

CONTROL BIOLÓGICO Y MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS¹

Biological control and integrated pest management

Carlos Quiroz E.²

SUMMARY

The classical as well as the natural biological control of insect pests is a strategy that has been acquiring more importance every day, mainly from an integrated pest management point of view. In this article, the evolution, the importance and the use of biological control, as a modern method to manage insect pests, are analyzed. Comparisons with other control methods and also some results of biological control programmes, applied in Chile against some important insect pests, are given.

El control biológico de plagas agrícolas no es una técnica reciente. Muy por el contrario, se ha mencionado que en China se utilizó el establecimiento de colonias de hormigas depredadoras en huertos de cítricos, alrededor del año 300 D.C., a fin de controlar larvas de lepidópteros y coleópteros barrenadores (Flint y Van den Bosch, 1977; Hagen y Franz, 1973). En la historia de la Entomología Aplicada, el control biológico ha jugado un papel importante en la lucha contra las plagas, a pesar de algunos períodos de obscurantismo, como durante la Edad Media, cuando preceptos religiosos limitaron su uso, o después de la síntesis de insecticidas organoclorados, en que la Entomología Económica se olvidó del valor de la Ecología.

Este último error pronto quedó al descubierto, cuando surgieron desequilibrios ecológicos y contaminación ambiental, en varias partes del mundo, debido al uso intensivo de insecticidas. Así ocurrió en 1955 en el valle de Cañete, Perú, en que los problemas entomológicos resultaron devastadores en algodón. En 1956, una legislación basada en prácticas culturales, recolonización del valle con insectos benéficos y el uso de insecticidas selectivos, significó la reducción de los problemas de plagas a niveles que permitieron

augmentar sorprendentemente el rendimiento de algodón, a fines de esa década (Van Emden, 1980).

Otro ejemplo dramático se produjo en California, donde apareció el áfido manchado de la alfalfa (*Therioaphis trifolii*), en 1954. Al cabo de 6 temporadas, el áfido había desarrollado resistencia a insecticidas organofosforados y las pérdidas en el cultivo aumentaron considerablemente. Se tomó, entonces, la osada decisión de aplicar un insecticida organofosforado (Demeton) en dosis bajas. Algunos áfidos murieron, pero obviamente otros sobrevivieron. Afortunadamente, también sobrevivieron otros tantos enemigos naturales, que se habían mostrado como bio-reguladores poco efectivos con poblaciones altas, pero que ahora eran capaces de controlar a los áfidos sobrevivientes. Después de un año de funcionamiento de este programa, la crisis había sido superada (Van Emden, 1980).

En los dos ejemplos anteriores, el común denominador fue el uso racional de pesticidas, lo que sólo fue posible gracias a la efectiva acción complementaria del control natural de las plagas. Este último ha sido definido, por Stern y otros (1959) y De Bach (1964), como el efecto de parasitoides, depredadores y patógenos, en la mantención de las densidades poblacionales de otros organismos a un nivel inferior a aquél que presentarían en su ausencia. A una definición tan simple como ésta, debe agregársele un enfoque económico, dentro de cuyo contexto el nivel de las densidades

¹ Recepción de originales: 26 de julio de 1982.

Contribución solicitada al autor, con motivo de un Seminario que presentara en La Platina.

² Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 5427, Correo 3, Santiago, Chile.

poblacionales debe ser inferior a aquél que implicaría un daño de importancia económica.

CONTROL BIOLÓGICO CLÁSICO

Tradicionalmente se ha hablado de dos tipos de control biológico: clásico y natural. El primero consiste en el uso de enemigos naturales exóticos contra una plaga, y está basado en el hecho de que cuando un insecto invade accidentalmente una nueva región, a menudo deja atrás a sus enemigos naturales y, libre de ellos, irrumpe en gran abundancia (De Bach, 1964). En Chile hay varios ejemplos de este fenómeno, como ocurrió con la llegada del pulgón verde de la alfalfa (*Acyrtosiphon pisum*), el pulgón azul de la alfalfa (*Acyrtosiphon kondoi*), el pulgón de la hoja de los cereales (*Metopolophium dirhodum*), el pulgón de la espiga (*Sitobion avenae*), etc. En todos estos casos, la llegada de estas plagas significó dramáticas pérdidas para los cultivos.

