

Los insectos, los isótopos y la radiación

Se prevé un mayor uso de las técnicas nucleares en la lucha contra los insectos nocivos

por Donald A. Lindquist

El mundo conoce más de un millón de especies de insectos, cifra que supera el total de las demás especies de animales y plantas juntos. Afortunadamente para la humanidad, la gran mayoría de estos insectos son beneficiosos o inofensivos. Las relativamente pocas especies (15 000 o menos) que son nocivas provocan la pérdida del 15% al 20% de la producción agrícola del mundo (vegetal y animal). Estas pérdidas se deben al daño directo que los insectos ocasionan a plantas y animales, así como a las enfermedades que les transmiten. Otras pérdidas sumamente significativas son las que causan los insectos mientras los productos agrícolas permanecen en almacén. Otras se deben a enfermedades de los seres humanos como el paludismo, la fiebre amarilla, el dengue y la oncocerciasis, transmitidas por insectos.

Mientras el planeta estuvo poco poblado, la pérdida de alimentos ocasionada por los insectos no revestía tanta importancia como en la actualidad, ya que la cantidad disponible bastaba para alimentar esa población. Claro está, otros factores ajenos a los insectos limitaban la disponibilidad de alimentos. Con todo, los insectos fueron cobrando cada vez más importancia a medida que la población humana aumentaba y se sembraban plantas y domesticaban animales para alimentarlos. Cuando la producción animal o vegetal se concentra en una zona (monocultivo) se convierte en un festín para los insectos y provoca un notable aumento de las plagas. Hay que producir alimentos de este modo para alimentar a la población mundial, por esa razón se deben proteger los productos agrícolas durante su producción o almacenamiento contra el ataque de los insectos (además de otras plagas, tales como las enfermedades, las malas hierbas, los nemátodos, las ratas y las aves). La superficie total que se destina hoy a la producción agrícola para alimentar a los casi 5000 millones de personas que pueblan el mundo no llega a una hectárea por persona.

Poco después de la segunda guerra mundial, se comenzaron a producir insecticidas, lo que brindó a los productores agropecuarios un medio sumamente poderoso de lucha contra los insectos. Si bien los insecticidas constituyen el primer método de lucha contra los insectos, sus resultados no son totalmente satisfactorios. De ahí que se requieran otros métodos, como por ejemplo,

El Sr. Lindquist es Jefe de la Sección de Lucha contra Insectos y Plagas de la División Mixta FAO/OIEA para el Empleo de Isótopos y Radiaciones Nucleares en el Desarrollo de la Agricultura y la Alimentación.



Colocación de trampas para la mosca tsé-tsé en Nigeria. El proyecto para la lucha contra la mosca tsé-tsé en Nigeria, que se conoce como BICOT, ha dado resultados alentadores. (Cortesía: E. Offori)

los que se basan en la resistencia del hospedante, los atrayentes de insectos, las trampas, la suelta de parásitos y depredadores en grandes cantidades, los insecticidas biológicos y la técnica de los insectos estériles, que analizaremos más adelante.

Lucha integrada contra las plagas

En numerosas partes del mundo se ha organizado y puesto en práctica la lucha integrada contra las plagas (LIP) que incluye más de una táctica de lucha, con miras a utilizar con mayor eficacia y de un modo integrado los diversos métodos de lucha contra los insectos y reducir la excesiva dependencia respecto de los insecticidas. Basada en la mayor utilización posible de agentes naturales de lucha, la LIP depende en gran medida de la observación del número de insectos nocivos presentes; la lucha contra los insectos (casi siempre mediante insecticidas) sólo se aplica cuando estas cifras alcanzan un nivel crítico (el umbral económico). La LIP suele aplicarse en terrenos y granjas individuales, procedimiento que con frecuencia permite utilizar una menor cantidad de insecticidas y reduce el ritmo al que los insectos se hacen resistentes a ellos.

