



por Jorge Hendrichs y
Alan Robinson

Erradicar una plaga

El empleo de la radiación mejora el control biológico de las plagas de insectos

Una avispa adulta icneumon gigante perforando la superficie de un tronco de abeto infestado de larvas de avispas de la madera. (Foto: Boris Hrasovec, Facultad de Silvicultura, Bugwood.org)

El apoyo que presta el OIEA a los Estados Miembros en materia de control de plagas de insectos se ha centrado fundamentalmente en la técnica de los insectos estériles (TIE), que es una forma de control de la natalidad de los insectos, en la que machos estériles de los insectos causantes de la plaga de que se trate son criados en masa y liberados sistemáticamente para que copulen con las hembras sobre el terreno, interfiriendo así de un modo respetuoso con el medio ambiente en la reproducción de la población causante de la plaga. Este método reduce de modo efectivo el empleo de insecticidas y ha resultado satisfactorio en la gestión, y a veces la erradicación, de poblaciones de insectos causantes de plagas importantes. Existen, no obstante, otros ámbitos en los que los Estados

Miembros pueden aprovechar la radiación en el campo de la entomología. Uno de ellos es el control biológico.

¿Qué es el control biológico?

A pesar de siglos de desarrollo tecnológico, las plagas de insectos siguen representando una enorme calamidad para la producción agrícola y la salud humana. Un enfoque probado y exitoso de este problema es el empleo de enemigos naturales, llamados agentes de control biológico, para controlar las poblaciones causantes de plagas. El agente de control biológico puede ser un depredador, un parasitoide, una bacteria, un hongo o un virus. En este

artículo nos centraremos en los depredadores, que devoran a las plagas (presa), y los parasitoides, que parasitan a la plaga (huésped), picándola y poniendo sus huevos en su interior.

Cuando los insectos esquivan a sus enemigos naturales, ya sea porque invadan nuevos países, dejando tras ellos a sus agentes de control biológico, o debido a una alteración de esos enemigos naturales, se convierten en plagas. Como se muestra en el recuadro 1, el control biológico, si se aplica correctamente, representa uno de los instrumentos más prometedores, respetuosos con el medio ambiente y sostenibles para controlar esas plagas de insectos. Sin embargo, son muchas las dificultades con que tropieza la expansión de los programas de control biológico en materia de producción, envío y liberación de los agentes de control biológico. La industria correspondiente comercial y pública está creciendo, pero representa todavía menos del 3% de las ventas de agentes de control de plagas. Dificultades en materia de reglamentación, de tipo técnico y otras han mantenido la cuota de mercado relativamente baja. Entre las dificultades figuran el elevado costo de producción, un control y una garantía de calidad adecuados, y barreras y ordenamientos comerciales que complican el envío.

Hay distintas maneras de hacer frente a estos problemas por medio de las técnicas nucleares, y el Programa mixto FAO/OIEA de técnicas nucleares en la agricultura y la alimentación ha terminado hace poco un proyecto coordinado de investigación sobre este tema, con la participación de 18 equipos de investigadores procedentes de 15 países.

La regulación de los agentes de control biológico

La falta de una armonización internacional entre países y reglamentaciones es probablemente el principal obstáculo para una mayor aplicación del control biológico, ya que hay regulaciones 'protectoras' que ponen barreras a la introducción y aplicación eficientes de los agentes de control biológico. Sin embargo, la Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), ha publicado una revisión de las Normas internacionales para medidas fitosanitarias (NIMF) sobre 'Directrices para la exportación, el envío, la importación y liberación de agentes de control biológico y otros organismos benéficos', que deberían contribuir a resolver algunos de estos problemas e intensificar el comercio transfronterizo de agentes de control biológico.

Salvaguardar la biodiversidad

En ocasiones, el agente de control biológico elegido para soltarlo es una especie exótica en el medio

El control biológico del coco de la mandioca

Este insecto se convirtió en una plaga devastadora de la mandioca en África Subsahariana a raíz de su introducción en el Congo procedente de Sudamérica en el decenio de 1970 y su rápida propagación al resto del subcontinente. La mandioca es la fuente principal de hidratos de carbono, proteínas y vitaminas para 200 millones de africanos. En el Paraguay, país de origen de la plaga en Sudamérica, se descubrió un parasitoide natural del coco de la mandioca, que fue llevado al Instituto Internacional de Agricultura Tropical de Ibadan (Nigeria), donde fue criado en masa. Se le dio suelta en más de 150 lugares de la región, se estableció en ellos y controló la plaga en el 95% de todos los campos.

