

CAPÍTULO 29: DIRECCIONES FUTURAS

El control biológico, en cada uno de sus cuatro métodos de aplicación, continuará creciendo. Cómo ocurrirá esto, variará entre países, debido a sus diferencias en tecnología, economía y valores culturales. El uso expandido del control biológico, sin embargo, no está garantizado ni tampoco las soluciones tecnológicas son inevitables para los problemas enfrentados por algunas formas de control biológico. A continuación se presentan las ideas del autor sobre el posible futuro de cada uno de los principales enfoques al control biológico.

CONTROL BIOLÓGICO CLÁSICO

La necesidad de este tipo de trabajo ya es grande, debido a una acumulación de especies invasoras de alto impacto que pudiesen ser controladas con esta tecnología pero no lo han sido. Además, nuevos invasores continúan estableciéndose y diseminándose. Por tanto, parece relativamente cierto que el uso de este enfoque continuará en expansión. Conforme las especies invasoras colonizan nuevas regiones, los países sin historia previa de control biológico clásico pueden iniciar proyectos. Entonces, el grupo de países que históricamente ha efectuado control biológico clásico se expandirá para incluir más países, tales como las naciones isleñas y los países en áreas tropicales o en desarrollo. Los países más grandes, con suficiente capital y personal experimentado, es posible que desarrollen su capacidad para el control biológico clásico mientras que las naciones más pequeñas y menos desarrolladas pueden contratar grupos técnicos como los de CABI BioScience.

Es posible que las preocupaciones sobre los riesgos de los enemigos naturales importados continúen creciendo, conduciendo a una mayor vigilancia legal de la importación y de los procesos de liberación. En algunos países, la vigilancia legal puede levantar barreras significativas y aún prohibitivas, para las importaciones de enemigos naturales. Por ejemplo, en los Estados Unidos, dicha preocupación actualmente está disminuyendo la aplicación del control biológico en algunas áreas, particularmente en Hawaii. En países en desarrollo, las preocupaciones sobre los riesgos para otras especies distintas a las plagas, puede ser juzgada menos significativa si las especies invasoras afectan la producción de alimentos muy importantes u otros recursos esenciales.

Para el futuro previsible, es posible que el control biológico de malezas sea implementado contra un rango más amplio de malezas que de artrópodos plaga, debido a que se conoce mejor el proceso de evaluación de riesgos para los agentes de control biológico de malezas y

a que los laboratorios y la infraestructura están mejor desarrollados, al menos en países como Australia, Nueva Zelanda y los Estados Unidos.

Las principales restricciones a la expansión del uso del control biológico clásico incluyen (1) la confusión entre departamentos gubernamentales y la falta de una guía reguladora legal, la cual es un gran problema para el control biológico de artrópodos en los Estados Unidos, (2) las barreras administrativas para proteger y obtener beneficios de la biodiversidad, las que han hecho que algunos países sean renuentes a la libre exportación de enemigos naturales conforme se necesiten, y (3) al pobre entendimiento de parte del público del problema de las especies invasoras, en una forma que permita una comparación razonable de los riesgos y beneficios de los proyectos propuestos de control biológico.

CONTROL BIOLÓGICO POR CONSERVACIÓN

El control biológico por conservación cubre dos actividades muy diferentes: proteger a los enemigos naturales de los plaguicidas y reforzar a los cultivos como habitats para los enemigos naturales. La primera actividad está ligada al movimiento del Manejo Integrado de Plagas. Ya que continúa el interés público por disminuir el uso de plaguicidas, como algo distinto de la abolición del uso de plaguicidas (agricultura orgánica), la investigación sobre la integración del uso de plaguicidas y enemigos naturales en los cultivos continuará en las universidades y en laboratorios gubernamentales. Si la opinión del público esta entre (1) la creencia de que los plaguicidas son tan malos que toda la agricultura deba ser orgánica o que (2) los plaguicidas no son mucho problema (ya que los nuevos productos han tendido a ser menos tóxicos para la gente y más seguros para el medio ambiente), entonces puede estar en riesgo el empuje para hacer la investigación necesaria sobre las interacciones plaguicidas-enemigos naturales. El avance mas notable en esta área en los últimos años ha sido el desarrollo y la rápida adopción del uso de cultivos Bt, los cuales has reducido dramáticamente el uso de plaguicidas en cultivos.