El control biológico clásico se realiza, entonces, buscando enemigos naturales en el hábitat nativo de la plaga, o en otras regiones de su distribución geográfica, y enviándolos al área invadida, con la esperanza de que se establezcan y sometan a sus hospederos. De aquí se colige que el control biológico clásico es una herramienta especialmente recomendada para combatir plagas exóticas; sin embargo, se debe considerar que gran parte de las especies que constituyen plagas de importancia en un área, no son nativas de esa región. Por ejemplo, el pulgón azul de la alfalfa era, hasta 1975, prácticamente desconocido fuera de su área de origen, Manchuria y el Norte de Japón, donde no constituye plaga. Ese año apareció en California y rápidamente se difundió por otros estados del sur de los Estados Unidos, provocando grandes pérdidas en la producción. Dos años más tarde, el pulgón se había establecido en el Hemisferio Sur, con fuertes infestaciones en Argentina, Chile, Nueva Zelandia y Australia (Marble, 1978).

También puede ocurrir que un insecto nativo se convierta en plaga, hecho que en la mayoría de los casos está relacionado con una fuerte reducción de sus enemigos naturales, por efecto de un mal manejo de las plagas primarias o una alta presión de insecticidas. Así, por ejemplo, en huertos de manzanos del país, las arañitas se han transformado en una plaga importante debido a la escasez de enemigos naturales, producto de la fuerte presión de insecticidas ejercida en el control de la polilla de la manzana, *Laspeyresia pomonella*.

A través de los años, la técnica de introducción de enemigos naturales ha demostrado ser efectiva en un gran número de casos en el mundo, ejerciendo un

control constante sobre las especies plaga. Estas plagas han vuelto, de manera permanente, a su estatus histórico de balance natural. Así ha sucedido en Chile con los áfidos de los cereales y de la alfalfa, frente a los cuales los programas de introducción y establecimiento de parasitoides, llevados a cabo por INIA, han significado una drástica reducción poblacional de estas plagas.

En algunos casos, sin embargo, ha sucedido que una especie, después de llevada a su estado de equilibrio, haya tenido una nueva irrupción; pero esto ha sido producto del desequilibrio de su hábitat, provocado generalmente por la acción del hombre.

De Bach (1964 y 1971) señala 120 proyectos exitosos (en base al número de especies dañinas involucradas), los que han sido posteriormente repetidos en otras regiones, dando un total de 253 éxitos a escala mundial hasta 1971; más del 75% de ellos corresponden a casos en que las plagas han sido completa o substancialmente controladas (Cuadro 1). Este mismo autor incluye a Chile entre los 10 países líderes en control biológico en el mundo, con 7 programas exitosos de regulación de plagas; posteriormente se han agregado nuevos éxitos, en pulgones de cereales y de alfalfa y otros, como se indica en el Cuadro 2.

CUADRO 1. Países "Líderes" en éxitos substanciales y/o completos de control biológico

TABLE 1. Leader countries in biological control. Number of successful cases

País	Nº programas exitosos
Hawai	23
EE.UU. (Excluyendo Hawai y California)	22
California	21
Canadá	17
Australia	11
Nueva Zelandia	10
Fiji	7
Chile	7
Sudáfrica	6
Perú	6
Total países líderes	130
Total mundial	253

Fuente: De Bach, P. 1971.

Ya en la década del 60, el índice de éxitos era de 1,4 por año en el mundo, comparado con 1 por año en los 70 años anteriores. Estas cifras, que han experimentado un significativo incremento en la década del 70, señalan que los enemigos naturales están siendo importados con mayor eficiencia que nunca antes (Van den Bosch, 1971).