Selección de agentes exóticos de control biológico para salvaguardar la biodiversidad

- ◆ En los EE.UU., evaluación sobre el terreno de un herbívoro exótico en forma esterilizada para el control biológico eventual del turbinto, una mala hierba abundante que se introdujo accidentalmente.
- ◆ Evaluación también de la polilla irradiada del cactus, una plaga que ataca a distintos cactus autóctonos en algunos lugares, y agente de control biológico de malas hierbas de cactus introducidas en otros, para confirmar en condiciones naturales las preferencias de puesta de huevos y predecir la variedad de huéspedes, la capacidad de supervivencia de las larvas y de causar daños a las correspondientes plantas autóctonas, así como estudiar las posibles interacciones con enemigos naturales.

ambiente. Una de las preocupaciones principales que suscita este enfoque es la especificidad del agente de control biológico en su nuevo ecosistema, esto es, si el agente de control biológico introducido permanecerá asociado a la plaga o extenderá su radio de acción afectando a otras especies del ecosistema y por consiguiente la biodiversidad o si atacará incluso a especies benéficas o cultivos comerciales. No escasean los ejemplos de agentes biológicos introducidos que han 'usurpado a especies'. Como estos errores son permanentes en el tiempo y en el espacio, hay que evaluar cuidadosamente la viabilidad de esas introducciones antes de proceder a la de ningún agente de control biológico. Uno de los errores más conocidos es el sapo de la caña en Australia, que se introdujo para controlar una plaga de insectos de la caña de azúcar, pero que enseguida empezó



Arriba: avispa *muscidifurax raptor* en un pupario de moscas. Una vez que la hembra elige un pupario adecuado como huésped, pone en él un solo huevo.

El huevo eclosiona, y la larva de la avispa se alimenta de la crisálida de la mosca. (Foto: Unidad fotográfica del Servicio de Investigación Agrícola (ARS) del USDA, Bugwood.org)

Abajo: avispas braconidas: parasitoides de polillas esfinge o halcón. (Foto: David Cappaert, Universidad del Estado de Michigan, EE.UU. Bugwood.org)

a alimentarse de otras especies y a multiplicarse en exceso hasta convertirse a su vez en una plaga. Una vez que se ha dado suelta a agentes de control biológico no es posible recogerlos y, como son fértiles, pueden reproducirse y proliferar, lo cual está bien si se limitan a la especie causante de la plaga, pero puede ser catastrófico si encuentran nuevos huéspedes ajenos a la plaga en el nuevo ecosistema.

La radiación puede desempeñar un papel importante en la evaluación segura de la serie potencial de huéspedes de un agente de control biológico en un nuevo ecosistema, ya que proporciona un medio de esterilizar y liberar agentes de control biológico sobre el terreno sin que se establezcan de modo permanente y sin afectar a su comportamiento, así como de evaluar lo que comen y lo que no, a qué huéspedes parasitan y adónde van. Las liberaciones repetidas de agentes de control biológico esterilizados facilitan sin riesgos información crítica en condiciones naturales para mejorar la adopción de decisiones sobre una eventual liberación de agentes fértiles.

Mejorando la producción en masa

Como un agente de control biológico parasita otra especie de insecto, se desprende que es preciso criar ambas especies con objeto de producir el agente de control biológico para su liberación o, dicho de otro modo, se trata de un sistema biológico con dos

Producción mejorada en masa de agentes de control biológico

- ◆ En Bulgaria, un huésped artificial irradiado utilizado para criar la avispa que parasita las plagas de polillas en molinos y depósitos de grano.
- ◆ En Pakistán, huevos de polilla irradiados utilizados como sucedáneo de la presa para alimentar a un depredador para el control en toda la zona de las plagas del algodón y la caña de azúcar.
- ◆ En Polonia, empleo de la radiación para prolongar con éxito la durabilidad de parasitoides para controlar las polillas del grano almacenado que causan daños en los depósitos de grano.
- ◆ En Turquía, utilización de un huésped artificial irradiado para la cría en masa de un parasitoides de la mosca del olivo con miras a utilizarlo en un proyecto piloto de toda una zona de producción oliverera.

componentes. No sucede así con la TIE, en la que hay que criar una sola especie. Esta mayor complejidad hace que la cría en masa de agentes de control biológico resulte logísticamente exigente y más cara.