En contraste con la protección de los enemigos naturales de los plaguicidas, el reforzar los cultivos como habitats para los enemigos naturales requiere más esfuerzo de los fitomejoradores y de los agricultores. Los fitomejoradores necesitan crear nuevas variedades de cultivos que incluyan más características favorables para los enemigos naturales o los agricultores necesitan gastar tiempo, dinero, tierra, agua y trabajo para reforzar el ambiente del cultivo para los agentes de control biológico. Hasta ahora, en los países industrializados los agricultores sólo han deseado participar en reforzar el habitat del cultivo cuando los subsidios gubernamentales les pagan para hacerlo. Hasta la fecha, virtualmente no hay casos bien documentados en los que los habitats mejorados de los cultivos para los enemigos naturales hayan logrado, consistente y económicamente, un control adecuado de plagas específicas. Entre los investigadores y sus estudiantes de postgrado, este tópico actualmente es un área de investigación de gran popularidad. El sistema de empujar-jalar para usar cultivos trampa en África para controlar barrenadores del maíz, es un ejemplo de un sistema efectivo de control de plagas sin plaguicidas que está basado, al menos parcialmente, en el control biológico por conservación. Sin embargo, faltan otros ejemplos notables.

Las restricciones en la adopción del control biológico por conservación es posible que incluyan (1) la pérdida de la preocupación del público sobre los riesgos de los plaguicidas, (2) la

falla de la investigación para encontrar modificaciones baratas que puedan ser impuestas a los cultivos para hacerlos mucho mejores para los enemigos naturales que los resultados tangibles del control de plagas, (3) la reticencia de muchos agricultores a poner atención en el manejo de los enemigos naturales, o (4) la mala disposición de los agricultores para gastar dinero en reforzar el habitat para los enemigos naturales.

CONTROL BIOLÓGICO AUMENTATIVO

El control biológico aumentativo en hortalizas de invernadero en climas fríos ya está bien desarrollado. Su uso ciertamente continuará. Un reto para mantener los programas efectivos actuales será el adaptarse a las invasiones de nuevas plagas. Aunque el éxito futuro no está garantizado, en el pasado la industria se ha adaptado exitosamente a las invasiones de una nueva mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) y de un trips importante, *Frankliniella occidentalis* (Pergande). El desarrollo de programas eficientes de control biológico para hortalizas de invernadero en zonas cálidas está en proceso y es posible que sea exitoso con niveles adecuados de investigación, los que se ven próximos. Sin embargo, el desarrollo de estos programas para la producción de flores parece menos posible. Cuando mucho, su uso estará limitado a las especies particularmente favorables (p. ej., rosas y nochebuenas), con uso muy limitado en la mayoría de los cultivos a corto plazo y con ganancias rápidas.

Las restricciones que posiblemente afecten al control biológico aumentativo en invernaderos serán (1) interrupciones de los programas existentes por invasiones de nuevas plagas que posiblemente vengan de invernaderos establecidos en nuevas partes del mundo que previamente no han sido fuentes de plantas para el comercio internacional (p. ej., naciones africanas o asiáticas) y (2) barreras legales al comercio internacional de enemigos naturales eficientes, debido a los riesgos de establecimiento permanente de tales especies exóticas en exteriores, con la consecuencia potencial de los impactos no deseados.

El uso en exteriores del control biológico aumentativo no es probable que se extienda, principalmente debido a que la cría masiva de enemigos naturales probará ser demasiado costosa y no lo suficientemente efectiva. Es más, es más posible que el uso total disminuya, dado que una cantidad considerable del uso actual de las avispa *Trichogramma* (el principal enemigo natural usado aumentativamente en exteriores) recibe subsidios del gobierno en muchos países de una u otra manera y a que estos subsidios son más probables que disminuyan a que aumenten. Las restricciones del uso aumentativo en exteriores del control biológico incluyen (1) el alto costo de criar muchos enemigos naturales en relación al valor del cultivo protegido o la competencia con otras opciones de control de plagas, (2) la insuficiente investigación sobre las tasas de liberación, la época de liberación y la aplicación de tecnologías, y (3) la poca eficiencia. Las soluciones técnicas para algunas de estas restricciones son posibles pero si el pasado inmediato (1970-2005) es tomado como guía, no es probable que nuevos agentes y técnicas de aplicación eficientes sean desarrollados para lograr una mayor adopción del control biológico aumentativo en exteriores.

