

Activades FAO/OIEA de investigación y capacitación en fertilidad de suelos en los Laboratorios del OIEA en Seibersdorf

La aplicación de tecnologías nucleares en edafología y fitotecnia se desarrolla y transfiere a través de diversos mecanismos

por F. Zapata y G. Hardarson

El presente siglo es testigo de un explosivo aumento de la población mundial. Se estima que en el año 2015 habrá alcanzado los ocho mil millones de habitantes. Como consecuencia de ello, hay una demanda continuamente creciente de alimentos cultivados, piensos, fibras y biocombustibles provenientes de recursos de la tierra efectivamente limitados. Se han sugerido varias soluciones. En los países en desarrollo, la solución más prometedora para el futuro cercano es la intensificación de la producción agrícola en las tierras actualmente cultivadas, ya sea mediante un aumento de la intensidad de cultivo y/o aumentando los rendimientos unitarios.

La intensificación de la agricultura mediante la llamada "revolución verde" comprendió el desarrollo de nuevas tecnologías y prácticas agrícolas mejoradas. Estas comprenden el empleo de cultivares de alto rendimiento, la mecanización, el riego y, sobre todo, el uso de productos agroquímicos. En los sistemas agrícolas intensivos, los cultivos extraen cantidades sustanciales de nutrientes, que se reponen mediante la aplicación de fertilizantes. Ahora bien, en los últimos diez años se ha ido tomando conciencia de que la "revolución verde" tiene un impacto limitado en los pequeños agricultores de los países en desarrollo. Debido a la falta de recursos, y a los precios en aumento de los insumos comerciales, se ha venido prestando atención al análisis y posterior mejoramiento de sistemas de cultivo de bajos insumos, y a la utilización más eficaz de los recursos limitados. Todo ello ha llevado a recomendar un concepto de enfoque de sistemas a la nutrición de plantas, que integra todas las fuentes de nutrientes de las plantas y los factores de producción de cultivos en un sistema agrícola productivo para mejorar la fertilidad del suelo, la productividad agrícola y la rentabilidad. Este sistema integrado de nutrición de plantas incluye tanto la mayor eficiencia posible en el empleo de los fertilizantes químicos disponibles como el máximo aprovechamiento de las fuentes alternativas de nutrientes, tales como los fertilizantes orgánicos, las rocas fosfatadas y la fijación biológica del nitrógeno.

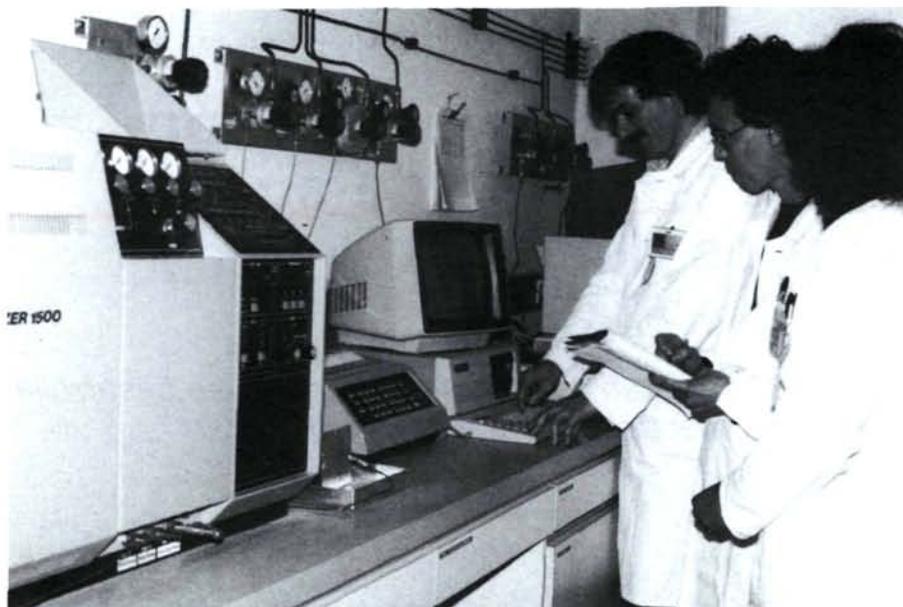
Empleo de técnicas nucleares en edafología y productividad de las plantas: Reseña histórica

