

Insectos CONTRA **insectos**:

una estrategia para la protección de cultivos

Refugio **Lomeli-Flores**
Ricardo **Ramirez-Romero**

De entre todas las interacciones que tienen lugar en la naturaleza (ver Martínez-Medina y Ramirez-Romero, 2011, para detalles), una de las más estudiadas e interesantes es la depredación, porque es una interacción relativamente fácil de observar y muy extendida en la naturaleza. En la depredación, uno de los participantes se beneficia (depredador) y el otro se ve afectado (presa), de forma tal que la mayoría de los organismos tienen un depredador. Se le puede preguntar a cualquier persona un ejemplo de depredación y seguramente nos hablará de los grandes felinos como los leones depredando gacelas, o águilas devorando conejos. Pero estas interacciones no solo existen en el mundo “macro”, también es posible verlas en el mundo de lo pequeño, donde podemos encontrar a los insectos depredadores que se alimentan de otros insectos presa, los cuales, en ocasiones pueden ser plagas importantes de nuestros cultivos. Así, aunque muchos organismos pequeños (como los

insectos) o grandes (como los mamíferos) tienen enemigos naturales, en esta lectura nos enfocaremos en los organismos pequeños (en tamaño, aunque no en importancia) conocidos como insectos. ¿Quién no ha sabido de personas que sufran dengue (cuyo vector es un insecto) o de alguien cuyo jardín o parcela sea atacada por orugas, pulgones o mosquitas blancas? Estaremos entonces de acuerdo en que, aunque pequeños en tamaño, los insectos pueden ser de gran importancia.

Por lo anterior, es necesario delimitar lo que son los insectos. De manera breve, un insecto se puede definir como un organismo artrópodo (es decir, que tiene patas articuladas), en general pequeño, con tamaños que van desde menos de un milímetro, como en algunas avispietas del género *Trichogramma*, hasta de más de 10 centímetros como es el escarabajo Goliat. El cuerpo de los insectos consta de tres partes: cabeza, tórax y abdomen (Gullan y Cranston, 2010). La cabeza es la parte donde se localizan las antenas, los ojos y las partes bucales. En el tórax se encuentran tres pares de patas y, en algunos casos, las alas (uno o dos pares). La tercera región del cuerpo de un insecto es el abdomen, donde se alojan sus aparatos digestivo y reproductor. Su alimento es muy variado y va desde las hojas o madera, hasta otros insectos (Triplehorn y Johnson, 2005). Muchos insectos tienen cuatro fases de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. Del huevo emerge la larva o gusano, la cual, después de comer y crecer durante algún tiempo, entra en una siguiente fase llamada pupa o capullo. En la fase de pupa, el insecto se transforma en adulto (por ejemplo, una mariposa). Los adultos maduran sexualmente, se aparean y las hembras empiezan a poner huevos, repitiendo el ciclo de la vida.

Como todos los organismos vivos, los insectos pueden ser muy interesantes y útiles para entender la naturaleza. Desde la manera en que han sobrevivido al paso del tiempo, hasta sus formas de comunicación. Por ejemplo, ¿sabía el lector que los insectos pueden comunicarse a través de señales aromáticas o acústicas? Seguramente habrá escuchado de las feromonas (aromas que atraen al sexo opuesto), o le ha llamado la atención el ruido que producen los grillos o cigarras. Pues bien, esas son señales aromáticas y acústicas, respectivamente

(Drosopoulus y Claridge, 2006); lo interesante de esta información, para nuestro tema, es que otros insectos han desarrollado mecanismos que les permiten utilizar estas señales en su beneficio, para detectar a los insectos emisores de estas señales y depredarlos.

Para algunas personas, no todos los insectos resultan organismos interesantes y útiles, por lo que algunos han sido llamados “plagas”. Así, una plaga puede ser definida como una especie que daña los recursos o afecta el bienestar de las personas. Evidentemente, el vocablo “plaga” es un término antropocéntrico porque los insectos, como muchos otros organismos, están en la naturaleza siguiendo su ciclo de vida y desarrollo. Sin embargo, utilizaremos esa definición de plaga a lo largo de esta lectura. Así, a los insectos que atacan y enferman al ganado, o aquellos que pueden comerse un cultivo o transmitir enfermedades a plantas, animales e incluso a los humanos, los llamaremos plaga. Sin embargo, aquí es donde el asunto se pone interesante, porque existe otro grupo de insectos que de manera natural puede atacar, depredar y controlar el crecimiento poblacional de los insectos plaga.

INSECTOS CONTRA INSECTOS Y EL CONTROL BIOLÓGICO

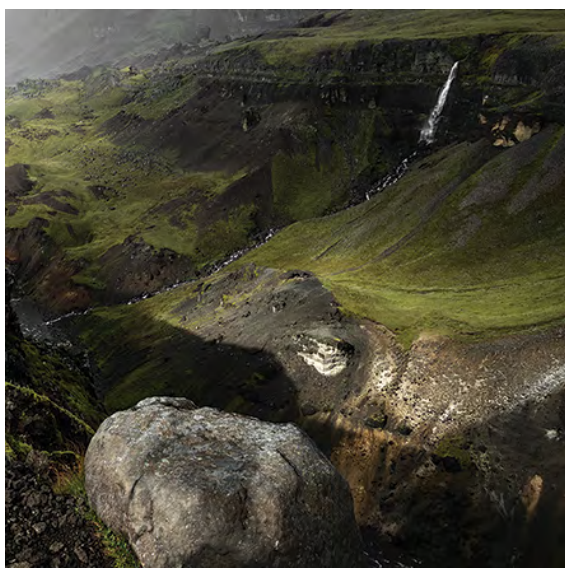
Si la mayoría de organismos tiene enemigos naturales (insectos depredadores y parasitoides, por ejemplo), eso significa que el crecimiento poblacional de una plaga puede ser limitado por una o varias especies de enemigos naturales, esto es: podemos controlar un insecto con otro insecto. Pues bien, esta idea fue puesta en práctica desde tiempos antiguos (hace más de 800 años) en China y Yemen, donde algunos agricultores utilizaban hormigas o arañas para atacar insectos plaga y proteger sus cultivos (Van Driesche y Bellows, 1996). Este empleo intuitivo de los enemigos naturales se fue afinando con el tiempo y en nuestros días constituye una estrategia importante para proteger los cultivos y el ganado; es lo que en el argot científico denominamos “control biológico”. Aunque esta estrategia tiene muchas ventajas como la de no producir efectos colaterales y nocivos que los insecticidas químicos potencialmente pueden producir (Sharpe e Irvine, 2004; Reza, 2015), no en todos los países se utiliza con la viabilidad que tiene. ¿Por qué ocurre esto? ¿De qué forma se podría incrementar su uso? ¿Cuáles son sus

