

Transferencia de tecnologías para el desarrollo agrícola del Tercer Mundo

Reseña general de los métodos aplicados por el Laboratorio de Agricultura de los Laboratorios del OIEA en Seibersdorf

En un reciente informe preparado por el Consejo Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas se llegó a la conclusión de que el hambre y la malnutrición siguen asolando al mundo. Más de 30 millones de personas hambrientas se ven amenazadas por la hambruna como resultado de desastres naturales (principalmente la sequía y las inundaciones) y de constantes situaciones de emergencia sociales y políticas (disturbios y guerras civiles).

Menos visible, pero no menos trágica, es la persistente crisis de malnutrición crónica que afecta a uno de cada cinco habitantes del planeta y a 50 de los países más pobres del mundo. Casi 200 millones de niños menores de 5 años padecen de malnutrición por falta de alimentos proteicos y energéticos y 40 000 de ellos mueren diariamente de este mismo mal.

Inexplicablemente, a pesar de esta situación, la población sigue creciendo con rapidez en el mundo en desarrollo. Muchos de estos países, en particular de África, no han conseguido hoy limitar su crecimiento demográfico, como tampoco lo consiguieron en el pasado, y en la región se registra todavía un ritmo de crecimiento superior al 3% anual.

Las consecuencias de todo esto son obvias:

La presión sobre los recursos agrícolas es mayor; los períodos de barbecho son más cortos; los pastizales abarrotados de ganado se agotan; los bosques ceden paso a los cultivos y la recogida de leña aumenta; el equilibrio ecológico se rompe; los suelos se degradan y los manantiales se secan o se contaminan; los rendimientos merman; los ingresos menguan, el desempleo crece; y el desierto y la pobreza se adueñan del campo.

Como resultado de lo anterior aumenta la "brecha alimentaria" entre los suministros nacionales y la galopante demanda. Aunque la asistencia internacional ha mitigado las consecuencias que esto ha provocado, es obvio que no es una solución viable. Hoy día sólo constituye un irrisorio paliativo que quizás lleve a la población a depender permanentemente de dádivas.

Para colmo de males, los países menos adelantados, y otros con bajos ingresos y déficit alimentario, han visto mermar paulatinamente su ayuda alimentaria durante los últimos dos o tres años debido a que los países industrializados, que son los principales donantes de alimentos, están reorientando sus

por
J.I. Richards

Para cubrir la persistente "brecha alimentaria" de muchos países, es imprescindible aumentar drásticamente la producción agrícola. (Cortesía: M. Lutzky, FAO)



El Dr. Richards es Jefe del Laboratorio de Agricultura de los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf. Los lectores interesados en el tema deben dirigirse al autor para cualquier referencia o información adicional.

programas de ayuda alimentaria, estáticos o restringidos, hacia Europa oriental y la ex Unión Soviética a costa del Tercer Mundo.

Para reducir el déficit de suministros de alimentos básicos, se ha calculado que en África la producción de alimentos tendrá que duplicar con creces la tasa de crecimiento medio de 1,7% anual alcanzada en los últimos 10 años. Dada la dificultad de lograr esta nueva meta, los expertos llegan a la conclusión de que cabe prever que la situación alimentaria en el África al sur del Sáhara empeorará en el transcurso del presente decenio y que para el año 2000 la mayoría de los países de la región experimentarán un déficit en materia de alimentos.

En sus esfuerzos por solucionar esta lamentable situación, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó en diciembre de 1990 una "Estrategia Internacional para el Desarrollo" con objeto de mitigar el hambre y la pobreza mediante el fomento del desarrollo de los recursos humanos. Asimismo, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo declaró en junio de 1992 que los Estados deberían cooperar para reforzar la creación de la capacidad endógena de desarrollo sostenible, aumentando la comprensión entre los científicos mediante intercambios de conocimientos científicos y tecnológicos y el desarrollo, la adaptación, la difusión y la transferencia de tecnologías, incluidas tecnologías nuevas e innovadoras.

Uno de los tres principales objetivos del plan de mediano plazo (1993-1998) del Organismo es el aumento de la transferencia de tecnología y de conocimientos técnicos nucleares a los países en desarrollo. Por su parte, la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Agricultura y la Alimentación ya está administrando más de 500 contratos de investigación y encargándose de la supervisión técnica de las actividades de transferencia de tecnología que lleva a cabo el OIEA en 250 proyectos agrícolas que reciben asistencia del Departamento de Cooperación Técnica. Estos medios permiten elevar la competencia de los investigadores de los países en desarrollo y los pone en mejores condiciones de determinar y resolver los problemas que afectan la productividad agrícola.

El Laboratorio de Agricultura de los Laboratorios del OIEA en Seibersdorf trabaja junto a la División Mixta en este empeño. Sus esferas de especialización son: fertilidad de los suelos, riego y producción agrícola, genética mutacional, formulación y análisis de plaguicidas, lucha contra plagas e insectos, producción pecuaria y diagnóstico de enfermedades.

El Laboratorio de Agricultura tiene una plantilla de más de 70 especialistas de nivel internacional altamente calificados y experimentados y un presupuesto ordinario anual de más de 4 millones de dólares de los Estados Unidos. Sin embargo, su propósito no es tener instalaciones y personal que compitan con laboratorios nacionales e internacionales, y su trabajo no debe confundirse con el de un laboratorio de investigaciones. Por el contrario, su mandato está bien definido dentro del sistema de las Naciones Unidas: brindar tres servicios fundamentales a sus contrapartes de los países en desarrollo para garantizar la transferencia efectiva de tecnologías nucleares adecuadas y otras tecnologías afines para las investigaciones agrícolas. Estos servicios se relacionan con

la investigación y el desarrollo, la capacitación y la asistencia técnica.