CUADRO 2. Éxitos substanciales y/o completos de control biológico en Chile

TABLE 2. Completely and substantially successful cases of biological control in Chile

ENTOMOFAGO	AÑO	PLAGA
<i>Aphelinus mali</i>	1921	<i>Eriosoma lanigerum</i>
<i>Novius cardinalis</i>	1931	<i>Icerya purchasi</i>
<i>Cryptochaetum iceryae</i>	1931	<i>I. purchasi</i>
<i>Cryptochaetum monstrosi</i>	1931, 39	<i>Pseudococcus sp</i>
<i>Coccophagus trifasciatus</i>	1933	<i>Saissetia oleae</i>
<i>Coccophagus gurneyi</i>	1936	<i>Pseudococcus sp.</i>
<i>Metaphycus helvolus</i>	1946, 51	<i>Saissetia oleae</i>
<i>Apanteles glomeratus</i>	1971	<i>Pieris brassicae</i>
<i>Aphidius smithi</i>	1971	<i>Acyrtosiphon pisum</i>
<i>Hippodamia variegata</i>	1975	Afidos
<i>Aphidius ervi</i>	1976	<i>A. kondoi</i> , <i>S. avenae</i> , <i>M. dirhodum</i>
<i>Aphidius rhopalosiphii</i>	1977	Afidos Trigo
<i>Aphidius uzbekistanicus</i>	1977	Afidos Trigo

Pero no se puede esperar que la introducción de enemigos naturales se convierta en una panacea. Casi exclusivamente los insectos invasores exóticos son susceptibles de ser controlados por este medio. Las especies nativas son normalmente atacadas por sus propios parásitos y predadores y los enemigos naturales importados, aun cuando estén biológicamente adaptados a los huéspedes, tienen muy pocas posibilidades de competir efectivamente con sus contrapartes nativas.

Por otra parte, es difícil lograr la introducción exitosa de organismos vivientes dentro de ambientes nuevos. Existen factores ecológicos, biológicos, logísticos, técnicos y económicos que reducen las posibilidades para que muchas especies lleguen a establecerse y a tener un comportamiento exitoso. Todos estos factores han contribuido para que el registro de establecimiento de enemigos naturales no sea espectacular. Por ejemplo, el nuevo ambiente puede carecer de ciertos requisitos claves, tales como huéspedes alternativos, fuentes alimenticias vitales, lugares de protección, etc., que existen en el hábitat nativo. Más aún, el nuevo medio puede estar caracterizado por condiciones físicas altamente desfavorables, como es el caso de temperaturas, régimen pluviométrico o humedad relativa inadecuados. En el programa de control biológico de los áfidos de los cereales en Chile, se introdujeron y multiplicaron 10 especies de microhimenópteros parasitoides, entre 1976–1979; y sólo cuatro se establecieron en el país.

Por estas razones, la búsqueda de enemigos naturales debe hacerse de preferencia en aquellas regiones donde existen condiciones ambientales similares a las de la zona de colonización. Aun así, las probabilidades de éxito son inciertas. Por ejemplo, muchos enemigos

naturales no son agentes bióticos importantes de mortalidad en sus habitats nativos, de manera que es difícil esperar que se comporten de una forma efectiva en áreas nuevas. Más aún, muchas veces sucede que mientras más eficiente es un enemigo natural más difícil es conocer su acción, puesto que, por su gran capacidad de búsqueda, mantiene a la especie huésped en niveles bajísimos y, por lo tanto, él mismo pasa desapercibido; por el contrario, un enemigo natural que sea abundante, pero en abundancia de su huésped, puede carecer de buena capacidad de búsqueda, siendo su eficiencia limitada.

También, desde un punto de vista económico, en el caso de productos de exportación, por ejemplo, el control biológico clásico puede presentar limitaciones; un enemigo natural puede ser altamente efectivo como regulador de población, pero los niveles de daño económico establecidos para la plaga pueden ser muy bajos: en porotos de exportación, la presencia de un solo bruco, *Acanthoscelides obtectus*, vivo o muerto, puede ser causal de rechazo de toda la partida.

