

Atomos para el control de las plagas

por D.A. Lindquist* y colaboradores

Los insectos causan pérdidas que se estiman entre el 8% y el 20% de la producción agrícola y ganadera del mundo.

Con el fin de desarrollar nuevas tecnologías que permitan reducir dichas pérdidas, la Sección de Lucha contra Insectos y Plagas de la División Mixta FAO/OIEA patrocina activamente proyectos y lleva a cabo investigaciones por medio de la Sección de Entomología del Laboratorio de Biotecnología Agrícola de Seibersdorf. En sus trabajos, la Sección ha asignado considerable importancia a la técnica de los insectos estériles (TIE). Esta técnica entraña la esterilización y suelta de grandes cantidades de insectos de las especies perseguidas en la zona en que se ha de lograr el control. Allí, los insectos estériles se aparean con los insectos fértiles que viven en libertad, pero sin producir prole: así, esta técnica constituye una forma altamente específica de "control de la natalidad" y se utiliza en varios países contra algunas especies que son causa de plagas.

Un requisito importante que se debe considerar es que los insectos de la especie perseguida deben producirse en grandes cantidades. Por lo tanto, una de las principales actividades del laboratorio es la elaboración de métodos de cría en masa de insectos que se quiere eliminar mediante la TIE. Durante los dos últimos decenios, la mayor parte de las investigaciones efectuadas se han referido a la mosca tsé-tsé y a la mosca mediterránea de la fruta.

Un segundo aspecto de la labor de la Sección es el empleo de radisótopos y de isótopos estables, que constituyen instrumentos valiosos para el estudio de la ecología y el comportamiento de los insectos. Por medio de las técnicas isotópicas se estudian fácilmente la inmigración y la emigración de los insectos. Los isótopos desempeñan también un importante papel en la determinación de la eficacia de varios parásitos y depredadores.

La mosca tsé-tsé

La mosca tsé-tsé es el único vector de la tripanosomiasis (enfermedad del sueño) animal y humana, enfermedad que durante muchos años ha causado efectos devastadores en el desarrollo de los recursos humanos y agrícolas de Africa. Durante más de 15 años, la Sección de Lucha contra Insectos y Plagas ha trabajado en el desarrollo de la técnica de los insectos estériles (TIE) para erradicar la mosca tsé-tsé. Las investigaciones se han llevado a cabo tanto en el Laboratorio de Seibersdorf como, por medio de contratos de investigación, en los Estados Miembros, incluida Nigeria, donde se desarrolla actualmente un programa de erradicación de la mosca tsé-tsé patrocinado por el Organismo.

* El Sr. Lindquist es jefe de la Sección de Lucha contra Insectos y Plagas, de la División Mixta FAO/OIEA.

