

# CONTROL BIOLÓGICO POR CONSERVACION: ENFOQUE RELEGADO. PERSPECTIVA DE SU DESARROLLO EN LATINOAMÉRICA.

*Javier Trujillo Arriaga\**

La tecnología de control de plagas agrícolas, representada principalmente por el empleo de plaguicidas, requiere reorientación fundamental para atender simultáneamente, las necesidades de productividad y de conservación de los recursos naturales que sustentan la producción agrícola, según ha discutido en otro ensayo el autor de este artículo (Trujillo y Ríos, en prensa). El cuidado del ambiente es una condición indispensable para lograr que los niveles de productividad agrícola se logren sustentablemente. Sin embargo, el empleo de plaguicidas es la estrategia de protección de cultivos que ha sido ampliamente adoptada en la mayoría de los países latinoamericanos por los agricultores que participan en el mercado de productos agrícolas.

Los efectos negativos de los plaguicidas (resistencia, resurgencia, desarrollo de plagas nuevas, contaminación ambiental y daño a la salud humana) han conducido al cuestionamiento de esta estrategia fitosanitaria. Como consecuencia de esos efectos secundarios, se ha reconocido que la ocurrencia de plagas es la manifestación de desbalances en las relaciones ecológicas que existen en los ecosistemas agrícolas. Esos desbalances ocasionan la destrucción de los mecanismos de regulación natural de plagas. La recuperación de los mecanismos de regulación debería ser uno de los objetivos primarios de los programas de manejo integrado de plagas. El control biológico de plagas es una de las tecnologías fitosanitarias cuyo desarrollo está más científicamente respaldado, orientado por la ecología. Sin embargo, la participación del control biológico es marginal en la agricultura comercial de la mayoría de los cultivos que se establecen en la mayor parte de los países latinoamericanos.

---

\* Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Centro de Entomología y Acarología, 56230 Montecillo, México.

El control biológico también requiere orientación. La forma en que se ha desarrollado en la mayor parte de los países de Latinoamérica no corresponde a las condiciones de esa región. Es necesario dar mayor consideración a la condición endémica que tiene la mayoría de los cultivos de la región, así como las plagas que los atacan. El empleo de los enemigos naturales nativos, a través de técnicas de conservación, puede resultar en el control de plagas que no han podido controlarse por medio de introducción de especies exóticas, ni por medio de la cría y liberación de otras.

El control biológico por introducción de especies exóticas ha tenido éxitos en diversos países de Latinoamérica, aunque el número de casos exitosos es relativamente bajo, comparativamente con otras regiones del mundo (Laing y Hamai 1976). Sin embargo, es necesario reconocer que la mayoría de esos programas han sido desarrollados originalmente en otras regiones del mundo y trasladados a Latinoamérica. Uno de los programas realizados en Latinoamérica desde sus primeras etapas es el control de la mosca prieta de los cítricos *Aleurocanthus woglumi* (Ashby), plaga exótica que se controló prácticamente en todas las zonas citrícolas de México en 1962, a través de un proyecto cooperativo entre México y Estados Unidos (Smith y Malby 1954). En parte como consecuencia del caso mexicano, también se logró controlar en Venezuela (Geraud et al. 1977) y El Salvador (Quezada 1974).

Es numeroso el registro histórico de programas de control biológico clásico que han tenido buen éxito en Latinoamérica (Altieri et al. 1990; Carrillo 1985; Madrigal 1989; Quezada 1990) desde el decenio de los 30s, cuando se introdujo y estableció en muchos países latinoamericanos la avispa que controló al pulgón lanigero, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann). Por ejemplo, en la República de Chile, el país de la región con mayor actividad e historia de control biológico clásico, se han controlado 38 especies plagas (Zúniga 1985). La introducción de especies tiene actividad continua en ese país; durante el período junio de 1988 a mayo de 1989 se introdujeron 24 especies contra 10 plagas en la Isla de Pascua. En México, recientemente se han introducido dos parásitos de la plaga exótica broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari), ambos nativos de África. De ellos, el betúlido *Cephalonomia stephanoderis* Betrem ha mostrado ser un agente efectivo de control (Barrera et al. 1990) y ha sido introducido a Ecuador, Colombia, Guatemala, El Salvador y Honduras.