Al comparar los métodos de regulación de plagas, se observa que el control biológico de insectos ha sido completa o substancialmente efectivo en más de una centena de casos, cuando otras técnicas no han sido tan exitosas. Por ejemplo, el desarrollo de resistencia en plantas huéspedes ha tenido éxito, sólo en muy pocas oportunidades; la técnica de esterilización de machos ha tenido un solo éxito de renombre; el uso de feromonas, fenómenos físicos y electrónicos, anti-alimentarios, antimetabólicos, insecticidas químicos de tercera generación, control microbioal, repelentes químicos, etc. en raras ocasiones han logrado superar la etapa experimental, debido a su limitado éxito; etc. Sólo el control cultural (como, por ejemplo, época de

siembra o cosecha, destrucción de rastrojos, uso de cultivos trampa, manejo de agua, etc) se puede comparar con el control biológico clásico como una táctica exitosa de regulación de plagas a largo plazo. Pero, también en esta comparación, el control biológico aparece con ventajas, ya que una vez establecido actúa por sí solo a perpetuidad y, en cambio, las prácticas de manejo demandan una preocupación constante de parte del hombre.

Todas las consideraciones previas conducen a pensar que el control químico es abrumadoramente el método de control de plagas más importante. Y puede ser cierto; pero a pesar de ser una táctica generalizada, los insecticidas no resuelven realmente los problemas insectiles, sino que sólo suprimen las plagas en forma temporal y localizada. Los insecticidas deben aplicarse constantemente y su uso es caro y muchas veces contaminante. De acuerdo a Fowler, Mahan y Shephard (1969), en los Estados Unidos se gastaban, en 1969, trescientos millones de dólares al año en insecticidas, sin incluir costos de aplicación, gastos de investigación en síntesis y desarrollo de los productos, costos de monitoreo de insecticidas en el ambiente y alimentos, daño ecológico, investigación de la naturaleza de la resistencia de los insectos a los insecticidas, juicios y litigios relacionados con insecticidas, muertes y enfermedades humanas causadas por estos productos, daño causado por el resurgimiento de plagas primarias y/o secundarias en áreas tratadas, pérdidas resultantes por rechazos de productos alimenticios, etc. En la actualidad, la cifra es aún mayor, puesto que el uso de insecticidas continúa incrementándose fuertemente en el mundo, lo que significa que el costo de control también está aumentando, amén de los efectos colaterales. Paradojalmente, en el mundo existen probablemente más especies de insectos actuando como plagas en este momento que nunca antes.

El costo de un programa de control biológico clásico resulta desproporcionalmente bajo en comparación con el control químico. De acuerdo a estimaciones de Van den Bosch (1971), en los Estados Unidos se gastaban dos millones de dólares, en 1970, en esta estrategia de control que, sin ser una panacea, no crea efectos colaterales y no presenta peligros para el hombre ni el ambiente.

De Bach (1964) ha señalado que el grado de éxito del control biológico clásico está directamente relacionado con el esfuerzo desplegado en la introducción de enemigos naturales. Considerando los costos relativamente bajos, las ventajas ecológicas y los beneficios a largo plazo del control biológico clásico, el esfuerzo debería aumentar a nivel mundial. Según Van den Bosch (1971), un aporte fiscal sólido, personal competente e infraestructura adecuada, son los requisitos

para lograr un incremento significativo en el número de programas exitosos. Agrega que, irónicamente, los países de menor desarrollo, que son los que más necesitan programas de control de plagas seguros y baratos, como es el caso del control biológico clásico, se convierten en importadores de insecticidas cada vez más caros, en volúmenes crecientes y con costos que muchas veces no pueden afrontar.

CONTROL BIOLÓGICO NATURAL

No tan sólo el control biológico clásico juega un rol preponderante en la regulación de poblaciones de insectos. Durante los últimos años ha aumentado la estimación de la importancia del control biológico natural, en la regulación de insectos dañinos o potencialmente dañinos.

