

Usos no energéticos de la tecnología nuclear

Ayuda eficaz para los países en desarrollo

por H. Seligman*

Prestar ayuda a los países en desarrollo es una de las tareas más importantes que prescribe el Estatuto de la mayoría de las organizaciones del sistema de las Naciones Unidas. El método para lograrlo se halla muy bien establecido en dichas organizaciones. Consiste en brindar asesoramiento, otorgar becas, organizar cursos de capacitación, donar equipos y conceder ayuda financiera. El OIEA adjudica también contratos y acuerdos de investigación, y organiza investigaciones sobre temas específicos.

Si se han de introducir de manera eficaz nuevas técnicas importantes en los países en desarrollo, deben ser considerados cuidadosamente todos los aspectos antes mencionados. Además, por el hecho de disponer de numeroso personal científico y de un laboratorio propio, el OIEA puede combinar todas las posibilidades de asistencia en forma excepcional, y buen número de proyectos se han realizado aportando todos esos elementos. Como permite apreciar este artículo, la forma de prestar ayuda varía considerablemente en cada caso, lo que demuestra la gran flexibilidad del Organismo, y el beneficio para el país que recibe la ayuda (en los casos en que es posible medirlo en términos financieros) puede ser muy grande.

A menudo dichos proyectos de asistencia técnica requieren la transferencia de una nueva tecnología. Aun cuando no sea así, debe realizarse un trabajo preliminar, generalmente considerable, de preparación con el objeto de adaptarse a las condiciones del país en cuestión. Con frecuencia las condiciones meteorológicas, agrícolas y ecológicas son totalmente diferentes de las de aquellas zonas en donde los proyectos se han realizado anteriormente.

Este artículo se centra solamente en unos pocos proyectos, algunos concluidos y otros todavía en curso. Se propone resaltar los siguientes puntos:

- Los diferentes orígenes de un proyecto: una solicitud del país, la visita de un científico, los debates en una conferencia o en una reunión menor; etc.
- Las distintas formas de financiación de un proyecto: el presupuesto de asistencia técnica, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), fondos gubernamentales, fondos privados.
- Los medios utilizados para contribuir al proyecto: visitas de expertos; capacitación; equipos; un contrato o un acuerdo de investigación; trabajos de laboratorio, incluyendo investigaciones para la solución rápida de problemas.

* El Sr. Seligman fue Director General Adjunto, Jefe del Departamento de Investigaciones e Isótopos del Organismo desde 1958 hasta 1969.

La División Mixta FAO/OIEA para el Empleo de Isótopos y Radiaciones Nucleares en el Desarrollo de la Agricultura y la Alimentación tiene ya una larga historia en la que abundan los éxitos. Los beneficios reportados por muchos de sus proyectos son considerables, con gastos relativamente bajos.