El aumento y liberación de enemigos naturales de plagas es otra estrategia de control biológico bien representada en algunos países latinoamericanos, principalmente México, Colombia, Perú y Brasil. El género más empleado para cría y liberación es *Trichogramma*. En México

existen aproximadamente 25 insectarios que han reproducido, desde los 60s unos y los 70s otros, a estas avispas, que parasitan huevecillos de lepidópteros. En Colombia también se ha empleado ampliamente esta avispa; en 1961 se estableció la primera cría de *Trichogramma*, para combatir plagas del algodón. Actualmente existen más de 30 insectarios para la reproducción de insectos parasíticos en ese país. En el Valle del Cauca existen 23 insectarios y los ingenios más importantes tienen sus propias crías de *Trichogramma* y de tachinidos, para el control de barrenadores del tallo de la caña. El control biológico ha reemplazado casi completamente el uso de insecticidas en la producción de caña de azúcar. El uso de organismos entomopatógenos es una actividad creciente del control biológico por aumento en América Latina; reproducidos en grandes números, se han formulado para ser distribuidos en el campo por medio de aspersiones.

Entre las tres estrategias básicas para la realización de programas de control biológico (clásico, aumento y conservación), la conservación tiene una situación paradójica en Latinoamérica. Por un lado, esta es la forma de control biológico más ampliamente practicada (aunque muy probablemente inadvertidamente) por el campesinado, que es el grupo de agricultores más numeroso. La aplicación del control biológico por medio de la conservación es el resultado del empirismo de los agricultores tradicionales. Por el otro, la conservación de especies entomófagas es la aplicación de control biológico que recibe menor reconocimiento por parte de los agricultores. Por esta razón, el desarrollo de este tipo de control biológico recibe apoyo financiero aun más precario, tanto privado como público, que el que se ha dado a las otras dos formas de manejo de insectos entomófagos.

Una de las evidencias del éxito que puede lograrse con el desarrollo de programas de conservación de especies entomófagas se puede observar intuitivamente en la práctica de la agricultura tradicional. Por razones de naturaleza diversa, en Latinoamérica este tipo de agricultura está intrínsecamente diversificada, ya sea dentro de cada campo cultivado, con presencia de varias especies o variedades de cultivos, o en forma de mosaicos dentro de una región. La documentación sobre la relación que se ha establecido entre campos agrícolas diversificados y regulación de poblaciones de insectos herbívoros ha sido revisada por Risch y colaboradores (1983). De acuerdo a esa revisión de literatura correspondiente a 150 diseños agrícolas, los cultivos que se establecen con un grado de diversificación vegetal sufren ataques menos frecuentes de plagas, que los que se observan en los monocultivos. Los mecanismos ecológicos (niveles tróficos, químicos, de competencia o de otra naturaleza), que puedan ser identificados en la agricultura tradicional, podrían

ser incorporados a diseños modernos de producción agrícola. Presumiblemente los niveles representativos de productividad de la agricultura tradicional, particularmente la indígena, han sido sustentables, y estos se han obtenido sin empleo de insumos agroquímicos.

Los países latinoamericanos se caracterizan por cultivar especies vegetales endémicas, que han sido domesticadas en la región. Consecuentemente, es natural esperar que una proporción considerable de las especies de insectos que atacan esos cultivos sean nativas también. Debido a esta condición, la probabilidad de éxito de programas de control biológico es mayor al favorecer la ocurrencia de relaciones tróficas que ya existen en un ecosistema agrícola. Por las razones expuestas, es posible aseverar que la conservación de especies benéficas es una estrategia ecológicamente apropiada para la región.

La naturaleza de los fondos que han financiado el desarrollo de programas de control biológico es pública. Una de las razones de que así haya sido es que los beneficios que se obtienen con ella son sociales. Desde el punto de vista económico, los programas de conservación son más viables pues requieren menor inversión que los programas de aumento o introducción de especies entomófagas. El principal insumo de los programas de conservación es el conocimiento de las relaciones ecológicas que pueden resultar en la regulación mutua entre las poblaciones plaga y entomófaga. Tanto la introducción como el aumento requieren inversiones comparativamente altas, requeridas para la construcción de insectarios y los materiales y el trabajo que requiere su operación. Además, en el caso de la introducción de enemigos naturales exóticos se requiere sufragar la exploración en los lugares de origen.

La conservación ha tenido una participación marginal en la práctica latinoamericana del control biológico de plagas, a pesar de la condición endémica de la mayoría de las plagas de la agricultura de Latinoamérica, y de la riqueza cultural de la práctica agrícola, reflejada en escasas explosiones poblacionales de especies plaga. Este rezago puede explicarse por diversos factores. Entre ellos se puede identificar la orientación hacia el control biológico clásico, que han establecido los textos de control biológico más usados para la enseñanza de esta disciplina. El primer ejemplo de control biológico clásico se realizó en Estados Unidos en 1889 (Caltagirone y Doutt 1989), y era probable que así sucediera, debido a que ese es un país que basa su agricultura en cultivos exóticos, cuyas plagas han sido introducidas también.