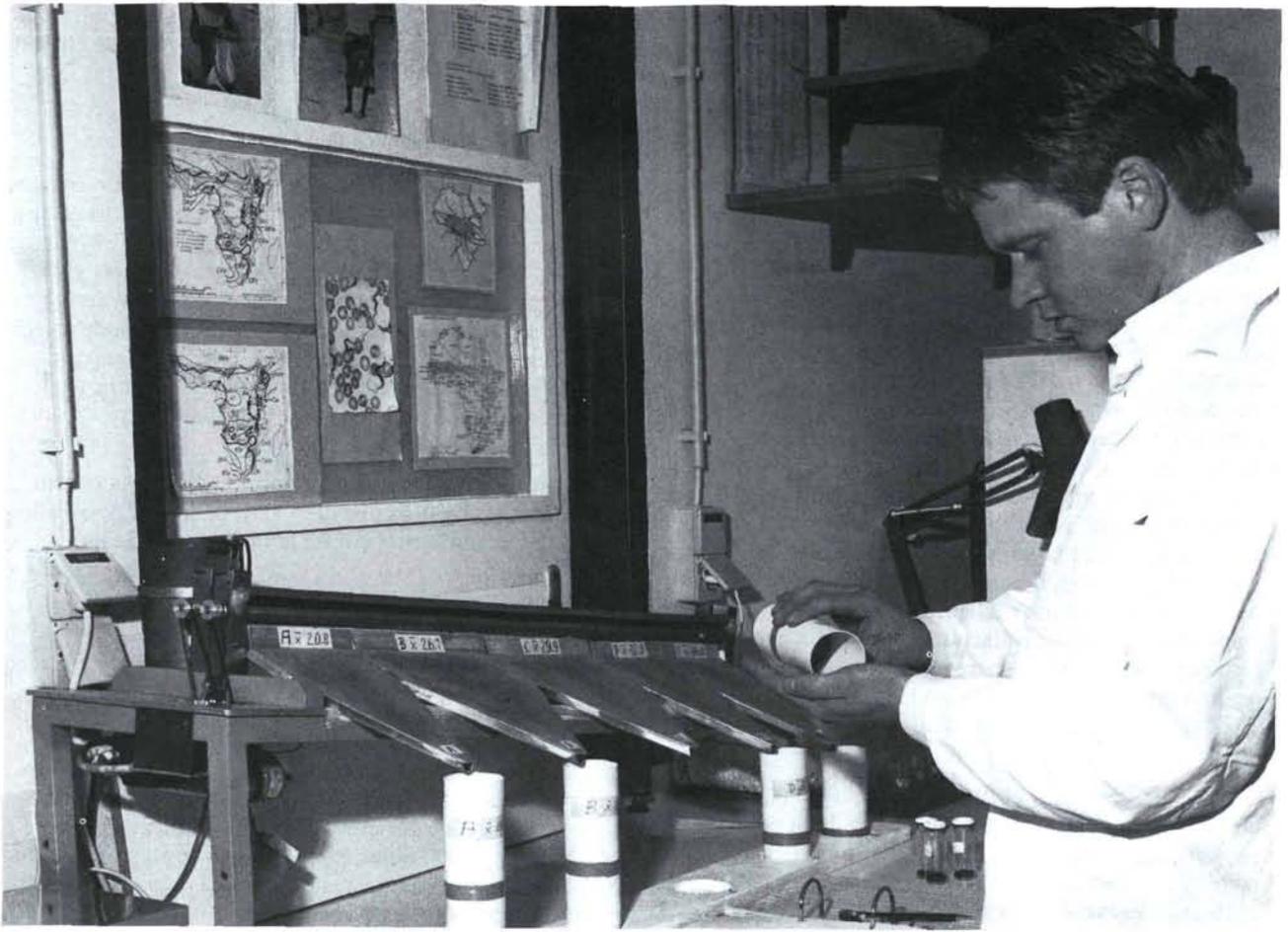
La cría en masa de dos especies de mosca tsé-tsé económicamente muy importantes (*Glossina morsitans* y *Glossina palpalis*) se ha realizado en dos fases. Primeramente se diseñó el equipo pertinente, se elaboraron métodos y se estudió la biología reproductora de los insectos en condiciones ambientales estándar, utilizando animales vivos como fuente suministradora de sangre, procedimiento mencionado a menudo como alimentación *in vivo*. Desde 1979 se dispone de un sistema *in vivo* muy eficiente.

Durante la segunda fase del programa de cría, se hizo hincapié en la elaboración de un sistema de alimentación *in vitro* para sustituir a los animales vivos. En este sistema se utilizan membranas de silicona que estimulan la piel del animal huésped para cubrir sangre total defibrinada tomada de vacas y de cerdos. Las mejoras sistemáticas conseguidas en la preparación de la dieta y en los procedimientos de alimentación a través de membranas, unidas a una aplicación estricta de criterios para determinar la idoneidad de la sangre conservada de distintas maneras, ha posibilitado la cría en masa, *in vitro*, de diferentes especies de mosca tsé-tsé, con una eficiencia y un rendimiento comparables a la cría *in vivo*.

