos. Habida cuenta de ello, el OIEA y la Organización Mundial de la Salud (OMS) trabajan de consuno con las autoridades nacionales en favor de la reglamentación y fiscalización adecuadas de las fuentes de radiación. En el Ecuador, por ejemplo, el Gobierno ha creado oficinas regionales para fortalecer las actividades en materia de fiscalización y se han sometido a inspección todas las instalaciones médicas y odontológicas de los sectores privado y estatal. En virtud de los accidentes ocurridos en el Brasil y El Salvador con fuentes de radiación, existe un reconocimiento mucho mayor en la región de la necesidad de la protección radiológica.

El OIEA también presta servicios de evaluación de la seguridad en reactores de investigación y se han enviado misiones, por ejemplo, al Perú, Chile y Venezuela. Además, los servicios de asesoramiento del OIEA que reciben apoyo por conducto de los mecanismos de cooperación técnica ayudan a los países en las esferas de la protección radiológica y la gestión de desechos radiactivos, fundamentalmente mediante misiones conocidas como Equipo de Asesoría en Protección Radiológica (EAPR) y Programa de Asesoría en Gestión de Desechos (PAGD), respectivamente. Por esta y otras vías, los países pueden mejorar sus prácticas, procedimientos e infraestructuras nacionales para la utilización segura de la energía nuclear, así como para el almacenamiento y la evacuación adecuados de los desechos radiactivos con miras a proteger a la población y el medio ambiente.