Mutante del panizo negro resistente a las enfermedades

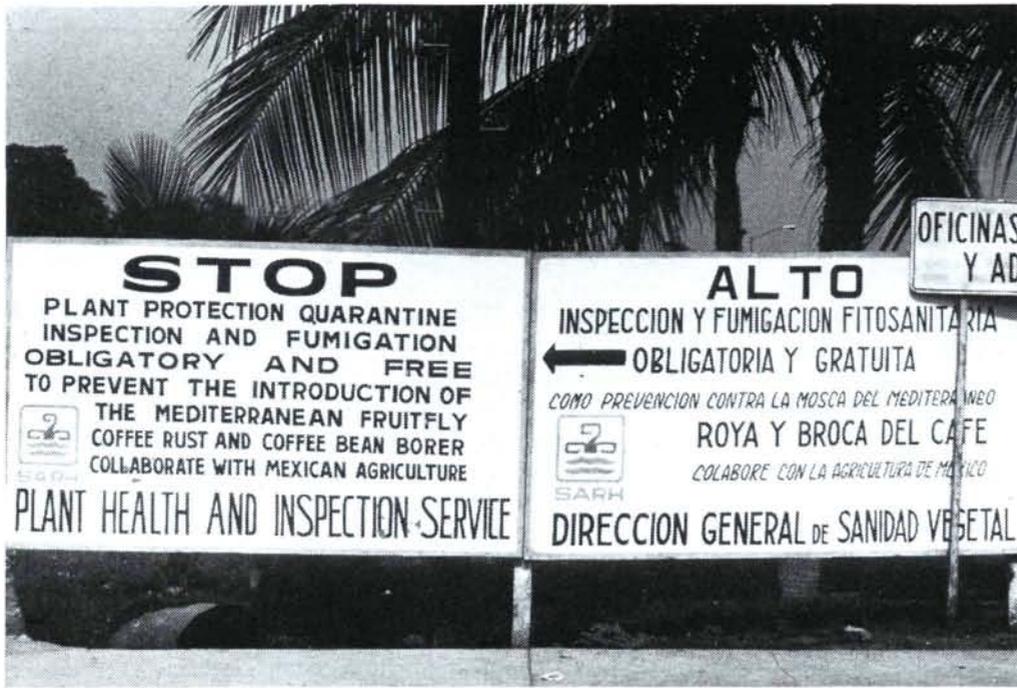
El panizo es un alimento básico en muchas partes del mundo. En un país, la India, se vió atacado por las plagas. Su rendimiento se redujo rápidamente y parecía que en esas condiciones no podría seguir cultivándose. Científicos de la India se dirigieron al OIEA y se sumaron a un programa coordinado de investigación del Organismo en 1970 con el fin de producir un mutante resistente a las enfermedades que, al mismo tiempo, conservara o, mejor aún, aumentara todas sus otras cualidades. Durante el programa fueron irradiadas semillas de la variedad híbrida originaria y finalmente se obtuvo el mutante resistente a las enfermedades que se deseaba. El mismo se utilizó para restablecer una variedad híbrida resistente y de gran rendimiento. El Organismo prestó ayuda para este programa durante siete años, por un valor total de 32 000 dólares. En este mismo período la India invirtió 120 000 dólares. La variedad resistente a las enfermedades aumentó la productividad inmediatamente en 3000 toneladas, lo que se tradujo en una ganancia anual de 3 a 4 millones de dólares de los Estados Unidos: una razón costo-beneficio, en siete años, de por lo menos uno a diez mil.

Más recientemente se ha producido un híbrido todavía mejor. El estrecho contacto entre el Organismo y los científicos de la India, los contratos de investigación, las numerosas reuniones, debates y visitas resultaron esenciales para el éxito en este proyecto.

Control biológico de la mosca tsé-tsé

El Organismo posee una gran experiencia en la realización de todos los elementos esenciales para la erradicación de plagas mediante la técnica de los insectos estériles. Esta fue creada para emplearla con la mosca mediterránea de la fruta, y se aplicó luego a otras plagas incluyendo aquellas que son un riesgo para la vida humana y animal en Africa, como la mosca tsé-tsé.

Nigeria ha intentado controlar la mosca tsé-tsé durante muchos años mediante técnicas ya bien establecidas, como la pulverización de insecticidas (DDT, Dieldrín, Endosulfán). Estos tuvieron un éxito solo parcial y produjeron muchos efectos perjudiciales en el medio ambiente. Por consiguiente, luego de mantener conversaciones con el OIEA, Nigeria decidió introducir la



Las pérdidas en la cosecha de frutas y los costos de la lucha por medios convencionales contra la mosca mediterránea de la fruta en México ascendían a mil millones de dólares de los Estados Unidos por año, lo que equivale a aproximadamente ocho veces el presupuesto total anual del OIEA. Mediante el uso de la técnica de los insectos estériles como elemento principal de un programa integrado de lucha contra las plagas, México logró erradicar la mosca mediterránea en 30 meses.

