

grupos de expertos. El Organismo, señaló, ha organizado ya grupos de expertos de esa índole para ase-

sorar sobre problemas concretos a petición de los Estados Miembros.

## LA ENERGIA NUCLEAR EN LA LUCHA CONTRA LAS PLAGAS DE INSECTOS

En el espacio de poco más de dos años y medio, el Organismo Internacional de Energía Atómica ha convocado dos simposios científicos sobre la utilización de la energía nuclear en la lucha contra las plagas de insectos. El segundo -que trató del empleo y las aplicaciones de los radioisótopos y las radiaciones en la lucha contra los insectos dañinos para las plantas y animales, y se celebró en Atenas en abril pasado, siendo organizado conjuntamente por el OIEA y la FAO en cooperación con el Gobierno griego- confirmó aún más claramente que la primera reunión (Bombay, diciembre de 1960) que la energía nuclear constituye un medio sólidamente establecido en la lucha para preservar los recursos alimenticios del hombre.

Sesión inaugural del simposio de Atenas: (de izquierdo a derecha) Dr. C. Logothetis (FAO); Excmo. Sr. D. Vourdoubas, Ministro de Agricultura de Grecia; Profesor A.N. Rylov, Director General Adjunto del Departamento de Formación e Información Técnica del OIEA; Profesor G. Pantazis, Vicepresidente de la Comisión de Energía Atómica de Grecia; y Dr. M. Fried (OIEA)



En esa lucha, la energía nuclear en forma de radioisótopos desempeña una serie de funciones diferentes que se complementan entre sí.

Para la lucha eficaz contra los insectos dañinos, o para su erradicación, es indispensable conocer su ecología, hábitos de reproducción y de alimentación, su dispersión y migración, y las relaciones insecto-planta. Las técnicas radioisotópicas, la marcación en particular, han demostrado ser un medio eficaz para esos estudios.

Entre los ejemplos más notables de la utilidad de la marcación que se citaron durante el simposio de Atenas, figuran los referidos por C. Courtois y J. Lecomte (Francia). Manifestaron que, gracias a los hábitos de intercambio de alimentos de las abejas, se había podido marcar en menos de 48 horas con oro-198 (radioisótopo de período corto) los 40 000 individuos de una colmena. Durante los cuatro o cinco días siguientes a la marcación fue posible observar el movimiento de las abejas marcadas.

A continuación se indican algunos resultados obtenidos por especialistas franceses. Por regla general, las obreras no se alejan más de un kilómetro de la colmena; la mayoría de las abejas marcadas se capturaron dentro de un radio de 600 metros. No buscan alimentos al azar, sino que siguen itinerarios bien definidos determinados por la topografía, la vegetación y otros factores. Al regresar con el alimento, las obreras tienden a depositarlo en el centro de la colmena, donde suele estar la reina. Desde allí se distribuye a los demás habitantes de la colmena situados cerca de la periferia. Las investigaciones efectuadas con fósforo-32 han puesto de manifiesto que los zánganos son hasta cierto punto capaces de alimentarse por sí mismos, pero prefieren ser alimentados por las obreras siempre que éstas se hallan presentes. La reina cede alimento a las obreras, pero sólo a un número muy reducido (unas dos docenas) de obreras especializadas.

El oro-198 se ha empleado también para investigar los hábitos de las hormigas. El resultado más

interesante de un estudio preliminar al que se hizo referencia en Atenas, fue que existe intercambio de alimentos entre hormigueros distantes más de 50 metros, habitados por especies diferentes. Un estudio ulterior puso de manifiesto una división de funciones dentro de los hormigueros: se observó que las hormigas marcadas exploraban siempre el mismo camino y tenían escasos contactos con los demás individuos de la colonia. En este mismo experimento, antes de proceder a la marcación, se detectó en las hormigas una radiactividad anormal. De ello parece deducirse que las precipitaciones radiactivas se acumulan en los hormigueros.