Lucha en zonas extensas

Si bien la LIP se centra fundamentalmente en la lucha contra los insectos en terrenos o granjas individuales, también se pueden combatir los insectos en zonas extensas, sin que importen factores como la tenencia de la tierra o el hecho de que el campo esté cultivado. El objetivo de la "lucha contra los insectos en zonas extensas" en la mayoría de los casos es de carácter preventivo, ya que se combaten las plagas de insectos en su origen,

antes de que pasen a las tierras de los agricultores. Algunos insectos como la langosta, la mosca tsé-tsé, los mosquitos y algunas plagas de lepidópteros (que atacan a muchos granos alimenticios) se combaten mejor, y más económicamente, en grandes zonas que campo por campo. En algunos casos, las plagas de insectos se encuentran en zonas muy pequeñas, y con frecuencia en plantas silvestres hospedantes, antes de que pasen a las tierras de los agricultores. La aplicación de las técnicas de lucha cuando los insectos están concentrados en zonas pequeñas es muy eficaz para reducir los costos que conlleva esta lucha ya bien avanzada la estación. Lamentablemente, no se ha prestado la debida atención a la lucha preventiva contra los insectos.

La erradicación de una especie de insecto en una zona concreta se aborda siempre desde el punto de vista extensivo. Aunque la erradicación es aplicable en relativamente pocas situaciones, su aspecto económico resulta muy ventajoso. La técnica de los insectos estériles (TIE), en la que se utilizan las radiaciones para esterilizar sexualmente a los insectos, es particularmente eficaz en los programas de erradicación.

Los investigadores científicos están creando algunos métodos nuevos u optativos de lucha contra los insectos, que en su mayoría, sólo son aplicables en zonas extensas. Entre ellos figuran la TIE, el uso de feromonas (atractantes sexuales) para impedir el apareamiento, confundiendo a los insectos de forma tal que hembras y machos no puedan encontrarse, otros tipos de atractantes químicos, trampas y la suelta de parásitos y depredadores en grandes cantidades. La resistencia de las plantas hospedantes también resulta sumamente eficaz cuando se utiliza en gran escala.

A los agricultores o los productores que poseen parcelas de tierra muy pequeñas les resulta más difícil controlar los insectos que a los grandes hacendados. Los pequeños productores suelen carecer de recursos para la lucha contra los insectos y también están muy a merced de las medidas de lucha que apliquen sus vecinos, que en caso de no ser efectivas les acarrearán serios problemas.

Isótopos y radiaciones

Desde 1964, la División Mixta del OIEA y la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ha venido utilizando los isótopos y las radiaciones en la lucha contra los insectos. Los isótopos se emplean como marcadores de, por ejemplo, las moléculas químicas, los insectos, o las plantas. Con estos marcadores se pueden observar, entre otros, el destino final de los insecticidas en los insectos y el medio ambiente; la asimilación de los nutrientes por los insectos; y el desplazamiento de los insectos según las condiciones del terreno. También pueden utilizarse para marcar las plantas con que se alimentan los insectos, de forma tal que la cantidad de alimento consumido puede medirse y relacionarse directamente con la resistencia de la planta. Asimismo, pueden emplearse para observar a los parásitos y depredadores de insectos, por ejemplo: sus movimientos, su cantidad y su capacidad para contribuir a la lucha contra las plagas de insectos.

En una operación TIE se utiliza la radiación para esterilizar sexualmente a los insectos. La TIE constituye la parte fundamental del programa de la Sección de

Lucha contra Insectos y Plagas de la División Mixta FAO/OIEA. La radiación también se utiliza en otros estudios sobre los insectos, incluidos los de genética, ingeniería, control microbiano, tratamientos de cuarentena para productos agrícolas, e inducción de mutantes en las plantas para producir variedades resistentes.

La técnica de los insectos estériles

El descubrimiento de que los rayos X o las radiaciones gamma podían ocasionar suficientes daños genéticos a los sistemas reproductivos de los insectos como para inducir la esterilidad se debió a la labor realizada por H.J. Muller a partir del decenio de 1920. Muller recibió el premio Nobel por su trabajo sobre los efectos genéticos de las radiaciones en los insectos. Científicos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, quienes durante mucho tiempo habían tratado de hallar un método para esterilizar los insectos, observaron el efecto esterilizante de las radiaciones. Conforme a la teoría de estos científicos, si un número de especies objetivo de insectos se criaba, esterilizaba y soltaba en el campo, los insectos estériles se aparearían con los silvestres. De estos apareamientos no surgirían descendientes, con los que se lograría un descenso de la población. Estimaron que si se soltaba un número suficiente de insectos estériles, la tasa de reproducción de la población silvestre descendería rápidamente hasta llegar a cero. En otras palabras, ello equivalía al control de la natalidad de los insectos. El resultado fue la esterilización por irradiación.