técnica de los insectos estériles y aplicarla, como primer paso, en un área de 1000 km² hasta fines de 1984. En ocasiones anteriores, esta técnica había demostrado su eficacia contra diferentes tipos de insectos, como lo han probado pequeños proyectos realizados en Zimbabwwe en 1968–1969, en Tanzania y en Alto Volta. El Gobierno Federal de Nigeria y el Organismo acordaron intentar erradicar la mosca tsé-tsé de una región de semisabana en la parte norte-centro de Nigeria, utilizando la técnica de los insectos estériles junto con otros métodos convencionales. Ante todo, fueron necesarias pruebas ecológicas para obtener importantes informaciones. Después de terminar estos experimentos con éxito, se establecieron los procedimientos adecuados para comenzar las actividades regulares contra la mosca tsé-tsé en Nigeria y, posiblemente más tarde, en otras zonas afectadas de Africa.

Luego de discusiones y reuniones generales, fue firmado un acuerdo y a comienzos de 1979 se seleccionó la zona y se instaló el sistema de vigilancia del medio ambiente. Más tarde, en ese mismo año, se terminaron las instalaciones de cría. En enero de 1982 ya se había conseguido producir un cebo-alimento y dos meses más tarde, había comenzado la suelta de insectos estériles. El personal encargado de este proyecto es en total de 50 personas.

El papel del Organismo ha consistido no solo en la investigación a largo plazo que había comenzado años antes, sino también en ayuda con el fin de adaptar la tecnología para la cría, esterilización y suelta de 10 000 a 12 000 moscas estériles machos por semana, provenientes de una colonia de aproximadamente 100 000 moscas hembra. La colonia fue posible gracias a la introducción de un nuevo método de alimentación artificial creado en el Laboratorio del Organismo en Seibersdorf, cerca de Viena. Además, fue necesario

capacitar al personal y suministrar el equipo, incluyendo una fuente de radiación (muchas partes del mismo fueron realizadas en el Laboratorio del Organismo). Por último, el Organismo ayudó a establecer la totalidad del sistema organizativo. El volumen de trabajo que esto implica puede deducirse del hecho que unos tres funcionarios profesionales del Organismo han trabajado durante años en este proyecto.

La financiación del proyecto es interesante. El costo, aproximadamente unos 750 000 dólares de los Estados Unidos por año, ha sido sufragado por contribuciones voluntarias de algunos países desarrollados como Bélgica, Italia, Reino Unido, la República Federal de Alemania y Suecia. El beneficio resultante será de interés no solo para Nigeria sino para todo el Continente africano.

Todavía no se ha podido evaluar con exactitud la razón costo/beneficio, pero resulta prácticamente cualquier tipo de progreso en esta zona en tanto esté infestada por la mosca tsé-tsé. Una vez que la plaga sea eliminada, la tierra podrá dedicarse a la agricultura.

Mosca mediterránea de la fruta en México

Un proyecto similar al programa de la mosca tsé-tsé es el de la erradicación de la mosca mediterránea de la fruta (moscamed) en México. Las pérdidas en los cultivos frutales y los costos del control convencional (que no daba resultado) ascendían a 1000 millones de dólares de los Estados Unidos por año. Esta cifra equivale a 8 veces el presupuesto anual total del Organismo en la actualidad. El Gobierno de México pidió a la División Mixta su ayuda para el empleo de la técnica de los insectos estériles a fin de librar al país de la plaga. Prácticamente todos los elementos necesarios para dicha operación habían sido creados en el Laboratorio del Organismo en Seibersdorf a lo largo de los años:

la cría de insectos, su manipulación, la mejor manera de esterilizarlos, y las técnicas convenientes de suelta. Hubo que transferir la tecnología y capacitar a los operadores en todas estas actividades; y también hubo que suministrar equipo por valor de 200 000 dólares de los Estados Unidos. De hecho, para las primeras pruebas, una parte de las moscas se crió en el Laboratorio de Seibersdorf y se transportó a México. En el caso de la mosca mediterránea de la fruta, es necesario producir 500 millones de moscas por semana y la organización mexicana recientemente creada logró esta cifra en muy corto plazo. Por increíble que parezca, la mosca mediterránea de la fruta fue erradicada de México en 30 meses. La instalación, que fue construida por el Gobierno mexicano, también se usará para librar al país vecino, Guatemala, de la mosca mediterránea.