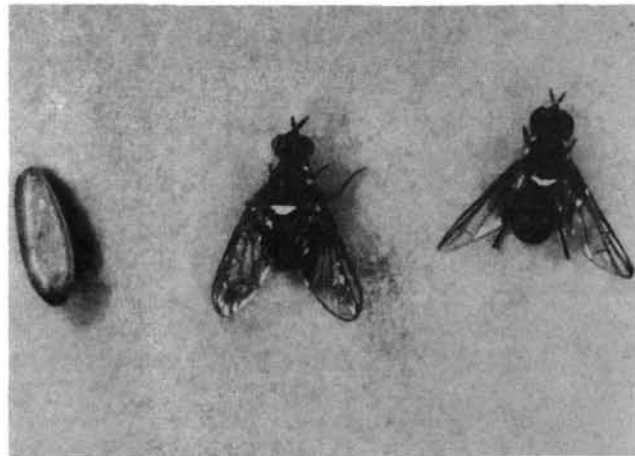
Un grupo de hombres de ciencia alemanes han utilizado fósforo-32 y yodo-131 para estudiar los hábitos de alimentación de las abejas y los termites. Según un informe presentado por W. Kloft (República Federal de Alemania), hay intercambio de alimentos entre hormigueros situados dentro de una zona limitada y, al parecer, los insectos que viven en grupos bien organizados aprovechan mejor los alimentos y, por consiguiente, viven más tiempo que los individuos aislados. Otro descubrimiento es que en invierno las hormigas almacenan reservas alimenticias en el cuerpo de ciertos individuos especialmente cebados.

Otro experimento ejecutado con fósforo-32 por M.S. Quraishi (Irán), ha demostrado que la hembra de una especie de mosquitos se aparea más de una vez y que este insecto puede alejarse hasta 4,5 kilómetros del punto de suelta. El autor obtuvo también datos sobre la longevidad de los mosquitos. Expuso además los resultados obtenidos empleando el mismo método de marcación para estudiar el comportamiento de un parásito del trigo, y que causa considerables pérdidas en Pakistán y el Oriente Medio.

### Técnica de esterilización de los machos

La erradicación de la *Chrysomya macellaria*, insecto que causa grandes pérdidas en el ganado y los cérvidos, en la isla de Curaçao, mediante la suelta de machos esterilizados con rayos gamma ha incitado a efectuar estudios en distintas partes del mundo para explorar otras posibilidades de la denominada "técnica de esterilización de los machos". Las condiciones más importantes para su aplicación con éxito son la posibilidad de criar insectos en gran escala y esterilizarlos sin reducir sensiblemente su capacidad de apareamiento, y la suelta continua de machos criados y esterilizados en laboratorio, en cantidades tales que anulen la capacidad reproductiva de las poblaciones naturales.

W.E. Stone (Estados Unidos de América) pasó revista a los progresos conseguidos en las investigaciones sobre radioesterilización, que se están ejecutando en laboratorios del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y en algunas otras instituciones. Describió en particular los experimentos



Ninfa coarctata, hembra y macho de la mosca *Dacus*. Esta fotografía y las dos siguientes fueron tomadas durante las investigaciones que han realizado en Grecia expertos del OIEA con miras a encontrar un método de cría de mosca en grandes cantidades

realizados con moscas de la fruta, una especie de mosquitos y otros insectos.

El Sr. Stone expuso la labor realizada en su país para erradicar la *Chrysomya macellaria* mediante la esterilización de los machos, y manifestó que en virtud de un programa conjunto iniciado en 1958 se criaban, esterilizaban y soltaban semanalmente un promedio de 50 millones de esos insectos con lo que se logró erradicar esta plaga en la región meridional de los Estados Unidos, al este del Misisipi, en menos

Superficie superior de un domo de parafina sobre el que deposita sus huevecillos la mosca *Dacus*. Estos domos se emplean para obtener huevecillos en condiciones adecuadas para su medición





Huevecillos de mosca *Dacus* sobre organdí de nylon. El tejido se emplea para recoger los huevecillos después de hacerlos pasar por un embudo

de dos años. Las economías conseguidas gracias a ello en la agricultura se calculan en unos 20 millones de dólares anuales.

Un programa análogo, iniciado a principios de 1962, tiene por objeto erradicar este insecto en el sudoeste de los Estados Unidos y, al mismo tiempo, crear una barrera contra los insectos de esta especie procedentes de México para impedir la reaparición de la plaga. A principios de febrero de 1963, en ciertas regiones de Texas se soltaban semanalmente hasta 113 millones de insectos esterilizados.