Desde su fundación en 1964, la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Agricultura y la Alimentación, en colaboración con el Laboratorio Agrícola del OIEA en Seibersdorf, ha promovido la investigación, el desarrollo y la transferencia de tecnologías nucleares para ayudar a los países a establecer mejores condiciones para la producción agrícola y pecuaria. En la esfera de la edafología y la productividad de las plantas, esas investigaciones se han realizado mediante programas coordinados de investigación y proyectos de cooperación técnica ejecutados por la Sección de Fertilidad de Suelos, Riego y Producción Agrícola de la División Mixta FAO/OIEA. Se utilizan isótopos como trazadores, por ejemplo para determinar las cantidades y el desplazamiento de los nutrientes, especialmente los derivados de los fertilizantes en las plantas y los suelos. La aplicación de técnicas de radiación utilizando piezas de equipo tales como humidímetros neutrónicos y densímetros gamma permite controlar la humedad y medir los cambios en la densidad aparente en perfiles de suelos de manera fiable y no destructiva, ahorrando a la vez tiempo, esfuerzos y dinero.

Los isótopos y el empleo eficaz de fertilizantes

Está bien demostrado que los cultivos responden a la aplicación de fertilizantes en la mayoría de los suelos. La aplicación regular de fertilizantes es esencial para mantener y mejorar la fertilidad del suelo requerida para una productividad elevada. Aproximadamente el 50% del aumento en el rendimiento de granos de los cereales puede atribuirse a los fertilizantes. De los 130 millones de toneladas consumidas en 1984-1985, el nitrógeno (N) representó el 54%, el fósforo (P) el 26% y el potasio (K) el 20%. En 1985 los países en desarrollo utilizaron 48 millones de toneladas de fertilizantes con un valor aproximado de 4950 millones de dólares de los Estados Unidos. Esto representó el 38% del consumo total de fertilizantes. En los países en desarrollo, el consumo de fertilizantes ha venido aumentando a razón del 6% anual en el período 1980-1985, mientras que en el mismo período aumentó en solo el 1,8% en los países desarro-

El Sr. Zapata es el jefe de la Dependencia de Edafología de los Laboratorios de Seibersdorf, y el Sr. Hardarson es funcionario de dicha Dependencia.



La instrumentación avanzada de que dispone la Dependencia de Edafología —por ejemplo, un analizador automático de nitrógeno conectado a un analizador de la relación de isótopos estables— permite tratar un mayor número de muestras para los servicios analíticos ordinarios que se prestan en apoyo de proyectos de campo del programa conjunto FAO/OIEA.

llados. A fin de satisfacer las necesidades de alimentos del mundo, el empleo de fertilizantes N-P-K debe aumentarse de cuatro a cinco veces en los próximos 20 años. Este incremento proyectado en el consumo mundial de fertilizantes es un indicador del papel que probablemente corresponderá a los fertilizantes en la alimentación de una población mundial en aumento.

Los cultivos absorben solo una fracción de los fertilizantes aplicados a los suelos. El resto permanece en el suelo o bien se pierde por lixiviación, lavado físico, fijación por el suelo y/o liberación a la atmósfera mediante procesos químicos y microbiológicos. Por lo tanto, es necesario obtener información sobre los méritos relativos de las diferentes prácticas de fertilización, tales como los métodos de colocación de los fertilizantes, la oportunidad de la aplicación y las fuentes de fertilizantes. Esta información ayudará a lograr una eficiencia máxima en la utilización de los fertilizantes de la manera más económica posible, reduciendo así los costos de producción.

Mediante experimentos de campo en diferentes condiciones ambientales (suelo y clima) se puede determinar la mejor combinación de prácticas de fertilizantes (dosis, colocación, oportunidad y fuente) para sistemas de cultivo seleccionados. Los métodos clásicos empleados para este fin son indirectos porque se basan en la medición de las diferencias de rendimiento debidas a tratamientos de fertilización. La experimentación con fertilizantes marcados con isótopos estables y radiactivos proporciona un medio directo y rápido de obtener respuestas concluyentes a las preguntas dónde, cuándo y en qué forma deben aplicarse los fertilizantes. Los fertilizantes marcados con ^{32}P y ^{15}N se han utilizado mucho en tales estudios en varios programas coordinados de investigación FAO/OIEA sobre el arroz, el maíz y el trigo realizados a lo largo de 20 años. Las técnicas isotópicas comprenden la aplicación de fertilizantes marcados a los cultivos y la determinación de la proporción de elemento nutritivo en el cultivo derivado del fertilizante. Afortunadamente, se dispone de muchos isótopos que se pueden utilizar como trazadores en estu-

dios de las relaciones suelo-planta y conexos. La Dependencia de Edafología de los Laboratorios del OIEA en Seibersdorf ha cumplido una función fundamental en la ejecución de estos programas desarrollando técnicas isotópicas, prestando servicios analíticos y transfiriendo esta tecnología a los Estados Miembros a través de la capacitación. La adopción de estas prácticas de fertilización mejoradas en muchos países del mundo ha resultado en ahorros de fertilizantes por valor de muchos millones de dólares cada año.