Dosimetría médica

En el curso de sus visitas a muchos países en desarrollo durante largos años, los científicos del Organismo observaron que las dosis aplicadas a los pacientes de los hospitales que estaban siendo irradiados no eran exactamente correctas porque se carecía de patrones dosimétricos. Después de muchas discusiones privadas en 1967, se celebró en 1968 una reunión de expertos y se establecieron los requisitos de dosimetría para los centros de radioterapia, con objeto de que los enfermos de cáncer recibieran la dosis adecuada de irradiación.

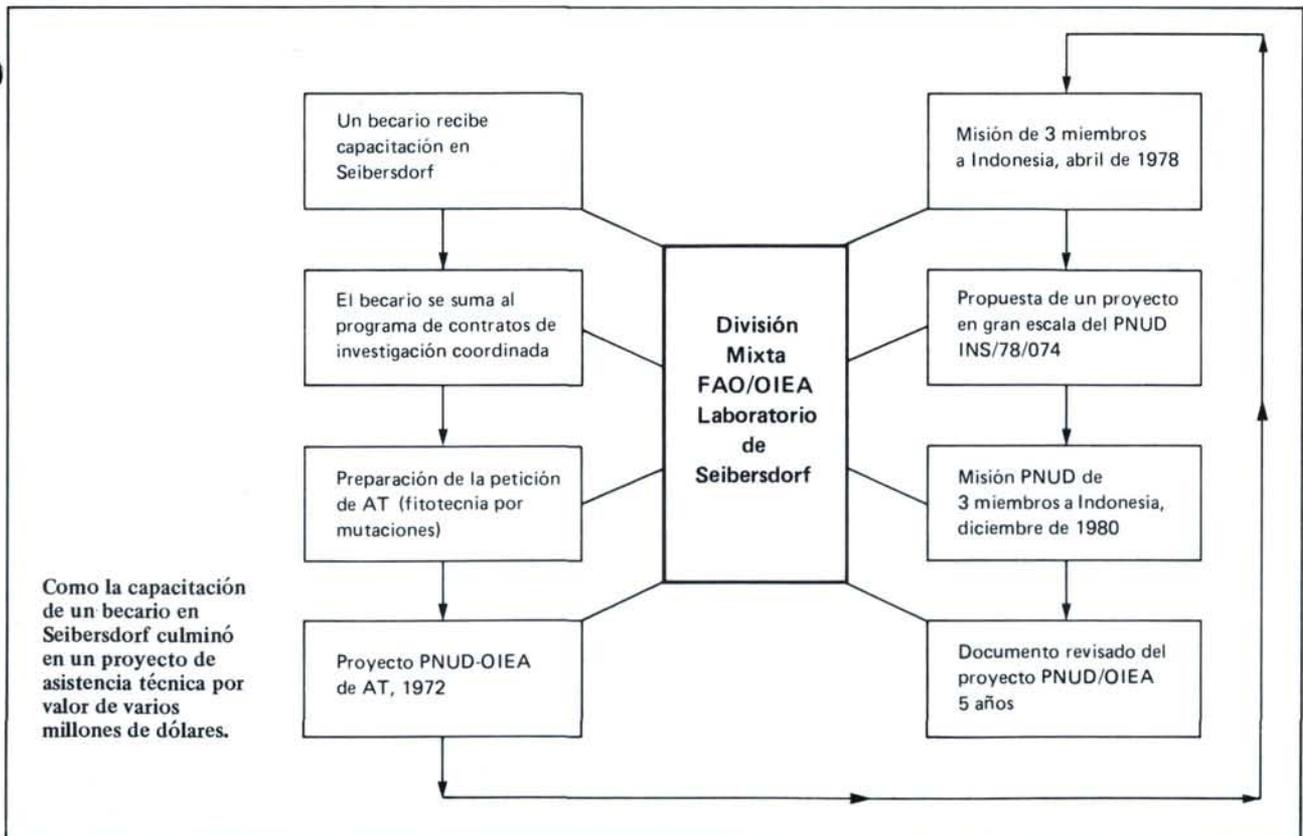
Este proyecto es un excelente ejemplo de la colaboración estrecha y fructífera entre el Organismo y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Estas dos organizaciones decidieron establecer centros regionales de calibración dosimétrica. La OMS nombró a algunos