Al examinar los efectos de la irradiación en varios insectos y en diferentes etapas de su ciclo biológico, el Sr. Stone señaló que las dosis necesarias para provocar la esterilidad varían considerablemente. En algunos casos los daños producidos a los insectos son de tal naturaleza que impiden la aplicación de este método para combatirlos. En otros casos, el insecto se da con tal abundancia que no sería práctico aplicar esta técnica sin reducir previamente su número con ayuda de insecticidas químicos. A pesar de esas dificultades, el Sr. Stone estimó que, cuando las condiciones son favorables, existen pocos métodos que ofrezcan tantas posibilidades como el de la radioesterilización.

Otro caso en el que la técnica de esterilización de los machos puede dar resultados positivos en un futuro próximo es el proyecto de erradicación de la mosca del olivo o *Dacus oleae*, que se está ejecutando en Grecia con ayuda del OIEA. K.S. Hagen, experto enviado por el Organismo para este proyecto, describió detalladamente las dificultades planteadas por la cría de este insecto, que ocasiona pérdidas considerables en la cosecha de aceituna de los países mediterráneos. Manifestó que para la cría en gran escala de la *Dacus oleae* se necesita una alimentación especial, exterminar los microorganismos no-

civos, y, posiblemente, la presencia de otros organismos. En experimentos recientes se ha añadido estreptomycin a los alimentos del insecto adulto a fin de impedir la infección de los huevos por bacterias.

En el Centro de Investigaciones Nucleares Demócrito de la Comisión de Energía Atómica de Grecia y en el Instituto Fitopatológico de Benaki, sitios ambos en Atenas, se están llevando a cabo investigaciones estrechamente relacionadas con los indicados experimentos. H. Thomou describió algunos estudios sobre las dosis de irradiación gamma necesarias para esterilizar la mosca del olivo. Según esta autora, la sensibilidad a las radiaciones varía entre los insectos de distintas partes del país. Los estudios iniciales efectuados por C. E. D. Palekassis, con fósforo-32 como indicador, sobre los hábitos de vuelo y migración de la mosca del olivo muestran que este insecto nunca vuela más de 4,3 kilómetros. Los estudios efectuados con microscopio en algunos casos con microscopio electrónico, sobre los daños causados por los rayos gamma en la estructura del ovario de la *Dacus oleae* fueron objeto de una memoria presentada por B. Baccetti y R. De Dominicis (Italia).

F. Soria (Túnez), presentó otro informe sobre las investigaciones realizadas con ayuda del OIEA. Describió los trabajos efectuados, con fósforo radiactivo como indicador, sobre la distribución de la mosca mediterránea de la fruta que, en su país, impide el cultivo de la fruta de verano y para luchar contra la cual son necesarias costosas medidas. Estas investigaciones se llevan a cabo para preparar la aplicación en Túnez de la técnica de esterilización de los machos.

E. Horber (Suiza), comunicó que la técnica de esterilización de los machos se había ensayado con éxito para erradicar el abejorro en una región agrícola del noroeste de Suiza. Señaló que esta técnica puede también aplicarse en una región que no esté por completo aislada geográficamente y a un insecto cuya cría artificial en grandes cantidades no sea factible.

## Otras aplicaciones

Una parte considerable de los debates celebrados en Atenas giró en torno a los experimentos efectuados con ayuda de indicadores radiactivos para determinar la absorción, translocación, metabolismo y excreción de los insecticidas, en los animales, los insectos y las plantas, y las cantidades residuales que podrían entrañar ciertos peligros. Varios autores describieron algunos experimentos con insecticidas muy conocidos, marcados con radioisótopos adecuados. Gracias a las técnicas radioisotópicas se han podido determinar cuantitativa y cualitativamente los efectos de estos insecticidas.

David L. Jofes (Estados Unidos), describió un método especialmente sensible para estudiar estos



procesos -la autorradiografía-. Los insectos o plantas, o partes de los mismos, que han absorbido indicadores radiactivos, se colocan sobre una película fotográfica, para que las radiaciones emitidas por el indicador impresionen la película; así es posible conocer en qué partes del insecto o de la planta se acumula un insecticida determinado.