Las técnicas isotópicas ofrecen también un medio rápido y fiable de obtener información sobre la distribución de las raíces activas, la ubicación de zonas de mayor densidad de raíces absorbentes y la forma en que éstas varían con las estaciones. La colocación de los fertilizantes cerca de la zona de mayor actividad de raíces y en el momento en que éstas están más activas sería de utilidad directa, por lo tanto, para la formulación de prácticas de fertilización racionales en plantaciones de árboles de cultivo. Se ha desarrollado una técnica de inyección del suelo utilizando solución de fosfato marcada con ^{32}P , que se ha utilizado para determinar la distribución de las raíces de diversos árboles de cultivo de importancia económica para los países en desarrollo. Los detalles experimentales de las técnicas de inyección y muestreo se elaboraron en los Laboratorios de Seibersdorf con el objetivo de reducir el error experimental. Los Laboratorios apoyaron también la ejecución de este programa mediante la preparación y envío de miles de ampollas de solución marcada con ^{32}P .

La radiación y el manejo de los recursos hídricos

Además de suministrar nutrientes minerales, el agua es uno de los principales factores limitantes de la producción agrícola en muchas partes del mundo. Por consiguiente, es esencial desarrollar métodos de manejo de las aguas adecuados para aprovechar mejor las aguas de lluvias en condiciones agrícolas de secano, o para mejorar la eficiencia de la utilización de las aguas en tierras de regadío. En este contexto, las investigaciones



La Dependencia de Edafología lleva a cabo actividades de investigación y de capacitación mediante becas en apoyo de un programa coordinado de investigación sobre la gestión de árboles fijadores de nitrógeno para restablecer y mantener la fertilidad de suelos.

con técnicas de radiación utilizando piezas de equipo tales como humidímetros neutrónicos y densitómetros gamma se han aplicado también al desarrollo de prácticas mejoradas de manejo de las aguas en zonas áridas y semiáridas.

Se han realizado estudios del uso eficaz de las aguas y los fertilizantes en la agricultura de riego y de lluvia en regiones semiáridas para determinar las condiciones de manejo bajo las cuales los cultivos pueden aprovechar mejor insumos costosos, tales como los fertilizantes manufacturados y el agua de riego.

Técnicas para estudiar fuentes alternativas de nutrientes

Los fertilizantes inorgánicos pueden ser sustituidos en cierta medida por otras fuentes de nutrientes que están disponibles en la localidad o que son menos costosas. Solo ciertas plantas, como las leguminosas y algunas otras familias, en simbiosis con los microorganismos apropiados pueden utilizar directamente el N_2 atmosférico. Este proceso se denomina fijación biológica del nitrógeno (FBN). La contribución del N a la economía del nitrógeno de suelos y plantas mediante sistemas de fijación del N_2 adecuadamente administrados parece ser la alternativa más prometedora para suplementar los fertilizantes químicos de N en ecosistemas agrícolas.

Durante el último decenio, varios programas de investigación FAO/OIEA han centrado su atención en la medición y el mejoramiento de los procesos naturales de fijación biológica del nitrógeno, especialmente la fijación simbiótica del N_2 por las leguminosas en diversos sistemas. Además, los programas actuales hacen hincapié en el mejoramiento, tanto del rendimiento como de la fijación del nitrógeno por las leguminosas de grano, mediante un enfoque integrado.

La medición en condiciones de campo de la cantidad de N_2 fijada es un requisito esencial de todo programa encaminado a maximizar la FBN. De los muchos métodos disponibles, las técnicas isotópicas de ^{15}N son

las más fiables para suministrar valores cuantitativos e integrados del nitrógeno fijado, tanto en sistemas naturales como agrícolas. Este es el único método que permite distinguir la contribución relativa del suelo, del fertilizante y del nitrógeno atmosférico al nitrógeno total de la planta en las leguminosas. Este método es aceptado ya en todo el mundo como el más práctico y útil para obtener los máximos beneficios de la FBN en el crecimiento de los cultivos.