Elementos clave de los servicios de I y D

El Laboratorio presta servicios en materia de investigación y desarrollo en cuatro esferas clave:

● **Definición de los problemas para los que se requiere la tecnología.** Es importante definir con precisión el tipo y el alcance de los problemas de un país antes de individualizar o desarrollar las tecnologías adecuadas. En los proyectos agrícolas que se ejecutan en colaboración con el OIEA se establece una estrecha cooperación con científicos homólogos de los países en desarrollo y con los funcionarios técnicos y de proyectos de la División Mixta FAO/OIEA, quienes conocen muy bien el país y los problemas agrícolas que se investigan, y están familiarizados con la competencia técnica del personal que necesita las tecnologías, con la infraestructura física local (laboratorios, calidad de los suministros de agua y electricidad, disponibilidad de energía y aire acondicionado), con las instalaciones de mantenimiento y reparación de instrumentos, y con los factores ambientales locales (clima, polvo, descargas eléctricas atmosféricas, etc.).

Esta información básica ha permitido al Laboratorio de Agricultura centrarse en la prestación de ayuda a sus homólogos para que éstos puedan abordar temas de investigación bien definidos en cinco esferas:

Edafología. Máxima utilización del nitrógeno atmosférico en los cultivos y árboles mediante la selección de plantas y el logro de condiciones óptimas planta-bacteria; y optimización del uso de fertilizantes nitrogenados y fosfatados y del agua a efectos de obtener el máximo grado de productividad y rendimiento y a la vez reducir al mínimo sus consecuencias negativas sobre el medio ambiente. (Véase el recuadro de la página 13.)

Fitotecnia. Creación de variedades de cultivos de mayor rendimiento y resistencia/tolerancia a las enfermedades. (Véase el artículo sobre este tema que comienza en la página 25.)

Compuestos agroquímicos. Elaboración de nuevas fórmulas de plaguicidas para usos específicos y de efecto prolongado que tengan consecuencias mínimas en el medio ambiente. (Véase el recuadro de la página 12.)

Entomología. Disminución del uso indiscriminado de los insecticidas que se usan contra plagas de insectos importantes desde el punto de vista agrícola mediante la creación y el fomento de un sistema inocuo para el medio ambiente y orientado a un objetivo concreto: la técnica de los insectos estériles (TIE). (Véase el recuadro de la página 16.)

Producción pecuaria. Aumento de la productividad del ganado mediante la propuesta de otras estrategias de gestión en materia de alimentación pecuaria y selección genética; definición de la incidencia y prevalencia de las principales enfermedades del ganado y vigilancia de la eficacia de la vacunación u otras campañas de erradicación y lucha contra las enfermedades. (Véase el artículo que comienza en la página 34.)

● **Identificación, modificación y normalización de tecnologías adecuadas.** El procedimiento que aplica el Laboratorio para identificar las tecnologías apropiadas está en armonía con una serie de directrices internacionales formuladas recientemente: 1) para promover un desarrollo agrícola sostenible deberán emplearse tecnologías fiables e inocuas para el usuario; y 2) el OIEA deberá promover sólo aquellas tecnologías nucleares que ofrezcan a los países en desarrollo obvias ventajas respecto de otras tecnologías.

Basándose en estas directrices, es posible determinar y modificar, si fuere necesario, la tecnología de que se dispone actualmente (equipo, metodología, compuestos químicos y biológicos) y después normalizarla para que satisfaga las normas internacionales o las del OIEA.

● **Desarrollo y normalización de tecnologías "hechas de encargo".** Con harta frecuencia la tecnología apropiada no existe "en la estantería" y es preciso "hacerla de encargo" o desarrollarla. Esto se logra por distintas vías. Una de ellas es establecer una activa colaboración con laboratorios u organizaciones nacionales, internacionales o comerciales, y por conducto de ellos contratar la producción de toda la tecnología, o de parte de ésta (compuestos biológicos, equipo, metodologías). El Laboratorio de Agricultura mantiene actualmente vínculos con más de 40 grupos de este tipo en todo el mundo. La otra vía es encargar la producción de la tecnología apropiada a los científicos del Laboratorio de Agricultura, quienes trabajan en colaboración con científicos de otras disciplinas como, por ejemplo, los de los laboratorios de física y química, y con personal calificado de los talleres mecánico y de instrumentos. En ambos casos, la tecnología tiene que satisfacer las normas internacionales o las del OIEA.

Entre las actividades de investigación y desarrollo que se llevan a cabo en el Laboratorio figuran las siguientes:

Edafología. Elaboración de metodologías (sondas de ADN, gen GUS y otras técnicas de la biología molecular) para investigar la ecología de los microbios fijadores de nitrógeno en los pastos y las leguminosas de grano; fabricación de espectrómetros de emisión y de masas óptimos para el análisis con nitrógeno 15 y carbono 13 destinado a identificar los genotipos de plantas con características superiores en cuanto a absorción y utilización de nutrientes.

Fitotecnia. Formulación de técnicas de genética mutacional que utilizan radiaciones ionizantes (radiación gamma y neutrones rápidos) y mutágenos químicos con el fin de inducir variaciones genéticas y ofrecer más posibilidades de seleccionar plantas con características productivas mejoradas; aplicación de técnicas de propagación *in vitro* para facilitar la producción de grandes cantidades de plantas tratadas y acelerar la confirmación genética y la evaluación agronómica de nuevos genotipos (plátano, banano, yuca, ñame, y otros).

Compuestos agroquímicos. Elaboración de fórmulas para la liberación lenta (controlada) de herbicidas en sistemas acuáticos; desarrollo de rejillas impregnadas de plaguicida para la lucha contra la mosca tsé-tsé; formulación y ensayo de plaguicidas eficaces y de "cocteles" de sustancias atrayentes contra la mosca del gusano barrenador en un medio

ambiente simulado; y elaboración de métodos de análisis de plaguicidas y sus residuos.