Estudios básicos de las necesidades nutritivas de la mosca tsé-tsé han indicado que estas moscas no precisan células intactas ni sangre hemolizada. Estos descubrimientos han proporcionado ímpetu al desarrollo de dietas preparadas a partir de sangre desecada por congelación. Las mejoras que han tenido lugar en la producción, ensayo y almacenamiento de sangre desecada por congelación han posibilitado la preparación muy barata de sangre, el almacenamiento de la misma durante un año, por lo menos, antes de su utilización, y el envío de este material a cualquier parte del mundo.

La tecnología y el equipo desarrollados en Seibersdorf para la cría de moscas tsé-tsé, tanto *in vitro* como *in vivo*, se han transferido a la instalación BICOT, de Nigeria, donde se utilizan como parte de un programa TIE que está en curso de ejecución.

Se ha intentado también evitar los problemas económicos y logísticos asociados con los métodos de que actualmente se dispone para alimentar a la mosca tsé-tsé. Con este fin, se están buscando soluciones alternativas a la utilización de sangre entera para la alimentación de las moscas tsé-tsé. Las investigaciones efectuadas en el laboratorio de Seibersdorf han dado ya por resultado la elaboración de una dieta sintética semidefinida, que ha demostrado ser satisfactoria para la cría de cierto número de especies de tsé-tsé. Esta dieta, compuesta de ingredientes que se pueden adquirir en el comercio, es la primera dieta sintética de este tipo de que se dispone en el mundo para insectos hematófagos. Continúan los trabajos para reducir la complejidad de los ingredientes de la dieta y para abaratar su producción tanto como sea posible. El objetivo consiste en elaborar una dieta barata, compuesta de ingredientes



Un técnico del laboratorio de Seibersdorf utiliza una máquina que selecciona puparios de mosca tsé-tsé según su tamaño.

sencillos, que se pueda esterilizar, almacenar y manipular fácilmente.

Una dieta artificial práctica para las moscas tsé-tsé se podría aplicar no solo a la cría en masa de las mismas, sino también al estudio de la nutrición y el metabolismo de la mosca, el ensayo de los efectos fisiológicos de varios componentes farmacéuticos, la investigación del desarrollo de los tripanosomas en la mosca y la cría de otros insectos hematófagos.

BICOT

El 3 de junio de 1977, el Gobierno Federal de Nigeria y el OIEA firmaron un acuerdo que dio nacimiento a un proyecto para el control biológico de la mosca tsé-tsé por la técnica de los insectos estériles, popularmente conocido como BICOT. El BICOT, que tiene su sede en Vom, en el Estado de Plateau (Nigeria), inició sus trabajos en enero de 1979. Por aquella fecha se habían facilitado artículos básicos para la cría de la *Glossina palpalis palpalis*, que es la especie perseguida de la mosca tsé-tsé. El Departamento Federal de Servicios de Lucha contra las Plagas y el Instituto Nigeriano de Investigaciones sobre la Tripanosomiasis cedieron algunos expertos para el proyecto. Desde entonces, el Gobierno de la República Federal de Nigeria ha prestado apoyo financiero al proyecto y han aportado contribuciones Bélgica, Italia, la República

Federal de Alemania, Suecia, y el Reino Unido. Estas generosas contribuciones han hecho posible la compra del equipo, suministros y vehículos necesarios y la contratación de servicios de expertos.

El objetivo básico del proyecto es investigar las ventajas, la eficacia y los aspectos económicos de la TIE para la erradicación de la *G.p. palpalis*, y preparar un protocolo para incorporar esta técnica a todos los programas de lucha contra la mosca tsé-tsé y la tripanosomiasis que se ejecutan en Nigeria y en otros países africanos afectados.

El lugar seleccionado para la suelta de las moscas se halla a unos 200 km al sur de Vom, en una zona donde se lleva a cabo un importante proyecto de desarrollo agrícola, y abarca aproximadamente 1500 km² atravesados por sistemas fluviales complejos. Los trabajos agrícolas intensivos que tienen lugar en los límites meridional y occidental de la zona proporcionan una barrera contra posibles infiltraciones de moscas procedentes de fuera, una vez la zona en cuestión esté libre de moscas tsé-tsé.