La metodología del ^{15}N para cuantificar la cantidad de nitrógeno fijada biológicamente por leguminosas creciendo en el campo fue desarrollado en gran parte en el Laboratorio Agrícola de Seibersdorf y desde entonces ha sido adaptado a otros sistemas de fijación de N_2 , tales como los pastos y las leguminosas arbóreas, los árboles actinorrizos y la *Azolla*.

Igualmente, las rocas fosfatadas son fuentes potencialmente importantes de fósforo en muchos países. La aplicación directa de roca fosfatada finamente molida, utilizando yacimientos de fosfato locales, puede ser la fuente más barata de fósforo para los cultivos en los suelos ácidos de los trópicos. El laboratorio ha desarrollado también técnicas con el radisótopo ^{32}P para evaluar la disponibilidad de fósforo en las plantas proveniente de rocas fosfatadas locales. Estas técnicas se utilizan de ordinario en los programas FAO/OIEA para la evaluación agronómica de los materiales de las rocas fosfatadas naturales en relación con proyectos del Programa de Fertilizantes de la FAO. Las investigaciones se concentran actualmente en la medición de diferencias genotípicas de los árboles fijadores de nitrógeno en la absorción del fósforo proveniente de rocas fosfatadas, con el objetivo de maximizar la fijación del nitrógeno e incrementar la fertilidad del suelo.

Apoyo del Laboratorio del OIEA en Seibersdorf

La Dependencia de Edafología de los Laboratorios del OIEA en Seibersdorf proporciona un valioso apoyo de investigación y desarrollo a los programas coordinados de investigación (PCI) y a proyectos de coopera-

En 1990 se celebrará un simposio FAO/OIEA sobre la utilización de isótopos estables

En octubre de 1990 se celebrará una importante reunión científica patrocinada conjuntamente por el OIEA y la FAO: el Simposio Internacional FAO/OIEA sobre la utilización de isótopos estables en estudios de nutrición de plantas, fertilidad de suelos y medio ambiente. Las primeras aplicaciones de los isótopos estables se realizaron en la esfera de las ciencias geológicas. Durante los últimos años, avances instrumentales y estudios innovadores con empleo de isótopos estables han llevado a su aplicación difundida en las ciencias biológicas, la agricultura y las investigaciones ambientales.

El objetivo de este simposio es fomentar el intercambio de información científica y sobre los principales logros en estas importantes esferas. Se prevé que los participantes ayudarán a determinar nuevas esferas de investigación y posibles aplicaciones, así como los medios para desarrollar y transferir esas tecnologías con el objetivo final de desarrollar una agricultura sostenible y bien concebida desde el punto de vista ambiental.

El simposio tendrá lugar en Viena (Austria) del 1 al 5 de octubre de 1990. Se puede obtener más información a este respecto dirigiéndose a la Sección de Fertilidad de Suelos, Riego y Producción Agrícola de la División Mixta FAO/OIEA.

ción técnica sobre el terreno coordinados por la Sección de Fertilidad de Suelos, Riego y Producción Agrícola de la División Mixta del OIEA y la Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y la Alimentación (FAO). La Dependencia ha cumplido una función clave en el desarrollo y la transferencia de aplicaciones de la tecnología nuclear en la edafología y la productividad de las plantas desde la creación del programa de la División Mixta en 1964.

Investigaciones de apoyo actuales. Las investigaciones en marcha en la Dependencia abarcan una amplia gama de temas, que en general pueden agruparse en dos esferas principales:

- La primera esfera importante de investigación se relaciona con la recuperación de la fertilidad del suelo mediante la fijación biológica del nitrógeno como medio de mejorar la productividad de las plantas. Las actividades de investigación realizadas en apoyo del PCI sobre la gestión de los árboles fijadores de nitrógeno para recuperar y mantener la fertilidad del suelo comprenden la variación genética en la nodulación y la fijación del nitrógeno en diferentes especies de árboles; la selección de microorganismos eficaces (*Rhizobium/Frankia*) para las especies de árboles y la tecnología de la inoculación; los estudios metodológicos con isótopos para medir la fijación del nitrógeno en los árboles; los efectos de los factores ambientales (suelo y clima) en la nodulación y la fijación del nitrógeno en diferentes especies de árboles; el efecto de las prácticas de manejo sobre la fijación del nitrógeno en diferentes especies de árboles; la selección de cepas de *Rhizobium* para la fijación efectiva del nitrógeno en leguminosas arbóreas tropicales; y el movimiento de cepas de *Rhizobium* en la rizosfera de las leguminosas arbóreas.