La conservación de insectos benéficos, en combinación con el aumento, es la forma registrada más antigua de control biológico, docu-

mentada en China desde hace más de 1700 años en la agricultura tradicional de cítricos (Haines y Yang 1987). La mayor parte de los casos exitosos de esta estrategia no tienen una documentación escrita en los países latinoamericanos. Su origen fue la práctica cotidiana de los agricultores tradicionales, expresada en la diversificación vegetal que establecen en sus campos de cultivo. La agricultura tradicional de Latinoamérica se distingue por la diversidad que establece en los diseños agrícolas, en la diversidad de especies y de genotipos. Existe documentación de los atributos de protección de cultivos que tienen los cultivos diversificados característicos de la agricultura tradicional. Altieri y Trujillo (1987) reportan las observaciones hechas en campos de productores de maíz en Tlaxcala, México, indicando que los cultivos de maíz que tenían algún grado de diversificación presentaban mayor diversidad de especies entomófagas, y menor ocurrencia de especies plagas. A través de trabajo experimental, los mismos autores examinaron los mecanismos ecológicos que participan en la regulación poblacional de los herbívoros más notables, corroborando las observaciones hechas previamente (Trujillo y Altieri 1990).

No todos los programas exitosos de conservación han sido realizados empíricamente. El trabajo científico sobre conservación de especies entomófagas ha resultado en controles de plagas. Por ejemplo, la distribución de alimento adicional para insectos entomófagos es una práctica que resultó de la investigación que permitió identificar la atracción que tienen las crisopas por el triptofano. Al adicionarlo en forma de levadura, mezclada con proteína hidrolizada y melazas, logró mejorar las respuestas funcional y numérica de este grupo de depredadores. Otros investigadores también han logrado promover el encuentro entre los enemigos naturales y sus huéspedes, a través del uso de feromonas que emplean los insectos para reconocerse sexualmente.

La conservación de especies entomófagas puede aplicarse por medio de diversas técnicas, de las cuales Powell (1986) ha hecho una revisión ejemplificada. Entre ellas están la manipulación del hábitat a través de disponibilidad de fuentes alternativas de alimento y de refugio para los estados adultos de las especies parasíticas. La combinación de plantas de diferentes especies puede tener efectos positivos en la conservación de enemigos naturales; estos pueden ser cultivos múltiples, franjas de cultivos, cosechas por franjas, o cultivos de cobertura. Bugg *et al.* (1987, 1989) han realizado pruebas con diversas combinaciones de especies de plantas, resultando en propuestas de manejo agrícola potencialmente viables. El suministro de refugio ha sido una práctica efectiva de conservación de agentes de control biológico, como documentan Gould

y Jeanne (1984) para proteger avispas depredadoras que no encontrarían un lugar apropiado de anidación en áreas extensas de monocultivo.

Se pueden distinguir diversos factores que pueden promover, y otros que pueden desalentar, el desarrollo de la conservación como estrategia de control biológico. Entre los primeros está el reconocimiento reciente de la importancia que tiene la conservación del medio ambiente para los países latinoamericanos, y en particular la sustentabilidad de la producción agrícola. Una expresión significativa de ello fue manifestada por un grupo de ministros de agricultura de la mayoría de los países latinoamericanos. En 1991 se declaró (Declaración de Madrid, producto de la X Conferencia de Ministros de Agricultura) que es "necesario encarar un proceso racional y sostenido para su conservación [del medio ambiente], a fin de cortar el círculo que hoy existe entre agricultura, pobreza y destrucción de ecosistemas".

El establecimiento internacional de la agricultura orgánica puede promover el crecimiento del control biológico por conservación. La agricultura orgánica ha ejemplificado la posibilidad de sustituir insumos químicos para protección de cultivos, sin sacrificio de niveles productivos rentables. Por otra parte, recientemente se valoró mejor a las culturas autóctonas y ha crecido el interés por evitar la pérdida del conocimiento generado localmente. Otro factor que podría promover la actividad relacionada con programas de conservación es que la disciplina control biológico ha madurado recientemente en Latinoamérica. Entre las innovaciones que han ocurrido en la región está el establecimiento de un plan nacional de control biológico en Colombia, de acuerdo a la Ley 76 del 4 de octubre de 1989. Se ha consolidado el Centro para Control Biológico en Centroamérica, con sede en la Escuela Agrícola Panamericana. En 1991 se estableció un Centro de Referencia de Control Biológico en México, para apoyar la operación privada de más de 25 insectarios, hasta 1990 administrados por la Secretaría de Agricultura de ese país. La región neotropical de la Organización Internacional de Control Biológico ha tenido mayor actividad recientemente; su capítulo mexicano se creó en 1989 con el origen de la Sociedad Mexicana de Control Biológico. Esta sociedad se propone articular el trabajo de las diferentes aéreas de actividad relacionadas con control biológico, con el propósito final de establecer programas efectivos de control biológico.