BIOPLAGUICIDAS

Los bioplaguicidas han permanecido como productos nicho más bien que para reemplazar a los plaguicidas como antes se predijo. No es probable que esta situación cambie. Sin embargo, algunos patógenos han sido más exitosos que otros. Entre los patógenos de artrópodos, las bacterias y los nemátodos han sido los más usados. La creación de plantas Bt ha sido el único cambio grande en la agricultura en tiempos recientes y, ciertamente, la mayor aplicación de entomopatógenos (al menos sus productos que matan insectos) para la protección de plantas. El uso de *Bacillus thuringiensis* Berlinger y *Bacillus sphaericus* Neide para controlar zancudos y simúlidos es posible que continúe y se expanda. Los nemátodos, aunque se han dirigido a mercados relativamente pequeños, han aumentado constantemente, y el número de especies producidas comercialmente ha crecido. Nuevos productos de nemátodos controlan plagas nuevas o en ambientes abióticos previamente difíciles. El uso de nemátodos es posible que sea estable y que se incremente modestamente.

En contraste, los bioplaguicidas fungosos generalmente han fallado en convertirse en productos comunes del control de plagas, principalmente por los requerimientos de dosis altas, alta variabilidad en la eficacia debido a la sensibilidad a las condiciones ambientales, y a dificultades y el alto costo en su producción. En teoría, los productos podrían ser más confiables a través de técnicas de mejoramiento de formulaciones y a una mejor selección de cepas. Sin embargo, un producto de poca confiabilidad tiene un largo camino para ser adoptado por los agricultores. La cría de hongos no es tan fácil como la de las bacterias porque la formación de esporas usualmente no ocurre en un cultivo líquido sumergido. Consecuentemente, debe usarse un sistema de cría en dos pasos (líquido-sólido) o el inóculo usado debe cambiar de esporas a fragmentos miceliales. En las naciones en desarrollo con bajos costos de mano de obra, la producción intensiva de entomopatógenos fungosos puede ser económicamente viable. Sin embargo, el enfoque inadecuado en el control de calidad en tales laboratorios de cría puede resultar en baja calidad del producto, eficacia fluctuante, contaminación o en la identificación incorrecta de la especie del hongo, lo que puede reducir la demanda del producto.

El uso comercial de los virus sigue siendo mínimo y permanecerá así por limitaciones de (1) la estrecha especificidad del hospedero, (2) los altos costos de cultivo *in vivo*, (3) la sensibilidad a la luz ultravioleta y a la sequedad, y (4) la pérdida de aptitud de los virus transgénicos de insectos. La producción subsidiada por el gobierno de varios baculovirus tiene potencial de uso para controlar plagas forestales en terrenos públicos. El alto costo de cultivar virus, debido a la inhabilidad de criarlos fuera de sus hospederos vivos, es posible que sea un obstáculo permanente para su uso comercial.

CONCLUSION

El control biológico, especialmente el enfoque clásico o inoculativo, será necesario en el futuro aún más que en la actualidad, conforme los problemas con una mayor diversidad de especies invasoras continúen creciendo a un paso alarmante. Sin embargo, su práctica es más complicada legalmente y se han incrementado mucho los costos y las expectativas de seguridad. Debido a que aumentarán las demandas de pruebas de especificidad de hospederos, las que son complicadas y lentas, es posible que muchos programas factibles terminen en el

laboratorio del investigador y tal vez en el futuro, sólo serán posibles en laboratorios especializados con equipos cooperativos que estén disponibles para cubrir los muchos aspectos del trabajo. Este libro está dedicado a los especialistas del control biológico y a los estudiantes que ellos entrenan, quienes serán inspirados para hacer el trabajo.