Continúan las investigaciones en apoyo de los PCI y los programas de cooperación técnica en la esfera de la fijación biológica del nitrógeno por las leguminosas de grano. Estas investigaciones comprenden sobre todo el ulterior desarrollo de la metodología del ^{15}N para cuantificar la fijación biológica del nitrógeno en condiciones de campo y de invernadero, así como estudios ecológicos de rhizobia, las bacterias que producen los nódulos de las raíces, en la rizosfera de las leguminosas de grano. La lista siguiente ilustra el tipo de trabajo que se realiza en el laboratorio: cuantificación de la fijación del N_2 mediante diversos enfoques con empleo del isótopo ^{15}N ; efecto de los tratamientos de inoculación en el movimiento de rhizobia en la rizosfera, la formación de nódulos y la fijación de N_2 por la soya, el frijol común y las leguminosas arbóreas; seguimiento de la fijación del N_2 por las leguminosas de grano; y efecto de tensiones ambientales tales como la sequía, la salinidad y la acidez sobre la fijación del nitrógeno por las leguminosas de grano.

- La segunda esfera importante de la investigación está dedicada al mejoramiento de la productividad de suelos salinos y ácidos y otros suelos perjudiciales. Se realizan actividades de investigación en apoyo de dos PCI en esta esfera: 1) empleo de técnicas nucleares para mejorar la producción de cultivos en suelos salinos; y 2) aumento y estabilización de la productividad de las plantas en suelos con con bajo contenido de fósforo, semiáridos y poco húmedos de las regiones tropicales y subtropicales.

Las investigaciones de apoyo se concentran en la identificación de genotipos de plantas altamente eficientes en la utilización de los recursos en condiciones de tecnología de bajos insumos, de la siguiente manera: selección inicial y ensayos de campo de genotipos de plantas adaptables a ciertas condiciones de suelos perjudiciales (salinos o ácidos, por ejemplo) o con alta eficiencia de absorción y aprovechamiento de agua y nutrientes; y biología de las raíces y utilización eficaz de los recursos del suelo (agua y nutrientes). Se utilizan métodos isotópicos para estudiar la absorción (parámetros de las raíces) y utilización de los recursos en la planta (parámetros fisiológicos).

Todos estos proyectos de investigación son sumamente importantes no solo para una agricultura sostenible sino también para restablecer y mantener la fertilidad del suelo con miras a una mayor productividad de las plantas.

Orientación de las investigaciones futuras

Los futuros programas continuarán haciendo hincapié en el empleo de técnicas nucleares para desarrollar una agricultura sostenible. En diciembre de 1988 se celebró una reunión de consultores en la que se discutió la aplicación de técnicas de biología molecular/biotecnología moderna en programas inmediatos y futuros de la Sección de Fertilidad de Suelos, Riego y Producción Agrícola del Organismo. Los consultores recomendaron que se iniciaran actividades en esta esfera e indicaron que la Sección podía aportar una contribución singular y muy importante realizando actividades de ensayo de ADN principalmente en ecología microbiana, como una extensión eficaz de los vigorosos programas existentes en materia de gestión de la fijación del nitrógeno por los

árboles y las leguminosas de grano en los países en desarrollo.

Igualmente, los miembros de un grupo de examen del programa conjunto FAO/OIEA (que se reunió del 28 de noviembre al 2 de diciembre de 1988) recomendaron que se hiciera más hincapié en el uso eficaz de los recursos hídricos y en los métodos para resguardar y mejorar la calidad del agua. En muchos países en desarrollo, la producción de alimentos se ve muy limitada por el uso ineficiente o manejo inadecuado de los recursos hídricos y por la incapacidad de resguardar adecuadamente la calidad del agua. El impacto fuera de las zonas cultivadas debido a las aguas contaminadas por la agricultura o por sedimentos del suelo sobre las pesquerías y la fauna salvaje es motivo de gran preocupación. Los estuarios, los lagos y las plataformas continentales están siendo transformados en zonas improductivas. Esta situación tiene graves repercusiones económicas y para la salud pública.