laboratorios de países en desarrollo centros de referencia regionales para la calibración secundaria radiodosimétrica. La finalidad de estos laboratorios era salvar el vacío existente entre los sistemas de medición primarios y los usuarios de la radiación ionizante, o sea los hospitales. En 1976, se estableció una Secretaría Mixta OIEA/OMS para esta red. El trabajo de los primeros años resultó tan exitoso que ahora participan en este proyecto cuarenta laboratorios miembros de treinta países en desarrollo, apoyados por doce laboratorios nacionales primarios de calibración y cinco organizaciones internacionales colaboradoras. El Laboratorio de Seibersdorf es el centro de la red y presta servicios de intercomparación, capacitación y asesoramiento. Las dosis se miden ahora con límites de error mucho más aceptables y, gracias a esta labor de estandarización, muchos centenares de pacientes de numerosos países se han beneficiado del establecimiento de estos laboratorios secundarios de calibración.

Proyecto agrícola en Indonesia

Este proyecto para mejorar las actividades en fitotecnia, nutrición de las plantas, edafología y control de las plagas es un excelente ejemplo de cómo, por obra de los diferentes servicios del Organismo como el Laboratorio de Seibersdorf, los programas de contratos de investigación y los canales corrientes de la asistencia técnica, lo que comenzó como la capacitación de un becario se convirtió en un proyecto del PNUD, de 4,5 millones de dólares de los Estados Unidos.

Primero, un becario de Indonesia participó en un curso de capacitación en Seibersdorf sobre fitotecnia por mutaciones radioinducidas. A su regreso a Indonesia



pensó que este método podría ser de gran utilidad para su país. Después de vencer las dificultades administrativas normales, y con el asesoramiento del Organismo en todas las fases del programa (como puede verse en el diagrama), éste adquirió finalmente la forma de un programa general para el empleo de isótopos y radiaciones en agricultura en Indonesia. Se asignó a este programa quinquenal una suma total aproximada de 4,5 millones de dólares de los Estados Unidos; cerca de un tercio de este total será sufragado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Este proyecto prevé amplias actividades de fitotecnia para mejorar variedades de arroz de tierras húmedas, soja, fríjol, mungo, trigo y sorgo. En cuanto a las relaciones de nutrición suelo/planta, el programa abarca principalmente la tecnología de aplicación de fertilizantes nitrogenados y el estudio de las condiciones ecológicas. Se creará un servicio de control de plagas que aplicará, si es posible, la tecnología de los insectos estériles. El programa completo requiere 18 científicos y 32 técnicos.

Acuerdo de Cooperación Regional para Asia y el Pacífico

El ACR* es otro ejemplo de la flexibilidad del Organismo en la ejecución de programas de investigación y desarrollo en beneficio de los países no industrializados. Comenzó en 1964 siendo un pequeño programa en el que participaban dos países y el Organismo, consistente en la capacitación e investigación en física del estado sólido. Con el tiempo este programa evolucionó hasta su estado actual, mucho más amplio, en el que participan 12 países y se abarcan muchas esferas de la tecnología nuclear. La financiación de este proyecto es un tanto inusual ya que los fondos provienen del PNUD y de varios países donantes, no todos ellos desarrollados. La cantidad total invertida el año pasado fue de 3,5 millones de dólares de los Estados Unidos, de los cuales el PNUD sufragó 3 millones. El programa de investigación del Organismo está estrechamente integrado con prácticamente todas las actividades. Actualmente nueve proyectos están en una fase particularmente activa. Son los siguientes:

- Empleo de mutaciones radioinducidas para el mejoramiento de la producción de granos y leguminosas;
- Irradiación de alimentos;
- Empleo de técnicas nucleares para mejorar la productividad del búfalo;
- Radiesterilización de productos médicos;
- Investigaciones ambientales relacionadas con la salud;
- Mantenimiento de instrumentos nucleares;
- Aplicación de isótopos en hidrología y sedimentología;
- Empleo de mutantes semienanos para el mejoramiento del arroz;
- Aplicaciones industriales de la tecnología de isótopos y radiaciones.