El error más grave que se cometió, cuando comenzó el desarrollo y explotación de insecticidas orgánico-sintéticos, fue no tomar en cuenta el control biológico natural. Como resultado de esto, aparecieron los problemas de resurgimiento de plagas primarias, brote de plagas secundarias y resistencia de insectos a insecticidas. Los dos primeros problemas ocurren cuando el insecticida elimina, junto a la plaga, a sus enemigos naturales. Una vez que se produce la reinfestación estos insectos plagas se multiplican rápidamente, debido a la ausencia de sus bio-reguladores. Sucede en ensayos experimentales de control químico con insecticidas sobredosificados o no selectivos, con los cuales, al terminar el efecto residual, se produce la reinfestación en condiciones tan favorables, dada la carencia de enemigos naturales, que las densidades poblacionales de la plaga muchas veces superan a la de aquellos tratamientos donde no se ha controlado químicamente.

Pero, tal vez, el problema más grave es el de resistencia de los insectos a los insecticidas. El profesor T.R. E. Southwood señalaba, en un congreso reciente de la Royal Society of Entomology, en Londres, que la resistencia a insecticidas y su manejo se está constituyendo en el problema fitosanitario más importante en la década del 80.

El número de especies resistentes a insecticidas ha ido aumentando en forma alarmante desde que se informó del primer caso: resistencia de la mosca común al DDT, en 1946. Según cifras de FAO (1971), en 1971 había 230 casos reconocidos de resistencia en artrópodos a nivel mundial y, en 1977, 364 casos. Actualmente se supone que la cifra bordea los 500 casos y es así como muchas de las plagas que atacan al arroz y al algodón no pueden combatirse ya mediante produc-

tos químicos. Y de aquí se desprenden problemas anejos, como el alto número de insecticidas que muchas especies pueden tolerar, la expansión de la distribución geográfica de las poblaciones resistentes y el aumento en la frecuencia de los genes de resistencia. Estas consideraciones biológicas implican aspectos económicos, puesto que para los fabricantes de insecticidas, la aparición de resistencia significa un mayor costo de producción, al hacerse cada vez más difícil la síntesis de un nuevo producto. La principal arma en contra de las plagas de artrópodos podría convertirse en una grave amenaza, si no se usa racionalmente.

Así, la situación ha cambiado, en relación al enfoque del problema de las plagas, y la entomología aplicada en el mundo está orientada ahora, fundamentalmente, a la adopción de una filosofía de Manejo Integrado de Plagas (Figura 1). Este ha sido definido como un sistema de control que utiliza todas las técnicas adecuadas, ya sea para reducir las poblaciones de plagas y mantenerlas por debajo de aquellas densidades de ataque que causan un daño económico, o manejarlas de manera de prevenir que lleguen a causar un daño económico (Smith y Van den Bosch, 1967). En otras palabras, es un enfoque destinado a regular las especies plagas, mientras se mantiene la integridad del ambiente. Dentro de esta filosofía, se ha logrado comprender que el control biológico, tanto clásico como natural, juega un papel vital en dicha integridad ambiental.

La inmensa mayoría de los insectos fitófagos nunca ha alcanzado el nivel de plaga y muchos de los que así lo han hecho serían inocuos, si el hombre no les diera condiciones favorables para su desarrollo, lo que involuntariamente hace al darles ventajas sobre sus enemigos naturales. Esto ha sido señalado por Van den Bosch (1971) al decir que, en la mayoría de las situaciones, estamos solamente enfrentados con una, dos o un puñado de plagas claves y, a menudo, lo que nosotros hacemos para controlar estas pocas especies, transforma un ecosistema específico en una jungla de artrópodos. El desafío es, entonces, manejar las plagas claves a través de todas las formas de control, incluyendo el control químico como base en la mayoría de los casos, pero tan sólo cuando se sobrepase el umbral de daño económico y de tal manera que el control biológico, tanto clásico como natural, tenga su máximo impacto sobre las plagas.