Actividades de capacitación

Junto a las actividades de investigación de apoyo, la Dependencia de Edafología de Seibersdorf imparte continuamente capacitación en forma de cursos y becas en las aplicaciones de la tecnología nuclear en edafología y productividad de las plantas. Este papel fundamental de la capacitación en la edafología tiene una base histórica y de investigación y desarrollo científicos en el Laboratorio.

● **Cursos de capacitación.** Desde 1978 se vienen realizando anualmente en los Laboratorios de Seibersdorf cursos interregionales de capacitación en el empleo de técnicas isotópicas y radiaciones para los estudios de la relación suelo-planta. Además, en 1985 y 1986 se realizaron dos cursos de capacitación especializada en fijación biológica del nitrógeno. Cada curso de capacitación dura por lo general de cuatro a ocho semanas y acoge a unos 20 participantes. Se imparte capacitación avanzada en el empleo de isótopos estables y radiactivos y técnicas de radiación a científicos de países en desa-

Manual de capacitación en el empleo de técnicas nucleares en estudios de las relaciones suelo-planta

El OIEA está preparando un manual de capacitación que abarca todos los aspectos de las técnicas nucleares pertinentes en las investigaciones de la fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas. Este amplio manual sustituye y actualiza manuales anteriores (1964, 1976) e incorpora la experiencia disponible sobre los temas del programa conjunto FAO/OIEA. Entre los epígrafes y secciones principales figuran:

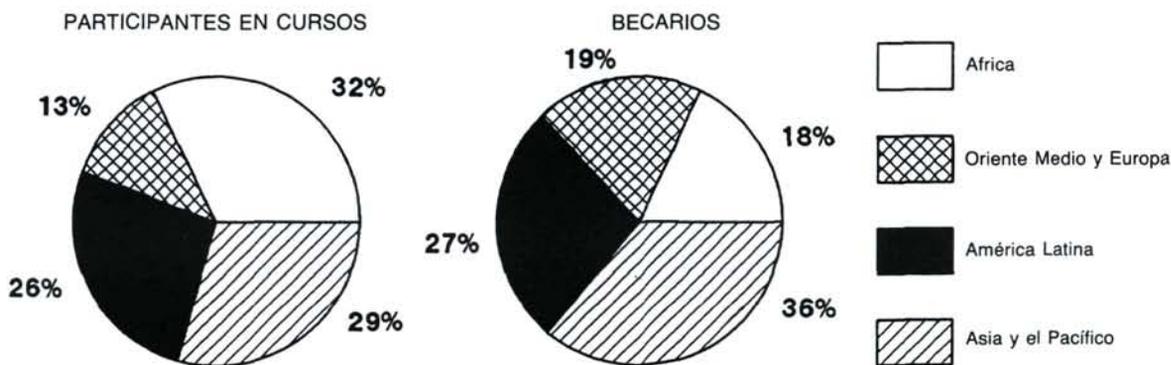
- Isótopos estables y radiactivos
- Métodos para la determinación del ¹⁵N
- Técnicas isotópicas en estudios de fertilidad de suelos y nutrición de las plantas
- Empleo de la metodología del ¹⁵N para evaluar la fijación biológica del nitrógeno
- Fotosíntesis y productividad agrícola
- Empleo de humidímetros neutrónicos y densímetros gamma en estudios suelo-agua.

El manual tiene por objeto ayudar a jóvenes científicos de países en desarrollo a utilizar técnicas nucleares para mejorar la nutrición de plantas y, por consiguiente, aumentar la producción de alimentos en sus países. Se puede obtener más información a este respecto dirigiéndose a la Sección de Fertilidad de Suelos, Riego y Producción Agrícola de la División Mixta FAO/OIEA, o a la Dependencia de Edafología de los Laboratorios del OIEA, A-2444 Seibersdorf (Austria).

rollo que trabajan activamente en diversas esferas de las investigaciones edafológicas, por ejemplo, fertilidad de suelos, nutrición de plantas, fijación biológica del nitrógeno, uso eficaz de los recursos hídricos y prácticas de manejo de riego. Una novedad importante fue el curso de capacitación celebrado en Seibersdorf en 1988 sobre estudios de raíces utilizando técnicas nucleares y conexas.