S. Andreev (Unión Soviética), expuso en líneas generales el empleo de los radioisótopos en la Unión Soviética para la lucha contra los insectos nocivos para las plantas. Al enumerar sus principales esferas de aplicación, manifestó que los radioisótopos se han utilizado para investigar ciertas plagas de los cultivos y sus parásitos y determinar la dispersión del escarabajo de la patata. Con ayuda de cebos radiactivos se ha determinado la extensión de las zonas de alimentación de los roedores campestres.

El Sr. Andreev se refirió también al empleo de los trazadores para determinar las dosis óptimas de aplicación de los insecticidas por pulverización. Además, manifestó que la irradiación podía aumentar la virulencia de ciertos microorganismos y, por tanto, la eficacia de éstos para luchar contra las plagas de insectos.

Este especialista de la Unión Soviética describió un experimento para la desinfestación de grano, en el que se hicieron pasar ante una varilla de cobalto-60 30 toneladas de grano por hora. Manifestó que si se hacía pasar el grano a cierta velocidad esta potente fuente radiactiva destruiría los parásitos.

Varios participantes examinaron el tratamiento de productos agrícolas con ayuda de radiaciones. W. E. Stone (Estados Unidos) manifestó que esta técnica podría proporcionar un medio de tratamiento preventivo más eficaz y práctico que la fumigación y otros procedimientos.

C. B. Papadopoudou (Grecia), expuso algunos resultados preliminares que muestran que la irradiación de los higos secos podía eliminar los insectos sin perjudicar de manera notable al fruto. De todas formas, serán precisas amplias investigaciones para poder poner en práctica este método.

H. Huque (Pakistán), dijo que unas diez plagas principales de insectos destruyen, como mínimo, del 3 al 5 por ciento de la cosecha de cereales básicos que su país tanto necesita. Según un cálculo prudencial, los daños que los insectos causan cada año sólo a los cereales ensilados por el Estado son del orden de un millón de rupias.

G. V. Viado (Filipinas), manifestó que las plagas de insectos minaban la economía de su país desde hacía muchos años. Citó concretamente el caso de los parásitos de los granos y la copra ensilados. El maíz, alimento base de algunas regiones de las Filipinas, no puede ensilarse durante más de dos o tres semanas sin que sufra daños considerables causados por los insectos; la calidad deficiente de la copra filipina en el mercado mundial se debe a los daños provocados por el escarabajo de la copra en este producto ensilado.

## Progresos y perspectivas

El Simposio de Atenas puso de manifiesto no sólo los considerables progresos conseguidos desde la reunión celebrada en 1960 en Bombay, sino también el mayor interés que existe por el empleo de las nuevas técnicas nucleares en la investigación entomológica y en la lucha contra las plagas de insectos, en los países adelantados y en los países en vías de desarrollo. Pero como el Profesor A. N. Rylov, Director General Adjunto de Formación e Información Técnica del OIEA, declaró en su discurso inaugural del Simposio de Atenas, la energía nuclear no es una panacea. "Sólo con un empleo racional de todas las técnicas existentes", prosiguió, "puede el hombre confiar en el éxito de su lucha implacable contra estos enemigos insidiosos: los insectos".

En esta idea abundó D. A. Grossley, Jr. (Estados Unidos), quien manifestó que "cada vez es mayor el convencimiento de que las técnicas modernas de lucha contra los insectos deben estar constituidas por una combinación de procedimientos químicos, biológicos, de cultivo y de otra índole como medio ideal para reducir al mínimo los daños causados por los insectos y los ácaros". Añadió que "las teorías antiguas de la lucha por medios biológicos han quedado suplantadas por otras más modernas, según las cuales los insectos nocivos se consideran miembros de sistemas ecológicos más vastos". El orador expuso los siguientes principios para una teoría integrada de la erradicación: 1) los cultivos, los insectos nocivos, los demás organismos y el medio ambiente deben considerarse como una unidad funcional -el ecosistema; 2) las medidas de erradicación deben tener por finalidad reducir las plagas por debajo de un nivel perjudicial a la economía, en vez de intentar su completa erradicación; y 3) al examinar los procedimientos de lucha contra los insectos, debe tenerse presente la perturbación que originen en otras partes del ecosistema.