El crecimiento que ha tenido la ecología química en el mundo, eventualmente se podría reflejar en mayor disponibilidad de químicos (kairomonas) que faciliten el encuentro en campo entre especies entomófagas y fitófagas. Las políticas regulatorias de plaguicidas en los países industrializados, y en muchos de los demás, ha establecido la tendencia de

reducir el número de plaguicidas que puede usar el agricultor. En parte debido a ello, el desarrollo de plaguicidas ha sido comercialmente menos atractivo que durante los decenios pasados, por lo que la disponibilidad de nuevas moléculas tiende a disminuir. Ambas circunstancias eventualmente podrían reflejarse en mayor actividad en la investigación sobre las diversas estrategias del control biológico, incluida la conservación.

La privatización de la economía de los países de la región podría inducir a los usuarios de tecnología fitosanitaria a financiar consistentemente su desarrollo. Esta actitud se observa actualmente con los productores colombianos de café, para apoyar la investigación para el control biológico de la broca de café. También los productores de hortalizas de México hacen inversiones significativas para apoyar el control biológico de diversas plagas, en parte como respuesta a las sanciones que imponen los países importadores por contenido violatorio de residuos de plaguicidas. También se puede esperar que continúe y aumente el proceso que se ha observado en la producción de frutales de algunas regiones de México y de Chile durante los últimos cinco años; los productores han contratado expertos extranjeros en control biológico. En la zona cítrica de Sonora, México, se han logrado controles a través de conservación. Se espera que los agrónomos nacionales participen más en actividades de este tipo, conforme se generalice el ejercicio independiente de esa profesión.

Entre los factores que podrían obstaculizar el desarrollo del control biológico por conservación se considera que los siguientes son los más conspicuos. La globalización de la economía ha privilegiado las relaciones comerciales, especialmente a las exportaciones. En el futuro, la tecnología que se genere estará orientada a mejorar la competitividad comercial. Esta situación impondrá condiciones a los agricultores exportadores para que cumplan con las normas de calidad establecidas en el mercado internacional. Aunque esto podrá crear oportunidades para mercado de productos orgánicos, es muy probable que estos solo representen una fracción de la producción agrícola dirigida al comercio, especialmente de exportación. Se espera que el volumen mayor de la producción exportable que se comercializa en el mercado convencional obligado a cumplir las exigencias del mercado internacional, se refleje en la armonización de programas fitosanitarios, reduciendo así la diversidad, que es una de las bases de los programas de conservación de insectos entomófagos.

La reducción en la disponibilidad de ingredientes activos de plaguicidas puede reflejarse en el desarrollo de insumos producidos por me-

dio de la ingeniería genética, robusteciendo los supuestos que identifican a la agricultura como un proceso industrial. Esta tendencia sería contraria a la que requieren los programas de conservación, que solo pueden ser efectivos si se cumple el supuesto de que la agricultura es una forma de manejo de recursos, sustentado en principios ecológicos. Al respecto, la biotecnología agrícola es una disciplina privilegiada por las agencias de financiamiento para el desarrollo tecnológico y científico.

La conservación de artrópodos entomófagos es una estrategia ecológicamente idónea para el uso de control biológico de especies nativas de plagas insectiles, cuyas poblaciones pueden causar pérdidas económicas significantes. Las características ecológicas inherentes a la mayor parte de la agricultura latinoamericana conducen a realizar una reflexión sobre la estrategia de control biológico, que permite mayores posibilidades de control de las plagas agrícolas presentes en la región.

El control biológico es la estrategia de la tecnología que se practica potencialmente más ampliamente en la agricultura campesina de Latinoamérica. Sin embargo, conserva un lugar marginal de importancia, en cuanto a inversión institucional para desarrollo tecnológico. La agricultura está practicada en su mayoría con especies que han sido originadas y domesticadas en la región por agricultores que aun conservan una herencia cultural centenaria o más antigua. Esta condición puede ser la clave para la factibilidad ecológica del desarrollo de programas de control biológico que aprovechen el potencial de los artrópodos que comparten el lugar de origen con las especies vegetales cultivadas.