Desde los comienzos del proyecto, se han dedicado considerables esfuerzos a la cría en masa de la especie objetivo, a la realización de un estudio extenso de la zona donde se efectuó el proyecto, y al fortalecimiento de las barreras naturales cercanas por medio del empleo de trampas bicónicas, el rociado sensato y limitado de

insecticidas en la periferia, y la colocación de pantallas impregnadas de insecticida en lugares estratégicos de los numerosos tributarios de los dos sistemas fluviales más importantes que alimentan la zona del proyecto.

Para mantener la colonia de *G.p.palpalis*, que consta ahora de unas 70 000 hembras, se utilizan los sistemas de cría *in vivo* e *in vitro*. Dicho número de hembras produce aproximadamente un excedente de 5000 machos cada semana, que son irradiados y soltados en el campo. La mayor parte de las investigaciones efectuadas en apoyo del BICOT se llevan a cabo en el laboratorio de Seibersdorf, donde también se mantiene una colonia compuesta de 50 000 hembras en calidad de "apoyo" para el BICOT. Cada dos semanas se ponen moscas (en estado de crisálidas) de la colonia de Seibersdorf a disposición del BICOT, en parte para aumentar la colonia productora y también para suministrar machos excedentes adicionales para soltarlos en el campo. La mayor parte de los sectores meridional y central de la zona del proyecto, que constituyen más del 50% de los "puntos calientes", ha estado ahora sometida a la suelta de machos estériles con excelentes resultados ya que se ha logrado la erradicación total en algunas parcelas de bosque aisladas. Para finales de 1984 se habrá cubierto la totalidad de los 1500 km² de la zona.

Lo conseguido por el BICOT hasta la fecha, junto con los resultados de experimentos similares efectuados en Alto Volta, demuestra sin lugar a dudas la viabilidad técnica de erradicar especies ribereñas de tsé-tsé utilizando la TIE, si se combina con dispositivos trampas y un uso limitado de insecticidas aplicados en pantallas. Aún no se ha determinado la competitividad del coste de las operaciones del BICOT en relación con el de métodos tradicionales de lucha contra la mosca tsé-tsé; no obstante, los datos preliminares relativos a un proyecto parecido efectuado en Alto Volta muestran que la técnica es económicamente competitiva con los insecticidas para la erradicación de la *Glossina palpalis gambiensis*.

De los 55 empleados que constituyen el personal del BICOT, solo dos son expertos internacionales facilitados por el OIEA. Hasta la fecha, ocho miembros del personal nigeriano han recibido en Seibersdorf capacitación en las técnicas de cría en masa e irradiación de la mosca tsé-tsé.

¿Cuál es el futuro del BICOT? El éxito en la erradicación de especies objetivo de mosca tsé-tsé de una zona de 1500 km² no se debe considerar como el final sino como el comienzo de un programa más amplio. El hecho de que el proyecto esté localizado dentro de la zona de desarrollo agrícola de Lafia, de 9400 km², y cerca de tierras con potencial para cría de ganado y pastoreo es suficiente para que se considere la posibilidad de prorrogar las actividades del BICOT más allá de la fecha objetivo, fijada para diciembre de 1984. Son evidentes las ganancias potenciales de dicha prórroga. En segundo lugar, el BICOT puede desempeñar el papel fundamental de convertirse en el lugar principal de capacitación para nacionales del número siempre creciente de países africanos que desean aplicar la TIE como uno de los componentes de sus programas nacionales y regionales de lucha contra

la mosca tsé-tsé. Si se realizara esta esperanza, el BICOT habría cumplido más de lo que se pensó cuando se fijó el objetivo originario.

La mosca mediterránea de la fruta

La mosca mediterránea de la fruta (*Ceratitis capitata*, más comúnmente conocida como la moscamed) es una de las plagas de insectos más devastadoras de cítricos, frutas de hueso y muchas otras clases de frutas y algunas legumbres y hortalizas en el mundo entero. Algunos países en los que no existe esta plaga de insectos se niegan a importar frutas y verduras de países que la sufren. Se aplican estrictamente reglamentos de cuarentena, lo que puede tener un efecto muy importante en las exportaciones.