Entomología. Aplicación de la TIE (cría en masa, transporte y suelta de insectos), a fin de combatir y erradicar la mosca tsé-tsé y la mosca mediterránea de la fruta, y de técnicas avanzadas de genética y biología molecular, nutrición de insectos y dietética para poder aplicar la TIE contra un número mayor de plagas de insectos en zonas más extensas y a más bajo costo.

Producción pecuaria. Elaboración de juegos de técnicas para la medición de las hormonas reproductoras y metabólicas del ganado mediante el radioinmunoanálisis; medición de metabolitos nutricionales que limitan la productividad de los animales de granja a base de técnicas colorimétricas; diagnóstico de enfermedades infecciosas del ganado mediante ensayos inmunosorbentes por conjugados enzimáticos (ELISA).

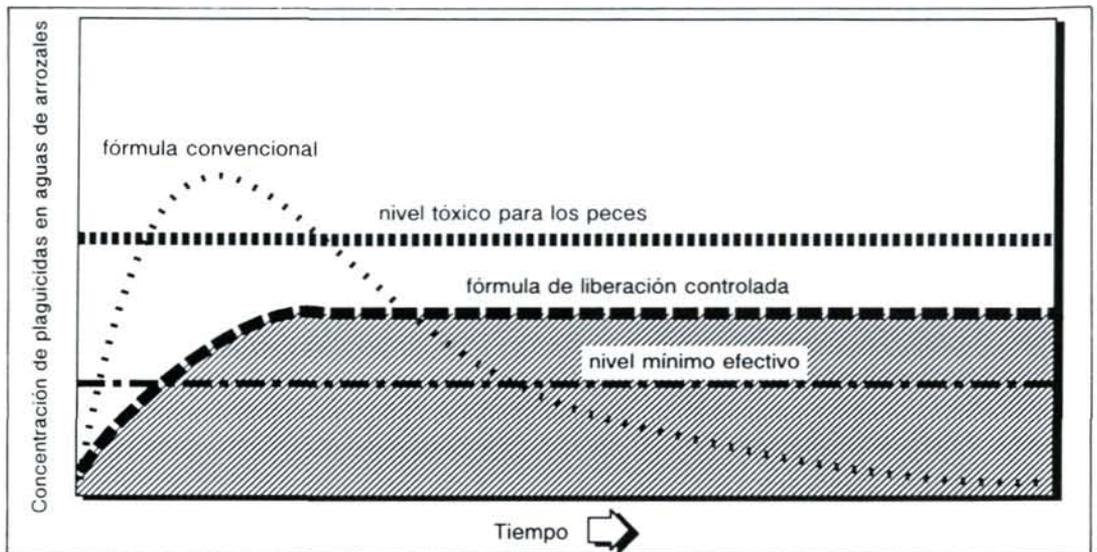
● **Validación y ensayos sobre el terreno.** Antes de poner a disposición del personal de contraparte de los proyectos apoyados por el OIEA cualquier tecnología, ésta es comprobada y validada por laboratorios de campo seleccionados. A estos laboratorios se les pide que apliquen la nueva tecnología (o, cuando proceda, que la comparen con tecnologías en uso) y llenen amplios cuestionarios sobre los resultados obtenidos (sensibilidad, precisión, pertinencia de la información recogida), resistencia, inocuidad y otros factores. Después, basándose en sus respuestas, la tecnología se modifica y, más tarde, pasa a engrosar el grupo de tecnologías con "luz verde" que se recomiendan a los científicos para su uso en los países en desarrollo.

Un aspecto de los ensayos sobre el terreno —y, por consiguiente, de la transferencia de tecnología— que suele olvidarse es el relacionado con la distribución física de las nuevas tecnologías. Es probable que algunas se envíen una sola vez, pero la mayoría de ellas se expiden periódicamente. Esto entraña tener que cumplir tanto con los procedimientos burocráticos que exige "la casa", como con las disposiciones a menudo problemáticas, dilatorias y cambiantes de las líneas aéreas y marítimas internacionales que regulan los materiales de envase y embalaje, los materiales radiactivos, las importaciones, y los trámites de despacho de aduana de los gobiernos nacionales. Si bien las oficinas pertinentes del Organismo ayudan en esta tarea, es el Laboratorio de Agricultura el encargado de garantizar la entrega rápida, segura y lícita de las tecnologías que desarrolla.

Formas de capacitación científica

Es obvio que no sirve de mucho suministrar tecnologías a quienes no saben usarlas correctamente. Los beneficiarios de estas tecnologías tienen que saber cómo usar, administrar y mantener estas nuevas tecnologías, y cómo evaluar la calidad de su funcionamiento e interpretar los datos que generan. Por consiguiente, la capacitación de los científicos y del personal técnico de apoyo constituye uno de los principales componentes (y para algunos, el principal) de la transferencia de tecnología.