Algunos de los proyectos están en marcha desde hace cinco años y se han ultimado las investigaciones preliminares. De esa multitud de proyectos, solo mencio-

naremos aquí tres particularmente interesantes que se acercan a la etapa de comercialización. Se trata de la conservación de alimentos, la esterilización de productos médicos y la vulcanización del caucho de origen natural.

La conservación de alimentos por irradiación podría beneficiar a la región no solamente reduciendo las pérdidas de alimentos sino también estimulando el comercio de excedentes alimenticios durante la plena temporada. Entre los alimentos que han sido investigados para determinar si se adaptan al tratamiento de irradiación se encuentran el mango, las especias, la cebolla y el pescado desecado. Es posible que se ponga fin al empleo de productos químicos para fumigar el mango, a causa del temor a los efectos de los residuos sobre la salud: la irradiación y un tratamiento térmico suave puede eliminar las larvas de la mosca de la fruta, prolongando de esta manera el período de conservación de la fruta. La dosis requerida para destruir los insectos del pescado desecado se ha determinado en investigaciones preliminares, y han concluido los trabajos de laboratorio sobre las especias y la inhibición de la germinación de la cebolla. Estos proyectos se ampliarán hasta alcanzar la escala semicomercial en la región.

Los experimentos preliminares en laboratorio han abierto el camino para introducir en la región la radiosterilización de productos médicos.

Como resultado de las investigaciones enmarcadas en el ACR, se construirá en la región una planta piloto de 1000 toneladas/año para la vulcanización del caucho de origen natural por irradiación.

Proyecto del búfalo

Una tarea comprendida en el Acuerdo de Cooperación Regional que puede tener una razón costo-beneficio muy favorable es el proyecto del búfalo. El búfalo acuático es un animal valioso: brinda leche, carne, fuerza y es un medio de transporte. Como animal de trabajo, tirando de un arado, el búfalo puede ser de gran ayuda en agricultura roturando la tierra laborable.

En muchas partes de Asia la productividad del búfalo se ha reducido a niveles peligrosamente bajos. Para poner remedio a esta situación y establecer las bases de un aumento de la producción animal, el Organismo patrocinó en 1976 un programa coordinado de investigación sobre el uso de técnicas de radioinmunoanálisis e isótopos para estudiar la fisiología del búfalo acuático. Las necesidades de alimentos y agua que tiene este animal, así como algunas de sus enfermedades, se han estudiado con ayuda de radisótopos. Se ha intentado reducir los intervalos entre las parideras administrando hormonas. Se han aplicado métodos modernos de radioinmunoanálisis para observar la variación del estado reproductivo del búfalo al cambiar su alimentación, el clima, y otras condiciones locales.

Aplicando los conocimientos adquiridos gracias a estos estudios, los agricultores locales pueden mejorar el suministro de alimentos y agua a los animales, y de esta manera no solo aumentar una vez más el número de cabezas, sino mejorar la calidad de cada ejemplar. Dada la importancia del búfalo, estas mejoras podrían ser muy importantes para la región.

* Acuerdo de Cooperación Regional para la investigación, el desarrollo y la capacitación en materia de ciencias y tecnología nucleares en la región de Asia y el Pacífico.