La Dependencia de Edafología de Seibersdorf apoya, con su experiencia y sus recursos, cursos de capacitación regionales y nacionales así como otras actividades

Actividades de capacitación en la Dependencia de Edafología de los Laboratorios de Seibersdorf



En el período 1978-1988 la Dependencia de Edafología de Seibersdorf capacitó a 243 participantes en cursos de capacitación provenientes de 72 Estados Miembros, y durante 1962-1988 a 90 científicos, por un total de 635 meses-hombre.

de capacitación. Imparte capacitación al personal de otros centros de acogida, define el programa de esos cursos de capacitación, suministra los servicios de conferenciantes y aporta materiales de capacitación tales como manuales, folletos y videofilmes.

● **Capacitación mediante becas.** La Dependencia de Edafología también utiliza mucho la capacitación mediante becas como un medio eficaz de transferir sus actividades de investigación y desarrollo a los países en desarrollo. Cada año se imparte capacitación a unos diez becarios del OIEA, por aproximadamente 55 meses-hombre, durante períodos que varían de tres a doce meses.

Hay dos categorías de becarios: los *becarios analíticos* son aceptados por períodos cortos, de dos a cuatro meses, para enseñarles las técnicas analíticas isotópicas utilizadas en los estudios suelo-planta. Esta forma de capacitación comprende tutoría técnica y sesiones prácticas. Se hace particular hincapié en técnicas específicas pertinentes a las investigaciones realizadas en virtud de proyectos de cooperación técnica, por ejemplo, técnicas de análisis de ^{15}N por espectrometría de emisión. Siempre que es posible, se organiza capacitación colectiva para dos a cuatro becarios, una o dos veces por año. Los *becarios investigadores* son aceptados por períodos de entre seis y doce meses para trabajar en alguna actividad del programa de investigaciones de la Dependencia. Los becarios reciben orientación en estrategias experimentales y empleo de técnicas isotópicas y conexas pertinentes al tema particular de investigación en que se proponen trabajar cuando regresen a sus países de origen. Se espera del becario que complete una actividad de investigación determinada, y escriba una memoria sobre ella. Este tipo de becas brinda una oportunidad al becario de trabajar en la aplicación de técnicas nucleares para resolver un problema de investigación determinado.

Además, la Dependencia de Edafología recibe en los laboratorios del OIEA a visitantes científicos patrocinados por el Organismo, cada uno por una a dos semanas, para familiarizarlos con las últimas novedades en un tema determinado de las investigaciones edafológicas. Los científicos tienen también oportunidad de obtener capacitación en el trabajo como internos sin costo.

Servicios de apoyo

En apoyo de las redes internacionales o regionales creadas por los programas coordinados de investigación de la División Mixta FAO/OIEA, la Dependencia suministra los servicios analíticos necesarios para las muestras de fertilizantes en plantas, suelos y aguas de más de 100 titulares de contratos de investigación que participan en los diversos programas. En este contexto, en 1988 se realizaron aproximadamente 15 000 análisis isotópicos y conexos. Además, se pesan y despachan a los participantes en estos PCI los fertilizantes marcados con ^{15}N que se necesitan para poner en práctica los planes de experimentación.

La Dependencia proporciona también el apoyo analítico necesario a los laboratorios de los Estados Miembros en desarrollo que reciben asistencia técnica del OIEA y que carecen de instalaciones analíticas apropiadas.

La Dependencia cumple una función importante en el desarrollo de nuevas técnicas y equipo de medición isotópica y en el perfeccionamiento de las que ya se utilizan de ordinario. Estos adelantos se emplean ya en proyectos de asistencia técnica del OIEA. Por ejemplo, la Dependencia ha diseñado y montado líneas de vacío metálicas para la preparación de muestras con fines de análisis de ^{15}N por espectrometría de emisión. Este equipo se suministra a los proyectos de cooperación técnica pertinentes en los Estados Miembros.

Difusión de información científica y técnica

La Sección de Fertilidad de Suelos, Riego y Producción Agrícola, con el apoyo de la Dependencia de Edafología, ha trabajado activamente en la publicación de los principales logros científicos emanados de programas coordinados de investigación, así como de los resultados de importancia práctica de los proyectos de asistencia técnica.

Las principales conclusiones de las investigaciones de apoyo llevadas a cabo por la Dependencia se publican también en revistas científicas. Cada año se publican de 10 a 15 monografías científicas en revistas escogidas.

La Dependencia participa también de manera especial en la preparación de materiales de capacitación, tales como manuales de capacitación y videofilmes especializados.