Esta técnica se puso en práctica por primera vez con la erradicación de la mosca gusanera de la isla holandesa de Curaçao en 1954, programa que fue realizado por científicos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en colaboración con el Gobierno de Holanda. Así, el proyecto inicial de TIE fue internacional y desde entonces lo han sido en gran medida los proyectos que se han venido ejecutando en esta esfera.

Actualmente, la TIE se utiliza para combatir aproximadamente 10 especies de insectos. Se están realizando actividades de investigación y desarrollo en relación con otras especies y se espera que en el futuro se difunda más el uso de esta técnica. La TIE puede aplicarse para la

Simposio FAO/OIEA, noviembre de 1987

En noviembre de 1987, el OIEA y la FAO coauspicarán una importante reunión científica, el Simposio Internacional sobre métodos modernos de lucha contra los insectos: técnicas nucleares y biotecnología. Se prevé que los participantes aporten datos sobre las nuevas técnicas incipientes de lucha contra los insectos, así como importantes informaciones acerca de los problemas cambiantes que causan los insectos en los países en desarrollo. Asimismo, se espera que el intercambio de opiniones e información científica ayude a determinar los nuevos problemas, las posibles soluciones y las oportunidades de transferencia de tecnología, todo ello con miras a alcanzar el objetivo de una producción agrícola sostenible y menos costosa.

El simposio se celebrará en Viena (Austria), del 16 al 20 de noviembre. Se puede obtener más información solicitándola a los Servicios de Conferencia del OIEA, o escribiendo a la Sección de Lucha contra Insectos y Plagas de la División Mixta FAO/OIEA, A-1400 Vienna, Austria.

erradicación de los insectos en grandes zonas, con fines de cuarentena y, en algunos casos, de control. No es aplicable en terrenos o granjas individuales. Por ello, los programas TIE tienden a ser en gran escala y de ahí que se consideren costosos si se analizan desde el punto de vista de su costo total. No obstante, cuando se aplican contra insectos muy dañinos y sumamente dispersos, el costo por unidad de área de tierra, o área de producción, suele ser inferior al del tratamiento de los terrenos por separado mediante otras técnicas. Además, desde el punto de vista económico, la balanza se inclina por la erradicación en muchos casos.

Debido a que la TIE se utiliza en condiciones específicas para cada especie, la selección de la plaga o del grupo de plagas de insectos sobre los que se habrá de trabajar reviste suma importancia. Esta habrá de ser muy destructiva y su control o erradicación (de la especie única o del grupo de especies) deberá reportar ganancias al granjero. Cuando se combaten varias especies al mismo tiempo, éstas suelen estar estrechamente relacionadas y los procedimientos de cría en masa resultan bastante similares.

En la medida en que aumente la eficacia y mejore el aspecto económico de la TIE, su uso se extenderá. Ello es otra prueba de que cuando se aplica contra un insecto o insectos apropiados, esta técnica satisface mejor que otras la norma costo-eficacia. Entre otros factores que favorecen su uso figura el creciente problema de las poblaciones de insectos que desarrollan resistencia a los insecticidas y la preocupación acerca del daño ambiental que ocasiona la aplicación constante de insecticidas cada año para controlar las mismas especies de insectos.

Programa conjunto FAO/OIEA de lucha contra las plagas de insectos

La selección de las especies (el problema) para aplicar la TIE reviste importancia primordial. Este proceso de selección, así como las medidas posteriores del OIEA y la FAO, se basan en los numerosos medios de que disponen estos organismos para ayudar a los Estados Miembros. La única dependencia orgánica que puede reunir y coordinar todos estos medios con miras a la transferencia de tecnología para resolver los problemas concretos de los Estados Miembros es una sección técnica. Además de los conocimientos técnicos especializados que puede brindar esa sección, estos medios abarcan desde los órganos consultivos y los programas de apoyo en materia de capacitación hasta los contratos de investigación*.

La División Mixta FAO/OIEA tiene acceso también a algunos de los medios de la FAO, incluidos sus programas para el personal profesional asociado y sus proyectos de cooperación técnica. Resulta además sumamente valioso el acceso a los conocimientos especializados de las divisiones técnicas de la FAO y la colaboración con ellas.