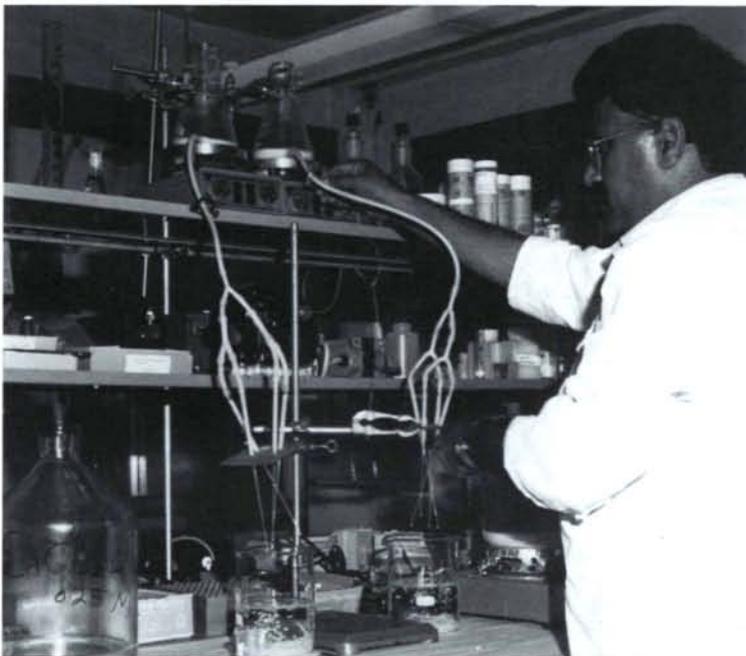
Compuestos agroquímicos: fórmulas mejoradas



Las malas hierbas son plantas indeseables que crecen en la mayoría de los cultivos. Compiten con éstos por los nutrientes, la luz, el agua y el espacio y reducen el rendimiento y la productividad de la tierra. Para aumentar el rendimiento de los cultivos los agricultores combaten las malas hierbas escardándolas a mano, a máquina, o aplicando herbicidas.

No obstante, cuando en un cultivo se usa un herbicida (al igual que otros plaguicidas), se pierde mucho durante su aplicación e inmediatamente después. Al aplicarlo, parte del herbicida es llevado por el viento lejos de la zona a la que está destinado; parte del que se deposita en el suelo, o en las plantas, es arrastrado por la lluvia, y otra parte se descompone por la acción de la luz y el oxígeno en el medio ambiente. Por consiguiente, sólo queda una parte del herbicida aplicado para proteger el cultivo.

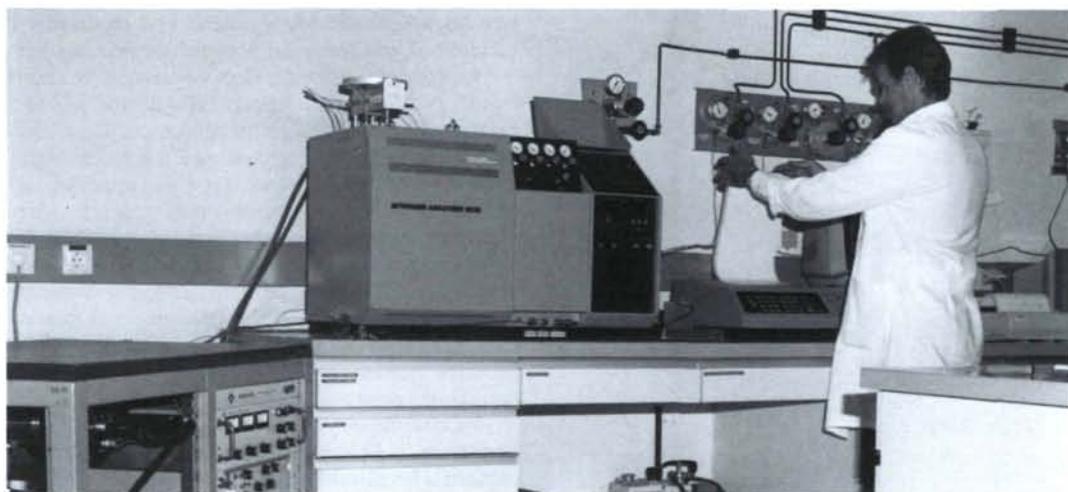
Un científico de los Laboratorios del OIEA en Seibersdorf prepara una fórmula de herbicida de liberación controlada.



En previsión de estas pérdidas, se aplican dosis elevadas para garantizar una adecuada eficacia del herbicida. Con todo, la alta dosis inicial puede ser nociva para especies no objetivo, entre ellas, peces, aves y otros animales. Además, como el herbicida está sujeto a la degradación que causan los factores mesológicos, su efecto no dura mucho y es preciso aplicarlo de manera reiterada.

Estos problemas pueden solucionarse empleando fórmulas de liberación controlada, en las que el herbicida se halla atrapado en una matriz inerte y es liberado en cantidades ligeramente más altas que los niveles mínimos efectivos de herbicida. Esto impide que se pierda el herbicida por la acción del agua, la luz y otros factores externos, por lo que se mantiene activo durante períodos más prolongados. La duración del efecto de los plaguicidas puede controlarse mediante la adecuada selección de la matriz inerte y el diseño de la fórmula.

En los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf se han preparado varias fórmulas de herbicidas de liberación controlada. En algunas de estas fórmulas se ha incluido un herbicida marcado con un isótopo radiactivo para estudiar la tasa de liberación del herbicida. A partir de los datos obtenidos con estas fórmulas, se seleccionaron algunas para realizar ensayos biológicos en condiciones de invernadero y en varios países que colaboran con el Laboratorio. Para determinar la eficacia e inocuidad ambiental de las fórmulas de herbicidas comerciales y de liberación controlada se realizaron pruebas en cultivos de arroz, así como en ecosistemas mixtos arroz-peces y arroz-camarones. Las pruebas indicaron que estas fórmulas combatían las malas hierbas con mayor eficacia y que eran menos fitotóxicas para las plantas de arroz que las fórmulas comerciales. Asimismo, las pruebas realizadas con la *Azolla*, alga muy abundante en el Asia sudoriental y cultivada junto con el arroz, demostraron que la aplicación de herbicidas de liberación controlada combatía eficazmente el crecimiento de las malas hierbas, pero tenía una toxicidad relativamente baja para la *Azolla* en comparación con las fórmulas de herbicidas comerciales. *Contribución del Dr. Manzoor Hussain, Jefe de la Dependencia de Productos Agroquímicos del Laboratorio de Agricultura.*



Edafología:
atención
especial a las
leguminosas de
grano

Análisis de muestras
de plantas en la
Dependencia de
Edafología de los
Laboratorios de
Seibersdorf.