Es frecuente que la presa natural o la especie huésped sean difíciles o caras de criar en grandes cantidades, y, en tal caso, sería ventajoso utilizar sustitutos más fácilmente disponibles, las llamadas especies artificiales, pero estos tipos de especies no siempre resultan tan aceptables como la presa o el huésped naturales; así sucede en particular con los agentes de control biológico que ponen huevos en huéspedes vivos, que quedan entonces supeditados a su respuesta inmune. Se puede utilizar la radiación para suprimir la respuesta inmune del huésped y hacerlo más adecuado para el parasitismo.

A menudo un huésped sólo es apropiado para el parasitismo en un período de tiempo muy breve durante su desarrollo, y la radiación puede servir para prolongar ese período, al reducir la velocidad de desarrollo del huésped. La durabilidad limitada de huéspedes y presas restringe también su utilización durante la producción en masa, y la radiación se puede usar en algunas especies para detener el desarrollo y permitir así el almacenamiento y la conservación de huéspedes o presas para utilizarlos cuando los precisen los clientes (agricultores, invernaderos, molinos de grano, criaderos de aves, etc.).

Existe también el uso del controvertido fenómeno que se conoce con el nombre de 'hormesis de radiación',

esto es, el empleo de dosis de radiación muy bajas para estimular los procesos biológicos. Hay algunas pruebas preliminares de que este procedimiento puede aumentar los índices de parasitación y la reproducción.

Facilitar la manipulación, el envío, el comercio y la liberación

Un quebradero de cabeza importante para los productores de agentes de control biológico es el desarrollo y la aparición constantes de algunos insectos causantes de plagas en forma de huéspedes no parasitados y presas no utilizadas entre los enemigos naturales producidos en masa. Esta "contaminación" del producto final de biocontrol puede causar serios problemas por lo que respecta a la eficiencia del proceso de producción en masa. Requiere medidas adicionales de manipulación que implican la eliminación del proceso de cría de cantidades importantes de huéspedes no parasitados o presas no utilizadas, antes de que sean expedidos y surjan como insectos causantes de plagas con los agricultores que utilizan los agentes de control biológico. La radiación puede servir para esterilizar a la presa, los huéspedes y los huéspedes artificiales con miras a impedir que se sigan desarrollando insectos causantes de plagas y eliminar así la necesidad de aplicar trabajosos procedimientos de separación.

Cuando se envían agentes de control biológico a otros países, el hecho de que en los envíos haya con frecuencia plagas fértiles, ya sea como presa o como huéspedes, conlleva un riesgo real o percibido de que pueda producirse la introducción en nuevas zonas o nuevos países de insectos no autóctonos, resistentes a los pesticidas, o nuevas cepas de insectos causantes de plagas. Este riesgo puede dar lugar incluso a reglamentaciones de cuarentenas más severas y permisos más difíciles de obtener para su envío. La irradiación de huéspedes y presas puede garantizar que, incluso si no todos los huéspedes son parasitados ni todas las presas comidas, los clientes reciban los envíos libres de insectos fértiles causantes de plagas.

Es igualmente necesario expedir sin peligro huéspedes y presas entre distintas instalaciones; por ejemplo, las grandes instalaciones de producción pueden decidir enviar huéspedes/presas a instalaciones satélite más pequeñas que se centren únicamente en la cría del agente de control biológico y no los huéspedes o las presas. Puede conseguirse la inocuidad de este proceso irradiando el material antes del envío, como se hace actualmente de manera rutinaria en los programas de TIE, en los que se envían crisálidas estériles a grandes instalaciones de emergencia y liberación. Este empleo de la radiación dará lugar a una mayor eficiencia en la producción de agentes de control biológico y contribuirá a normalizar el uso de cepas de material huésped/presa para garantizar la calidad del producto.

Complementando los agentes de control biológico sobre el terreno

- ◆ En China, se dio suelta a polillas irradiadas en campos de cultivo donde sus huevos estériles sirvieron de huéspedes para parasitoides silvestres, dando lugar a un aumento de la población de parasitoides.
- ◆ En la República Checa, se distribuyeron huevos irradiados de polilla en un bosque natural para que sirvieran de huéspedes a agentes silvestres de control biológico.
- ◆ En la República Checa, se distribuyeron en los bosques larvas de polilla estériles para supervisar la densidad y el tipo de parasitoides y agentes patógenos.
- ◆ En Pakistán, se soltaron en el campo huéspedes irradiados a comienzos de la temporada para aumentar las poblaciones de parasitoides con objeto de controlar eficazmente las plagas de la caña de azúcar en una zona de 40 000 hectáreas.