Durante muchos años, la Sección de Lucha contra Insectos y Plagas ha apoyado activamente el desarrollo de la TIE para utilizarla contra la moscamed. Se han patrocinado ensayos sobre el terreno en Italia, España y otros países mediterráneos. Cuando la moscamed invadió México y la vecina Guatemala, se pidió al Organismo que prestara asistencia por medio de la transferencia a México de la tecnología TIE. Esto se logró en cooperación con los Estados Unidos; el Programa para la erradicación de la moscamed ha logrado eliminar la plaga en México, evitando pérdidas calculadas en más de 500 millones de dólares de los Estados Unidos por año. El programa mexicano continúa, con el objetivo de eliminar la plaga de Guatemala. Un programa parecido pero de menor envergadura, apoyado por Italia, se inició en el Perú en 1982, siendo la finalidad principal la erradicación de la moscamed de dos valles del sur del Perú que son importantes productores de fruta.

MISR-MED

Como consecuencia del éxito del programa de erradicación de la moscamed en México, se ha iniciado un programa parecido en Egipto. El 16 de octubre de 1983 el OIEA firmó un acuerdo con el Gobierno Egipto, con la expresa finalidad de erradicar la moscamed de aquel país. Se usa el enfoque de Lucha integrada contra las plagas (LIP), que entraña el empleo de pulverizadores señuelo, adecuados procedimientos de cuarentena y la suelta de ejemplares estériles. El programa, titulado MISR-MED, se ejecuta en Alejandría (Egipto). La TIE constituye un sistema ideal para el núcleo del programa LIP gracias a su viabilidad económica, aceptabilidad ambiental y eficacia para erradicar. El programa recibe el apoyo de Austria y de Italia.

Dentro de los 18 primeros meses del proyecto se construirá una instalación capaz de criar 1000 millones de moscamed por semana, se elaborarán métodos de esterilización, envasado y suelta de moscas, se terminará un estudio preliminar ecológico sobre el terreno y se desarrollará una infraestructura adecuada para llevar a cabo el programa de erradicación. Se ha iniciado un programa para la capacitación de personal en los procedimientos de la TIE.

Después de la erradicación de la moscamed en Egipto, los conocimientos y la producción correspon-

dientes al programa MISR-MED se pondrán a disposición de países de la cuenca del Mediterráneo y del Oriente Medio.

El programa de la moscamed en Seibersdorf

El programa de la moscamed, en Seibersdorf, consta de varias líneas de investigación diseñadas para definir las condiciones de cría que se tendrán que utilizar en el programa de Egipto. Se están efectuando investigaciones para determinar si son adecuados ciertos ingredientes procedentes de Egipto, tales como salvado, levadura, y melazas, para elaborar dietas destinadas a larvas de moscas. Dada una dieta larval aceptable desde el punto de vista nutritivo, se han de determinar exactamente factores tales como textura, contenido de agua y profundidad del medio, pues afectan a la tasa de desarrollo larval y a la disipación de calor en el medio. El control de la temperatura en la dieta larval tiene una importancia crítica. Durante los últimos meses se han logrado progresos en la definición de una dieta en que la temperatura se mantiene a un nivel aceptable, y con la cual se puede obtener una elevada producción de buenas crisálidas.

En las instalaciones de producción en masa de moscamed se utilizan actualmente dos sistemas distintos para extraer larvas desarrolladas de la dieta. En uno, las larvas desarrolladas se separan mecánicamente de la dieta, mientras que en el otro se recuperan las larvas desarrolladas cuando dejan voluntariamente la dieta. Estos dos sistemas se compararán para determinar cuál produce crisálidas de mejor calidad, y cuál es el que más se adapta a las condiciones egipcias.

Una actividad importante se refiere al desarrollo de una "dieta inicial". En este sistema, los huevos maduros se colocan durante dos días en una pequeña cantidad de dieta altamente nutritiva, y las larvas jóvenes que emergen se transfieren entonces a una dieta normal a base de salvado. La elaboración satisfactoria de una dieta inicial ahorraría una gran cantidad de espacio en la fábrica egipcia, y podría ser también esencial para la puesta en práctica de un sistema de sexaje genético que se está elaborando actualmente. Los progresos realizados han sido más que alentadores, e indican que pronto se dispondrá de una dieta inicial que podrá utilizarse satisfactoriamente en Egipto.