Para promover el desarrollo de nuevos éxitos de control biológico en Latinoamérica por medio de la conservación de enemigos naturales de plagas es necesario consolidar el concepto que la agricultura es una actividad más cercana a la forma de operar de los ecosistemas naturales que a la de las actividades industriales.

## LITERATURA CITADA

- ALTIERI, M. Y J. TRUJILLO. 1987. The agroecology of maize production in Tlaxcala, México. *Human Ecol.* 15: 189-220.
- ALTIERI, M., J. TRUJILLO, L. CAMPOS, C. KLEIN-KOCH, C. GOLD, J. QUEZADA. 1989. El control biológico clásico en América Latina en su contexto histórico. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 12: 82-107.



- BARRERA, J.F., D. MOORE, Y.J. ABRAHAMS, S.T. MURPHY Y C. PRIOR. 1990. Biological control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, in Mexico and possibilities for further action. Brighton Crop Protection Conference. Pests and Diseases 4B-14: 391-396.
- BUGG, R., L. EHLER Y T. WILSON. 1987. Effect of common knotweed (*Polygonum aviculare*) on abundance and efficiency of insect predators of crop pest. *Hilgardia* 55(7): 1-53.
- BUGG, R. Y T. WILSON. 1989. *Ammi visnaga* (L.) Lamark (Apiaceae): Associated beneficial insects and implications for biological control, with emphasis on the bell-pepper agroecosystem. *Biol. Agric. Hort.* 6:241-268.
- CALTAGIRONE, L. Y R. L. DOUTT. 1989. The history of vedalia beetle importation to California and its impact on the development of biological control. *Annu. Rev. Entomol.* 34:1-16.
- CARRILLO, S.J. 1985. Evolución del control biológico de insectos en México. *Folia Entomol. Mexicana.* 65:139-146.
- GERAUD, F., G. PÉREZ, N. BOSCAN DE M. Y J. TERÁN. 1977. La mosca prieta de los cítricos en Venezuela y su control biológico. Memorias de la V Reunión Nacional de Control Biológico. Secretaría de Agricultura y Ganadería, México. pp. 17-24.
- GOULD, W. Y R. L. JEANNE. 1984. *Polistes* wasps (Hymenoptera: Vespidae) as control agents for lepidopterous cabbage pests. *Environ. Entomol.* 13(1):150-156.
- HAINES, C.P. Y P. YANG. 1987. The ancient cultured citrus ant. *BioScience* 37:665-671.
- LAING, J.E. Y J. HAMAI. 1976. Biological control of insect pests and weeds by imported parasites, predators and pathogens. En: Huffaker, C.B. y P.S. Messenger (eds.). *Theory and Practice of Biological Control.* Academic Press, New York.
- MADRIGAL, A. 1989. Control Biológico: La experiencia en Colombia. *Augura.* Año 15:79-84.

- POWELL, W. 1986. Enhancing parasitoid activity in crops. En: Waage, J. y D. Greathead (eds.). *Insect Parasitoids*. Academic Press, London.
- QUEZADA, J.R. 1974. Biological control of *Aleurocanthus woglumi* (Homoptera: Aleyrodidae) in El Salvador. *Entomophaga* 19:243-254.
- QUEZADA, J.R. 1990. El control biológico de plagas: esfuerzos y logros en El Salvador. *manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 15:83-105.
- RISCH, S.J., D.A. ANDOW Y M. ALTIERI. 1983. Agroecosystem diversity and pest control: data, tentative conclusions and new research directions. *Environ. Entomol.* 12:625-629.
- SMITH, H.D. Y H.L. MALTBY. 1964. Biological control of the citrus blackfly in Mexico. *USDA Tech. Bull.* 1311.
- TRUJILLO, J. Y M. ALTIERI. 1990. A comparison of aphidophagous arthropods on maize polycultures and monocultures in Central Mexico. *Agric. Ecosys. Environ.* 31:337-349.
- TRUJILLO, J. Y M. RÍOS. Manejo de plagas agrícolas en México: apariencia científica de una estrategia empírica. *ciencia (México)*. En prensa.
- ZUNIGA, E. 1985. Ochenta años de control biológico en Chile. Revisión histórica y evaluación de los proyectos desarrollados (1903-1983). *Agric. Técnica (Chile)* 45:175-183.