Manipulación, envío, comercio y liberación de los agentes de control biológico

- ◆ En Argentina, la radiación de crisálidas de mosca doméstica se emplea para la cría en masa de parasitoides de huevos y crisálidas para distribuirlos en gallineros y comederos de ganado.
- ◆ En México, se irradian fases inmaduras de moscas de la fruta para criar en masa unos 100 millones de parasitoides de estos insectos cada semana, como parte de la liberación de parasitoides en toda una zona.
- ◆ En los EE.UU., se irradian presas para la producción de garrapatas predatorias para el control de plagas vegetales en los invernaderos.

Complementando los agentes de control biológico sobre el terreno

En el campo, las plagas de insectos atraviesan ciclos de población, al igual que lo hacen sus agentes de control biológico. Por desgracia estos ciclos no suelen estar sincronizados, y por lo general las poblaciones de agentes de control biológico son inferiores a las de los insectos que causan la plaga. Si el número de agentes de control biológico pudiera aumentarse antes del aumento de la población que causa la



La mariquita de manchas rosadas, un depredador, alimentándose de huevos de escarabajo de la patata de Colorado. (Foto: Whitney Cranshaw, Universidad del Estado de Colorado, Bugwood.org)

plaga, se conseguiría un control mucho mejor. Esto puede lograrse distribuyendo en el terreno presas o huéspedes, esterilizados por radiación, a comienzos de la temporada, de forma que el número de agentes de control biológico pueda incorporarse sin peligro a los insectos desplegados causantes de la plaga.

En los programas de control biológico es necesario vigilar al agente correspondiente para evaluar sus niveles de población, supervivencia, distribución, etc., lo que una vez más puede resultar bastante difícil porque el número de huéspedes puede ser pequeño en un programa real. Ahora bien, se pueden introducir sin riesgos en el emplazamiento correspondiente huéspedes esterilizados por radiación como centinelas para aumentar las probabilidades de evaluar correctamente la presencia y los niveles del agente de control biológico y mejorar así la eficacia del programa.

La búsqueda y la recogida de nuevos agentes exóticos de control biológico en sus países de origen puede resultar una tarea muy complicada, ya que los huéspedes pueden ser escasos o difíciles de localizar o ambas cosas. Se pueden desplegar en el terreno, en emplazamientos estratégicos, huéspedes radiológicamente esterilizados y aumentar así las posibilidades de recoger nuevos agentes de control biológico.

La integración del control biológico con la TIE

Hace muchos años, al padre de la TIE, E.F. Knipling, se le ocurrió que resultaría provechoso combinar la liberación de insectos estériles con la de agentes de control biológico, sugiriendo que se podría lograr una respuesta sinérgica para reducir el tamaño de la población correspondiente, ya que los machos estériles copulan con las hembras adultas silvestres sin tener descendencia, en tanto que los agentes de control biológico se ocupan de las demás fases de desarrollo del insecto causante de la peste, esto es, los huevos, las larvas o las crisálidas.

Esa integración de insectos estériles y otros organismos benéficos se ha logrado ya en una serie de cultivos y de plagas, y este método biológico integrado y plenamente respetuoso con el medio ambiente tiene un enorme potencial de expansión. ☸

*Jorge Hendrichs es Jefe de la Sección de Lucha contra Plagas de Insectos del OIEA.
Correo-e: J.Hendrichs@iaea.org.*

Alan Robinson ha trabajado como consultor en la misma sección. Correo-e: alan.robinson@chello.at.

La integración de los agentes de control biológico y los insectos estériles

En México, se dio suelta simultáneamente a moscas de la fruta estériles y parasitoides como parte de una vasta campaña nacional que ha eliminado las moscas de la fruta de la zona noroccidental de México y las suprime eficazmente en otras zonas.

En Siria, la liberación simultánea de parasitoides de huevos y polillas estériles redujo de modo sinérgico las poblaciones sobre el terreno de la polilla del tubérculo de la patata.

En Sudáfrica, la liberación simultánea de parasitoides de huevos y polillas estériles

redujo de modo sinérgico las poblaciones sobre el terreno de la polilla de la naranja (*Thaumatotibia leucotreta*) en huertos de cítricos. Estos resultados han propiciado la creación por la industria de cítricos sudafricana de una empresa privada.

En la India, se dio suelta a nemátodos entomopatógenos junto con polillas irradiadas para controlar las plagas del algodón.

En Israel, subproductos de la cría en masa de insectos se utilizan para la producción de depredadores de plagas de los invernaderos y parasitoides de las moscas domésticas.