Las leguminosas de grano como el frijol común, la soya, el chícharo, el caupí y el maní, son algunos de los cultivos más importantes del mundo, y reciben especial atención de la Dependencia de Edafología del Laboratorio de Agricultura.

Los cultivos son particularmente nutritivos —ricos en proteínas, minerales y vitaminas— y constituyen una parte importante del régimen de alimentación del hombre. Otras especies como las leguminosas forrajeras (alfalfa, trébol, etc.) y las leguminosas arbóreas (incluidas la *Leucaena*, la *Gliciridia*, la *Acacia* y la *Mimosa*) desempeñan un papel muy importante en las prácticas ganaderas sostenibles que llevan a cabo los pequeños agricultores del mundo en desarrollo. Los cultivos de leguminosas, con la ayuda de bacterias *Rhizobiaceae* formadoras de nódulos en las raíces, pueden absorber nitrógeno de la atmósfera para acumular proteína tisular. Este proceso, denominado fijación biológica del nitrógeno, puede suministrar nitrógeno para el crecimiento de las plantas, lo que disminuye la necesidad de usar fertilizante nitrogenado y los costos energéticos conexos. Una parte de este nitrógeno queda en el suelo después de la cosecha y aumenta su fertilidad. La fijación del nitrógeno tal vez adquiera más importancia en las futuras actividades encaminadas a reducir el uso excesivo de fertilizante nitrogenado y la consiguiente contaminación medioambiental de las aguas subterráneas con nitratos y de la atmósfera con óxidos de nitrógeno.

No todas las leguminosas ni las bacterias rizobias son igualmente eficaces para fijar el nitrógeno atmosférico. La técnica isotópica del nitrógeno 15 ha resultado ser el método más fiable para cuantificar la fijación biológica del nitrógeno en condiciones de invernadero y sobre el terreno. Concebida en gran parte en el Laboratorio de Agricultura de Seibersdorf, esta técnica ha sido transferida ya a la mayoría de los países en desarrollo. Se está empleando en varios proyectos técnicos FAO/OIEA para mejorar la fijación biológica del nitrógeno, lo que ahorra fertilizante nitrogenado y grandes cantidades de divisas.

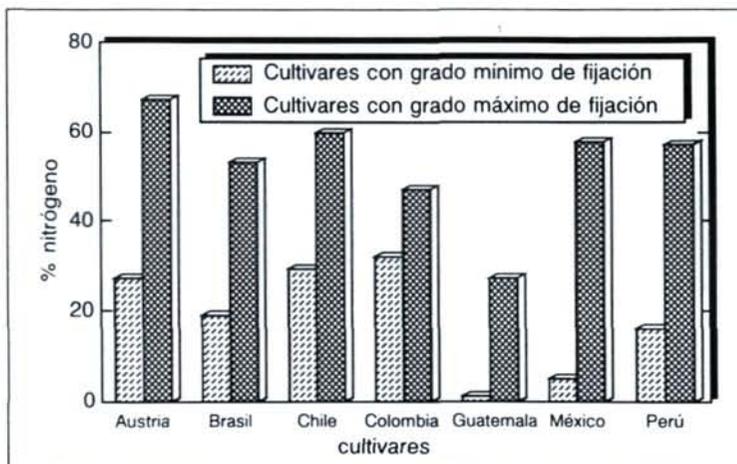
Las investigaciones en curso se centran en el aumento del rendimiento de las leguminosas de grano y su fijación del nitrógeno mediante un método de investigación multidisciplinario. Asimismo, se están realizando estudios sobre la medición de la capacidad de fijación del nitrógeno de algunas especies arbóreas fijadoras de nitrógeno que se usan común-

mente en los sistemas agroforestales, y sobre los factores que influyen en la cantidad de nitrógeno que se fija para la recuperación y preservación de la fertilidad del suelo, su conservación y la producción de leña.

Para apoyar a los más de 100 contratistas de investigaciones que participan en las redes internacionales y regionales FAO/OIEA, la Dependencia de Edafología analiza todos los años unas 15 000 muestras para determinar la relación isotópica del nitrógeno. También se prestan servicios de análisis a los Estados Miembros en desarrollo cuando reciben asistencia técnica del OIEA, pero carecen de las instalaciones de análisis adecuadas. La Dependencia desempeña un papel rector en el desarrollo de nuevas técnicas y equipo de medición isotópica y en el perfeccionamiento de los que se están empleando actualmente en las actividades ordinarias.

En el próximo bienio también se prevé prestar servicios de garantía de calidad a los Estados Miembros; esto dará más seguridad a los científicos en el uso corriente de las tecnologías que le hayan sido transferidas y servirá de sello de garantía internacional para la información científica que genere la técnica del nitrógeno 15 y las conclusiones que de ella se deriven. *Contribución del Dr. Felipe Zapata, Jefe de la Dependencia de Edafología del Laboratorio de Agricultura.*

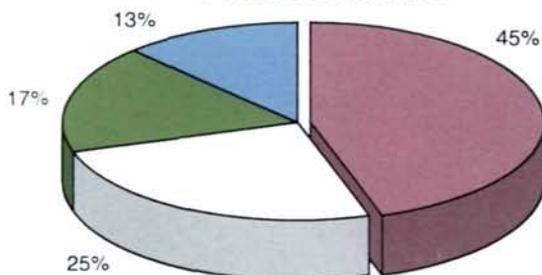
**Porcentaje del
nitrógeno
obtenido de la
atmósfera por
cultivares de
frijol común**