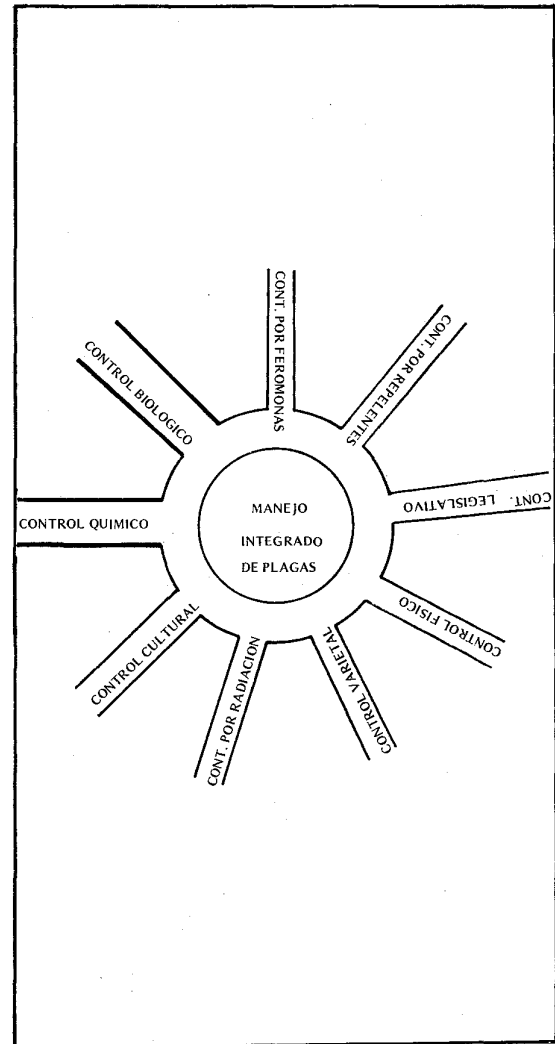


FIGURA 1. El manejo integrado de plagas es una filosofía de control que utiliza todas las técnicas adecuadas para suprimir la condición de plaga de una especie, mientras se mantiene la integridad del ambiente.

FIGURE 1. Integrated pest management is a control philosophy based on the use of all adequate techniques to suppress the pest status of a species, conserving the environment integrity.

LITERATURA CITADA

- DE BACH, P. 1964. Biological control of insect pests and weeds. Chapman and Hall. London. 844 p.
- DE BACH, P. 1971. Principios y posibilidades del control biológico de las plagas. Primer Congreso Latinoamericano de Entomología, Cuzco, Perú. 17 p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 1971. Lucha integrada contra las plagas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma 32 p.
- FLINT, M. and VAN DEN BOSCH, R. 1977. A source book on integrated pest management. Department of Health, Education and Welfare, Office of Environmental Education, Washington D.C. 240 p.
- FOWLER, D.L.; MAHAN, J.N.; and SHEPHARD, M.M. 1969. The pesticide review 1969. USDA, Stabii. Conserv. Serv., Washington D.C. 48 p.
- HAGEN, K.S. and FRANZ, J.M. 1973. A history of Biological Control. En: History of Entomology. Palo Alto, California, USA. p. 44-473.
- MARBLE, V. 1978. Pulgones de la alfalfa, amenaza mundial. Agricultura de las Américas 2: 30-36.
- SMITH, R.F. and VAN DEN BOSCH, R. 1967. Integrated Control. En: Pest control, Biological, Physical and Selected Chemical Methods (Ed.) W.W. Kilgore and R.L. Doutt, Academic Press, N.Y. Chapter 9: 295-340.
- STERN, V.M.; SMITH, R.F.; VAN DEN BOSCH, R.; and HAGEN, K.S. 1959. The integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid. Part I. The integrated control concept. Hilgardia 29: 81-101.
- VAN DEN BOSCH, R. 1971. Biological control of insects. Annual Review of Ecology and Systematics 2: 45-65.
- VAN EMDEN, M.F. 1980. Pest control and its ecology. Studies in biology Nº 50. Ed. Arnold. Southampton, England. 60 p.