* Una lista detallada de los medios disponibles en este caso incluiría: consultores; grupos de consultores; grupos de asesores; personal en licencia sabática; capacitación (becas para la formación individual especializada); cursos de capacitación; viajes de estudio; visitas científicas; contratos y acuerdos de investigación; contratos técnicos; reuniones para la coordinación de investigaciones; simposios; seminarios; proyectos de cooperación técnica (servicios de expertos; consultores y equipos); servicios gratuitos de expertos y el apoyo del Laboratorio del Organismo en Seibersdorf, Austria.



El laboratorio de entomología del OIEA, en Seibersdorf, apoya la investigación y el desarrollo de la técnica de los insectos estériles para la erradicación de las plagas de insectos. En la foto, un científico zambiano de visita en el laboratorio examina moscas tsé-tsé empleadas en experimentos.

Muy pocos de los referidos medios se encuentran bajo el control directo de una sección técnica. En consecuencia, la sección debe elaborar sus planes con varios años de antelación y mantener informado a un gran número de personas sobre los progresos, las necesidades y los problemas de cada uno de los proyectos. En el caso de la División Mixta, tanto el OIEA como la FAO participan en este tipo de planificación y circulación de la información.

El proyecto de Nigeria

Mediante un proyecto de colaboración entre el OIEA, la FAO y Nigeria, conocido como BICOT, se procura perfeccionar la TIE para su empleo contra la mosca tsé-tsé *Glossina palpalis palpalis*, uno de los vectores de la tripanosomiasis animal. La nagana, o tripanosomiasis animal, es uno de los principales obstáculos que se oponen al desarrollo agrícola en gran parte de Africa. La erradicación de la mosca tsé-tsé es un excelente método de lucha contra esa enfermedad. Mediante este esfuerzo de investigación y desarrollo en gran escala se ha erradicado la especie objetivo en casi la totalidad de los 1500 kilómetros cuadrados que abarca la zona del proyecto en la región centroseptentrional de Nigeria.

Todos los medios mencionados anteriormente, incluidos los que brinda la FAO, se han utilizado en la creación y ejecución del BICOT, proyecto en que la capacitación ha desempeñado un papel fundamental. Esa capacitación y la confianza que ha depositado el Gobierno de Nigeria en el personal nacional calificado asociado

al proyecto, lo han estimulado al menos en parte, al solicitar la ampliación del proyecto para que incluya los 12 000 km² que abarca el proyecto de desarrollo agrícola y pastoreo del estado de Plateau. Para la eficaz ejecución de esta ampliación, BICOT-II, será preciso utilizar una vez más los medios que proporcionan el Organismo y la FAO.

Apoyo del Laboratorio del OIEA en Seibersdorf

La dependencia de entomología del Laboratorio del Organismo en Seibersdorf brinda un inestimable apoyo de investigación y desarrollo en proyectos sobre el terreno y programas coordinados de investigación. Además, en esta dependencia se imparte constantemente capacitación básica, que no puede obtenerse en otros lugares, con las instalaciones que el OIEA y la FAO han facilitado en apoyo a los proyectos TIE y a las aplicaciones de los isótopos en entomología.

En el caso del BICOT, siete nigerianos han recibido capacitación en Seibersdorf y algunos otros, en diferentes lugares. En Seibersdorf se han diseñado y fabricado equipos especializados que se han enviado a Nigeria. Los métodos sumamente perfeccionados de cría de la mosca tsé-tsé creados en Seibersdorf y enviados a Nigeria han reducido en gran medida el costo de cría de la mosca tsé-tsé. También en Seibersdorf se ha creado un sistema de evaluación biológica para medir el progreso alcanzado en la erradicación, que actualmente se utiliza en el BICOT y en otros proyectos sobre el terreno. Asimismo, se ha mantenido una colonia auxiliar de moscas tsé-tsé y se ha enviado a Nigeria un excedente de cientos de miles de insectos, además de las moscas tsé-tsé producidas localmente.