Capacitación científica en el Laboratorio de Agricultura de Seibersdorf, 1985 - 1992

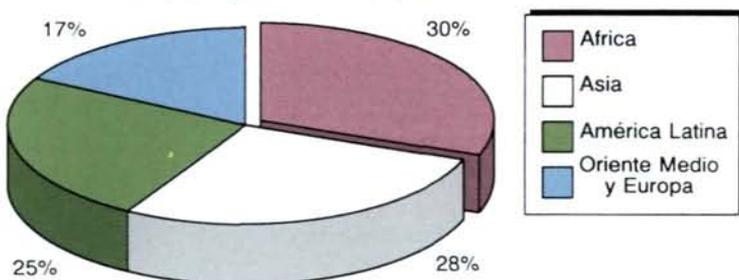
Capacitación mediante becas

Nº total de becarios: 262



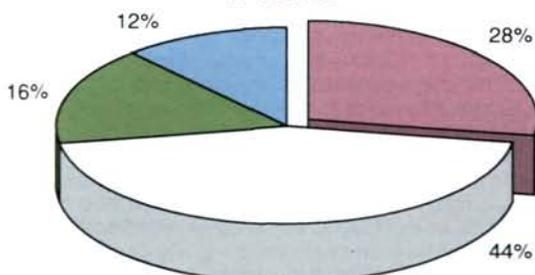
Curso interregional de capacitación

Total: 411 participantes en 21 cursos



Visitas científicas

Nº total: 69



Actividades de capacitación científica en la agricultura

En el marco de los proyectos y programas del OIEA, el Laboratorio de Agricultura actúa como centro de coordinación de la capacitación científica.

En general se ofrecen tres tipos de capacitación relacionados con la aplicación de las técnicas nucleares y otras técnicas afines en la agricultura a aspirantes debidamente calificados de los Estados Miembros del OIEA. Estos son:

- Capacitación mediante becas (capacitación práctica para científicos subalternos y personal técnico auxiliar);
- Cursos de capacitación (capacitación de "familiarización" para científicos subalternos);
- Visitas científicas (capacitación de "familiarización" para científicos superiores).

En los últimos siete años, más de 700 científicos de los países en desarrollo han participado en estos programas de capacitación que brinda el Organismo para apoyar el desarrollo agrícola. *Contribución de la Sra. M.E. Ruhm, funcionaria de capacitación de los Laboratorios del OIEA en Seibersdorf.*

Todos los años, los Laboratorios de Seibersdorf capacitan al 13% aproximadamente de todos los pasantes que reciben apoyo del OIEA por conducto de sus proyectos de cooperación técnica. (Véanse el

recuadro y los gráficos.) En general, existen dos tipos de capacitación, cada uno de los cuales satisface las necesidades de los científicos superiores y subalternos, así como del personal técnico auxiliar:

● **Capacitación en técnicas concretas.** El Laboratorio de Agricultura brinda capacitación práctica para la transferencia de tecnologías específicas. Este tipo de capacitación, que dura de 2 a 6 meses según la complejidad de la tecnología y la capacidad del pasante, se centra en objetivos muy concretos. Las actividades son supervisadas por un científico del Laboratorio y orientadas por el funcionario técnico del proyecto. Difícilmente otros centros de capacitación competentes pueden proporcionar una formación tan específica y afín a los proyectos, y los pasantes tienden a "involucrarse" en el trabajo normal de investigación del Laboratorio.

● **Capacitación en investigaciones y de "familiarización".** El Laboratorio de Agricultura también capacita a los científicos en investigaciones básicas y aplicadas. Aunque a los científicos de los países con infraestructuras de investigación bien desarrolladas pocas veces se les enseña cómo realizar las investigaciones, por lo general tienen un supervisor científico de investigaciones que los orienta o que les sirve de émulo. No sucede así en muchos países en desarrollo. De ahí la necesidad de capacitar a estos científicos en la definición de los problemas de investigación; la planificación experimental; el número de muestras y la frecuencia de muestreo; el análisis y la interpretación de los datos; y la publicación de los resultados y las conclusiones. En los casos pertinentes, esta capacitación se organiza tomando en cuenta determinados aspectos de la "capacitación en técnicas concretas" que brinda el Laboratorio. Normalmente dura de 6 a 12 meses y exige que el pasante participe en algún proyecto de investigación directamente asociado con alguno que apoye el OIEA en su país.

La capacitación de "familiarización" se lleva a cabo de dos formas. Una de esas formas son los cursos de capacitación interregionales, de los cuales dos a cuatro se celebran anualmente en el Laboratorio de Agricultura. Los cursos duran de 5 a 8 semanas y resultan ideales para los jóvenes científicos que necesitan familiarizarse con las tecnologías de que se dispone en estos momentos y con el estado actual de los conocimientos en determinada esfera de la agricultura. Por lo general, para otorgar una de las 16 a 20 plazas del curso se hace una selección muy rigurosa, y cerca del 80% de los solicitantes tienen que ser rechazados en cada uno de ellos.

La otra forma de capacitación de "familiarización" sumamente importante es la que se ofrece a los científicos de categoría superior, quienes visitan Seibersdorf durante una semana o menos para familiarizarse con los últimos adelantos registrados en la tecnología nuclear y otras tecnologías afines, para ponerse al día en la lectura de publicaciones científicas que a menudo no existen en sus países de origen, y para examinar las nuevas corrientes científicas con el personal de investigaciones. Estas visitas con frecuencia propician el establecimiento de vínculos de colaboración entre los Laboratorios de Seibersdorf y los laboratorios de los países en desarrollo, lo que a su vez acelera el desarrollo científico y fomenta una mayor amistad y comprensión.