Hidrología

El Organismo tiene una larga tradición en el fomento y la realización de investigaciones propias sobre el empleo de isótopos radiactivos y estables en trabajos de hidrología. Se han perfeccionado métodos con los cuales se puede determinar el movimiento y la edad de las aguas subterráneas. Se puede determinar también el origen de las mismas, evaluar la recarga de las bolsas y estudiar los volúmenes totales de agua y los caudales. A lo largo de los años, principalmente en calidad de subcontratista de la Organización para la Agricultura y la Alimentación, el Organismo ha tenido que resolver muchos problemas hidrológicos. Al mismo tiempo, a causa de la mejora constante de los métodos y de sus actividades de capacitación, el Organismo ha acumulado una experiencia tal que más de 20 países han solicitado su ayuda para la creación de laboratorios de hidrología isotópica. Dos simples ejemplos servirán para ilustrar cómo las técnicas isotópicas han permitido determinar la hidrología de una zona donde se necesitaba agua con carácter urgente para grandes ciudades cercanas.

Bangkok necesita más agua. Allí se aprovechan las aguas subterráneas pero, por supuesto, ésta debe ser una fuente renovable. De conformidad con un acuerdo para la coordinación de las investigaciones, se organizó un programa coordinado y se crearon las instalaciones necesarias para medir la dispersión de los isótopos en el medio ambiente. El primer éxito fue demostrar que una zona de las aguas subterráneas era de tipo no recargable y que de ella solo se podía extraer agua como de una mina. En consecuencia el estudio se extendió a otra región con el objeto de encontrar una fuente renovable. El proyecto fue financiado por el Gobierno de Australia, que prestó también ayuda técnica para el mismo.

Un caso similar es el de la ampliación del abastecimiento de agua a la ciudad de Atenas. La participación del Organismo comenzó con visitas y asesoramiento y más adelante una muestra de agua fue analizada en el

Laboratorio del Organismo. Después el programa de asistencia técnica permitió capacitar a científicos, adjudicar contratos de investigación y establecer un laboratorio de hidrología isotópica en Grecia. En este caso se investigó una fuente de agua dulce de un complejo de manantiales llamado Kalamos, y se comprobó que era recargada por otro sistema. Se determinó el recorrido probable subterráneo de la corriente y se halló el lugar donde tenía su origen el agua dulce: esto tuvo que hacerse para poderla captar antes de ser contaminada por el agua marina. Una vez más el provecho obtenido resultó relativamente importante porque, sin las técnicas isotópicas, habrían sido necesarias muchas perforaciones y pruebas de larga duración.

Beneficios de muchos millones de dólares

Estos pocos ejemplos han demostrado que el Organismo desarrolla una gran variedad de actividades (no se mencionan aquí algunos proyectos puramente industriales) y que es capaz de anar todos los elementos necesarios para el éxito de tales proyectos de asistencia técnica.

La historia del Organismo ha probado que, gracias a la capacitación científica en la buena dirección, orientada hacia las esferas de interés, con el asesoramiento especial de expertos y con la ayuda de los servicios de asistencia técnica, un pequeño capital generador puede dar y, de hecho, ha dado, beneficios de muchos millones de dólares, y algunas veces incluso de miles de millones. En muchos casos, es dudoso que los proyectos hubieran podido realizarse a no ser por el trabajo y la ayuda del Laboratorio del Organismo.

Este artículo no pretende constituir una recopilación exhaustiva de los proyectos útiles y exitosos. Su única intención es demostrar cómo se puede, con un poco de inteligencia y entusiasmo, combinar y simplificar muchas posibilidades de ayuda a proyectos valiosos con costos modestos para el Organismo y con gran provecho para los países en cuestión.

El Gobierno Federal de Nigeria y el OIEA han firmado un acuerdo para intentar erradicar la mosca tsé-tsé de la parte norte-central de Nigeria aplicando la técnica de los insectos estériles. La mosca tsé-tsé es el vector de la enfermedad del sueño en el hombre y de la nagana en los animales. Pero antes de poner en marcha este programa de erradicación, había que estudiar el comportamiento y la distribución locales del insecto. En la fotografía, dos trabajadores del proyecto con una de las "trampas cónicas" con las que se capturaron moscas tsé-tsé para su análisis.