La dependencia de entomología apoya activamente también los programas TIE sobre el terreno para la erradicación de la mosca mediterránea de la fruta (moscamed). Los programas de acción precisan de la cría en masa de este insecto en grandes cantidades. En una granja para la cría en masa situada en Tapachula, México, se producen 500 millones de moscamed, o más, por semana. Aproximadamente la mitad son machos. La TIE se utilizó para erradicar la moscamed de México y actualmente se están soltando moscas estériles en Guatemala para erradicar la plaga en ese país. El costo de la cría (ingredientes de la dieta, materiales y salarios) es de aproximadamente 100 dólares de los Estados Unidos por millón de moscas.

En Seibersdorf, se presta gran atención a la obtención de una variedad de moscamed genéticamente modificada que permita eliminar por selección a las hembras en los huevos o en una etapa larval muy temprana, ya que su aporte a la eficacia de la TIE es insignificante o nulo. Con la variedad de sexaje genético, se podrían criar en Tapachula 500 millones de machos, casi al mismo costo que los 250 millones de machos que se crían en la actualidad. Por lo tanto, en la cría en masa de la moscamed se pueden lograr ahorros significativos (de alrededor del 40%) con una variedad de sexaje genético. Además, la suelta de sólo machos estériles, en lugar de ambos sexos como se hace actualmente, aumentará la eficacia de esta técnica y permitirá reducir el costo de la suelta aérea de las moscas estériles.

La investigación para el desarrollo con el propósito de lograr ahorros adicionales supone la utilización reite-

rada de la dieta de cría de larvas de moscamed (lo que parece posible sin que ello entrañe pérdidas cuantitativas o cualitativas en el insecto obtenido de la cría). El costo de la dieta para larvas de moscamed en Tapachula es de aproximadamente 25 dólares de los Estados Unidos por millón de insectos. Con la reutilización de esta dieta por una sola vez se ahorraría hasta el 40% de esta cifra, es decir, 260 000 dólares de los Estados Unidos anualmente.

Cuando la TIE se emplea para la erradicación de la moscamed, con frecuencia es necesario por razones económicas reducir la población silvestre de esta especie antes de la suelta de las moscas estériles. El método actual consiste en una o dos aplicaciones aéreas de insecticida con cebo pulverizado. Aunque el insecticida, malatión, es muy seguro, produce leves efectos transitorios sobre el medio ambiente. La fumigación de zonas muy extensas provoca cierta preocupación y a veces plantea serios problemas en la ejecución del programa. En Seibersdorf se lleva a cabo un proyecto para decidir si una cepa del agente de biocontrol, *Bacillus thuringiensis* (*B.t.*) puede sustituir el malatión en las pulverizaciones con cebo. A juzgar por los datos sumamente positivos que se han obtenido en el laboratorio, es francamente probable que pueda crearse una cepa eficaz de *B.t.* para sustituir el malatión en las pulverizaciones que se realizan contra la moscamed antes de la suelta de los insectos estériles.

Resultados y metas

Los esfuerzos desplegados por el OIEA y la FAO para transferir la TIE a los países en desarrollo han tenido un éxito considerable. Los resultados técnicos han sido excelentes. Uno de los principales beneficios que reportan los proyectos como el BICOT es que aumentan la capacidad de las organizaciones y el personal locales para administrar los programas de lucha en extensas zonas contra los insectos, capacidad que adquiere una creciente importancia no sólo en relación con la lucha contra los insectos a nivel nacional sino también con los problemas de cuarentena vinculados a la exportación de productos agrícolas. Los insectos suelen obstaculizar las exportaciones debido a las cuarentenas que se imponen contra ellos en los países receptores. La eliminación de las plagas de insectos recientemente introducidas se hace más importante a medida que aumenta el comercio agrícola. La experiencia adquirida por las organizaciones locales en los proyectos TIE puede aplicarse directamente para solucionar este problema.

La gestión es una de las esferas que requiere mejoras significativas dentro de este proceso de transferencia de tecnología. Las oportunidades para obtener experiencia o capacitación en el tipo de gestión necesaria para aplicar los programas TIE son escasas o no existen en los países en desarrollo. Sin embargo, para el buen funcionamiento de dichos programas tan importante es la gestión como los conocimientos técnicos especializados.

Otra esfera que requiere mejoras es la relativa a la organización de cursos de perfeccionamiento para algunas personas que ya han recibido capacitación por parte del Organismo. La capacitación debe considerarse como un proceso continuo y aunque su costo pueda parecer elevado, mucho más lo es el no participar en esos cursos de perfeccionamiento.