Servicios de apoyo e intercambio de información

En esta etapa del proceso de transferencia de tecnología se supone que la tecnología esté instalada y que el personal haya recibido la formación básica. Cabría preguntarse: ¿qué más puede hacerse para ayudar? Lamentablemente, en esta etapa siempre surgen numerosos problemas con el equipo o la metodología y, por otra parte, el OIEA y el empleador local ejercen mucha presión sobre los integrantes del proyecto para que demuestren los resultados de su trabajo.

Por tanto, este es un paso muy decisivo en el proceso de transferencia de tecnología. El personal científico de contraparte deberá recibir garantías de que el OIEA proporcionará la orientación y el apoyo necesarios para poder aplicar la tecnología recién transferida y llevar adelante el plan del proyecto con confianza.

El Laboratorio de Agricultura brinda dos clases de servicios que pueden ayudar a generar esta confianza:

● **Apoyo analítico y garantía de calidad.** Por conducto de sus servicios de apoyo analítico, el Laboratorio realiza los análisis de las muestras cuando la tecnología transferida se halla temporalmente fuera de servicio. De esta manera, se mitigan los efectos de las interrupciones y no se pierden los escasos fondos invertidos en proyectos agrícolas que suelen ser muy costosos.

● **Garantía de calidad.** Podría decirse que el otro servicio, el de garantía de calidad, ha sido hasta hace poco el aspecto menos atendido de entre los servicios de apoyo que presta el Laboratorio de Agricultura. Los principales componentes de la garantía de calidad son la prestación de servicios de orientación o el suministro de materiales químico-biológicos que permitan a los científicos de contraparte del proyecto confiar en el equipo, los procedimientos analíticos (cuantitativos y cualitativos) y la información derivada de la tecnología transferida.

Lo ideal sería que este grado de confianza concordara con las normas internacionales y, por consiguiente, permitieran utilizar la información para definir la calidad de un producto agrícola para el comercio internacional; presentar la información a los editores para su publicación en revistas de investigaciones agrícolas internacionales; y establecer el laboratorio como centro nacional de referencia para el análisis de que se trate. Entre los materiales suministrados se cuentan materiales internacionales de referencia; informes de grupos externos de garantía de calidad; protocolos modelo sobre métodos, y orientaciones sobre cómo el personal de contraparte debe elaborar y evaluar los parámetros internos de garantía de calidad. El beneficiario debe participar en actividades de garantía de calidad de carácter externo. Los laboratorios cuyos parámetros no están dentro de los límites especificados son informados y asesorados en relación con los métodos que pueden utilizar para aprovechar mejor la tecnología. El Laboratorio de Agricultura está estudiando con ahínco toda la cuestión de la garantía de calidad en muchas esferas de sus servicios de apoyo con objeto de mejorar la ejecución de los proyectos sobre el terreno.

Presentación de informes y solicitud de información. El Laboratorio sólo puede mejorar sus servicios si los usuarios le envían sus observaciones (tanto negativas como positivas), lo que pueden hacer directamente o por conducto de los funcionarios técnicos del proyecto. Ningún laboratorio de transferencia de tecnología puede lograr resultados positivos trabajando de manera aislada.

Aunque algunos creen que no recibir correspondencia de los homólogos suele ser indicio de que los usuarios están satisfechos con la tecnología, en este caso quizás no se aplique el refrán "falta de noticias, buena señal". Por su parte, el Laboratorio de Agricultura acostumbra exhortar al intercambio de información por diversos conductos, incluso mediante artículos como el presente.

Efectos de la transferencia de tecnología

En muchos casos la transferencia de tecnología nuclear y otras tecnologías afines ha repercutido considerablemente en el desarrollo agrícola de los países del Tercer Mundo.

En la edafología, por ejemplo, las técnicas de medición del nitrógeno ¹⁵ han permitido a los científicos desarrollar prácticas óptimas de fertilización para aumentar la productividad de los cultivos en sistemas agroecológicos difíciles.

En la fitotecnia, los procedimientos de irradiación para inducir mutaciones en las plantas han contribuido a difundir más de 1500 nuevas variedades de cultivo en todo el mundo. Se han utilizado métodos radisotópicos para elaborar fórmulas de insecticidas (deltamethrin) mejoradas y estables desde el punto de vista ambiental contra la mosca tsé-tsé, y herbicidas de liberación controlada (por ejemplo, el butachlor) para combatir las malas hierbas en los ecosistemas arroz-peces.

En la entomología, además de emplear la técnica de los insectos estériles para erradicar el gusano barrenador del Nuevo Mundo en el norte de África, la TIE se ha utilizado con éxito en la erradicación de la mosca med en México y la mosca del melón en el Japón.

En la esfera de la sanidad animal, la técnica ELISA que se usa en la serovigilancia del ganado vacunado contra la peste bovina, ha contribuido a hacer desaparecer de África los grandes brotes de esta enfermedad, según informaciones recibidas recientemente.

Perfeccionamiento de los programas

En vista de estos éxitos, el OIEA está a punto de iniciar el examen de los métodos y procedimientos que ha empleado tradicionalmente en la transferencia de tecnología a fin de garantizar que un mayor número de programas logre altos niveles de calidad. En el marco de esta nueva estrategia, el Organismo ya ha decidido hacer más hincapié en el desarrollo de los recursos humanos, los servicios de control de calidad y el mantenimiento de instrumentos nucleares. Además, quizás considere la posibilidad de aplicar un

método más amplio e integrado en la formulación de los proyectos como medio de promover un sistema más interdisciplinario de identificación y solución de los problemas que afectan la producción agrícola.