En un programa de suelta de insectos estériles, solo los machos esterilizados son importantes para la reducción del potencial de producción de la población nativa. La suelta de hembras de moscamed estériles puede ser, en realidad, perjudicial, toda vez que las hembras estériles "pican" la fruta con el fin de poner huevos en la misma, aun cuando estas hembras no producen huevos. Por consiguiente, es ventajoso soltar solamente machos estériles. En segundo lugar, si fuese posible criar y soltar solo machos se producirían economías sustanciales en los costes relativos a la cría.

Por estas razones, en abril de 1983 se inició en el laboratorio un programa para desarrollar un mecanismo de sexaje genético para la moscamed. Un enfoque comprende la determinación de la tolerancia de temperatura de cepas diferentes de moscamed, y se basa en la idea de que para eliminar las hembras se podría utilizar una temperatura discriminadora desde el punto de vista sexual.

Cuando se hayan aislado los factores sensibles a la temperatura la etapa siguiente consistirá en transferir estos factores a los cromosomas que determinan la población masculina, y en probar la nueva cepa por medio de la cría en masa.

Aplicación de los isótopos en la lucha contra las plagas

La Sección de Lucha contra Insectos y Plagas ha intervenido activamente, desde 1982, en un proyecto del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)/OIEA en Indonesia, que tiene por fin el empleo de técnicas isotópicas y radiológicas para aumentar la producción agrícola. Un experto asignado al proyecto durante los últimos 12 meses ha establecido un laboratorio radisotópico funcional en el lugar del proyecto, en BATAN (Yakarta), para estudiar la ecología y el comportamiento alimenticio de los insectos del arroz y de otras plagas de los cultivos. Durante este período se han logrado también considerables progresos en la capacitación de entomólogos indonesios en el diseño, ejecución e interpretación de los resultados de experimentos que entrañan el empleo de isótopos, y en la elaboración y ensayo de nuevas técnicas de marcado adecuadas a las condiciones locales de Indonesia. Por ejemplo, se han diseñado experimentos destinados a facilitar el marcado de arroz con cáscara por medio del marcado con ^{32}P del aceite de maíz. Con el empleo de técnicas autorradiográficas se han determinado las pautas alimenticias de la cicadela marrón y de la cigarra saltadora verde. El objetivo es determinar la causa de la resistencia de algunas variedades de arroz a estas plagas. La indicación es que, en ambos casos, la resistencia es causada por la inhibición de la alimentación.

Un importante logro en este contexto lo ha constituido el desarrollo de un nuevo sistema de recuento por centelleo en seco, en que el insecto se coloca entero en el tubo, que ha resultado mejor que el sistema corriente de recuento Geiger-Müller en cuanto a la eficacia del recuento. Una vez perfeccionado, este método se podrá recomendar para su aplicación universal: los entomólogos locales y el experto involucrado en el proyecto habrán aportado así una importante contribución.

Capacitación

Durante los últimos 20 años, la capacitación de un cuadro de entomólogos de Estados Miembros en desarrollo, con el fin de mejorar su competencia en la aplicación de técnicas nucleares en la lucha contra las plagas de insectos, ha constituido una actividad importante de la Sección de Lucha contra Insectos y Plagas. Hasta la fecha, más de 150 científicos de 42 países se han beneficiado del programa ordinario del Organismo de capacitación en entomología; desde 1963, en que se iniciaron los cursos bienales conjuntos de capacitación FAO/OIEA, de ocho semanas de duración, en colaboración con la Universidad de Florida y el Departamento de Energía y Agricultura de los Estados Unidos, han participado en el programa 179 entomólogos de 67 países. Además, más de 40 científicos que participan en programas relacionados con la TIE se han beneficiado de la capacitación de corta duración facilitada por el Laboratorio de Entomología de Seibersdorf.