En el discurso que pronunció el Director General de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación ante una Conferencia regional para Africa celebrada recientemente, éste exhortó a una mayor comprensión. "Nosotros automáticamente extendemos nuestra solidaridad a un país en la medida en que acepte nuestros valores. Sin embargo, pido encarecida y humildemente que al aplicar ese enfoque a Africa se sea cuidadoso, flexible y delicado."

Con harta frecuencia los organismos bilaterales e internacionales han adoptado la arrogante actitud de "nosotros sabemos lo que más les conviene", sin antes analizar verdaderamente el valor que los bene-

ficiarios asignan a dichas iniciativas. Asimismo, muchas veces se han ejecutado grandes programas que han dado fama a los gobiernos nacionales o a los organismos de apoyo, pero que no han tenido en cuenta las verdaderas necesidades de los pueblos.

Es evidente que antes de ejecutar los programas se hace preciso entablar un diálogo más abierto con los países, para lo cual se deberían crear grupos multidisciplinarios, aunque integrados, que analizaran el valor de los programas y su repercusión en la productividad y la producción agrícolas, en el país y en su población.

Esto exigirá una colaboración mucho mayor entre las Naciones Unidas y otras organizaciones, que permita a la comunidad internacional aunar esfuerzos para solucionar los enormes problemas creados por el hambre, la malnutrición y la pobreza en el mundo en desarrollo.

Entomología: La TIE y la lucha contra las plagas de insectos

La Dependencia de Entomología del Laboratorio de Agricultura tiene como actividad fundamental de investigación y desarrollo (I y D) lograr que la técnica de los insectos estériles sea más fiable, eficaz y aplicable para la lucha contra las plagas de insectos en los países en desarrollo.

La técnica, que se ensayó por primera vez hace menos de 40 años, ha revolucionado los métodos de lucha contra insectos y ha hecho posible la erradicación total de insectos que constituían plagas en vastas zonas, cuando se ha empleado junto con otros métodos en el marco de un enfoque integrado de gestión de plagas. Es un método de lucha inocuo para el medio ambiente. Sólo surte efecto en el objetivo específico al que está destinado y ningún otro organismo vivo de la zona donde se emplee resulta afectado.

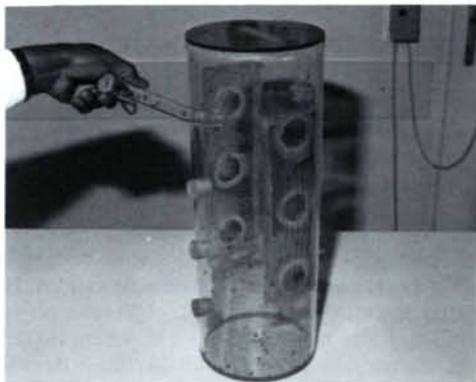
Aunque es sencilla desde el punto de vista técnico (es decir, la cría y la suelta en masa de machos sexualmente estériles que se aparean con las hembras silvestres y no las fecundan), la TIE exige una compleja organización operativa, incluido el apoyo de actividades sostenidas de I y D. La Dependencia de Entomología ha prestado ese apoyo a los programas de erradicación que el Organismo ha organizado contra la mosca mediterránea en México y América Central y la mosca tsé-tsé y la mosca del gusano barrenador en Africa.

La mosca tsé-tsé, por ejemplo, tiene poca capacidad reproductiva. Para superar en número a los machos silvestres fecundos se requiere la suelta de un número relativamente reducido de

insectos estériles en el hábitat del insecto que constituye la plaga. La Dependencia suministra volúmenes considerables de pupas de mosca tsé-tsé a los proyectos del OIEA en Africa y a los científicos cooperantes de los Estados Miembros del Organismo.

En el caso de la mosca mediterránea de la fruta, es imprescindible producir para una suelta semanal muchos cientos de millones de insectos totalmente viables. Los costos se han reducido mediante el diseño de equipo y la formulación de dietas en los que se emplean materiales y mano de obra disponibles en la localidad. Hace poco los genetistas de la Dependencia obtuvieron una variedad de mosca de la fruta que entre las hembras tiene características letales que se activan con la temperatura. Como el macho estéril es el ingrediente activo del programa de la TIE, las hembras son innecesarias, e incluso, indeseadas. La eliminación de las hembras en la etapa embrionaria permite ahorrar hasta el 40% de los gastos de cría y suelta. La hembra estéril suelta seguirá tratando de poner huevos y, como resultado de ello, dañará la fruta. Además, su presencia distrae la atención de los machos estériles que dejan de buscar a las hembras silvestres para aparearse.

Otros trabajos de desarrollo han permitido obtener nuevas variedades de sexaje genético (SG) de la mosca de la fruta con características mucho más estables desde el punto de vista genético que las originales. Por su extrema sensibilidad a la temperatura, que también afecta las etapas de desarrollo que siguen a la etapa embrionaria, ha habido que crear procedimientos de manipulación especiales para garantizar la producción sostenida y fiable de colonias. Estudios de comportamiento realizados en grandes jaulas y también con moscas soltadas sobre el terreno han demostrado que las variedades SG más nuevas no sólo son muy estables, sino que sobre-viven y se comportan como moscas silvestres normales en condiciones naturales; estas características son esenciales para el éxito de los programas TIE de lucha contra las plagas. *Contribución del Dr. R. Gingrich, Jefe de la Dependencia de Entomología del Laboratorio de Agricultura. Véase el siguiente artículo para un informe sobre el éxito obtenido en el norte de Africa con el uso de la TIE.*



Ensayo corriente de laboratorio para evaluar la capacidad de apareamiento de los machos estériles de la mosca tsé-tsé en relación con los machos fecundos.