ventajas y desventajas? son algunas de las cuestiones que abordaremos más adelante, pero antes de profundizar en el tema del control biológico, conozcamos un poco más sobre los diferentes enemigos naturales, insectos que pueden ser utilizados para proteger a los cultivos: los depredadores y los parasitoides.

Depredadores: son insectos de desplazamiento libre que matan a sus presas al alimentarse de ellas. Los depredadores se pueden alimentar de cualquier fase de desarrollo de los insectos plaga (desde huevecillo hasta adulto), pueden masticarlas como lo hacen las catarinitas, o bien succionarles el contenido como lo hacen las chinches. En otros casos solo son los inmaduros (larvas) los que se alimentan de otros insectos, mientras que sus progenitores se alimentan del néctar y el polen de las flores. Aquí es importante mencionar que algunos insectos depredadores pueden alimentarse de las plantas sin causar algún daño considerable, por lo que no representan un riesgo para el cultivo. Un ejemplo de insecto depredador es la mosca *Aphidoletes aphidimyza* la cual, antes de ser una mosca adulta, es una larva que puede ser utilizada como control de plagas, pues se alimenta de pulgones. Estas moscas se crían y se venden en la fase de pupa dentro de botellas. Las pupas son liberadas en invernaderos y después de tres a siete días surgen las moscas adultas, quienes ponen sus huevecillos de donde emergen las larvas de mosca que inmediatamente empiezan a depredar activamente a los pulgones (Lucas y Brodeur, 1999). Es interesante mencionar que estas larvas depredadoras inyectan a los pulgones una toxina que los paraliza y a través de una perforación que hacen en el cuerpo les absorben todo el contenido corporal, dejando al final solo el exoesqueleto de sus presas. Otros insectos depredadores son las chinches, por ejemplo la chinche ojona (*Geocoris punctipes*), que puede consumir diferentes organismos de cuerpo suave (como pulgones, moscas blancas y ácaros). Tanto los estados juveniles de la chinche como los adultos son depredadores de insectos plaga. En el laboratorio de Control Biológico de la Universidad de Guadalajara actualmente desarrollamos una investigación relacionada con la ecología de este insecto y hemos encontrado algunas cosas interesantes. Por ejemplo, que este depredador no solo puede atacar al insecto plaga, sino que también puede atacar a otro enemigo natural (una avispa) que se utiliza también

para el control de la mosca blanca, generando una lucha entre depredadores (Velasco-Hernández y cols., 2013). Entonces surge la duda de si esta lucha entre depredadores puede reducir el control de la plaga o no. Pues no necesariamente. En un estudio subsecuente encontramos que, aunque el insecto depredador (la chinche) ataca al otro enemigo natural (la avispa), resulta que la chinche ataca más a la plaga cuando está en compañía de la avispa que cuando está sola (Bao-Fundora y cols., 2016). Es decir que, aunque exista una lucha entre depredadores, el control de la plaga puede ser mejor cuando los dos enemigos naturales están presentes que cuando están solos. Será necesario realizar más estudios para entender por qué ocurre esto y en eso estamos trabajando. Depredadores de plagas también existen en el ambiente acuático como, por ejemplo, algunos coleópteros de las familias Gyrinidae, Hydrophilidae y Dytiscidae que se alimentan de larvas de mosquitos y ayudan a controlar a estos insectos tan molestos. ¿Imagina el lector lo bueno que sería si estos insectos pudiesen utilizarse efectivamente para controlar los mosquitos, vectores de enfermedades tan importantes como el dengue o el Chikungunya?

Parasitoides: la diferencia entre un parásito y un parasitoides es que los parásitos pueden vivir de otro organismo sin matarlo y los parasitoides son organismos que matan a sus hospederos para poder vivir, razón por la cual son de utilidad en la protección de cultivos. Así, los parasitoides son un tipo de depredador cuyo desarrollo está más vinculado a la presa u hospedero. En sus estados inmaduros (fase de huevo, ninfa y larva), los parasitoides se desarrollan como parásitos alimentándose del hospedero. Al llegar a la fase de pupa (o capullo) algunos parasitoides se quedan dentro del cuerpo del hospedero (prácticamente muerto ya para este momento) y del hospedero emerge un parasitoides adulto. Otros parasitoides, justo antes de llegar a la fase de pupa, salen del cuerpo del hospedero (el cual ha muerto ya o inevitablemente morirá al haber sido devorado casi completamente) y, una vez fuera, tejen su capullo y después de unos días emerge el parasitoides adulto. El parasitoides adulto buscará pareja, se apareará y las hembras buscarán nuevos hospederos dónde depositar sus huevecillos, repitiendo así su ciclo de vida.



© Gabriela Torres Ruiz. De la serie *Silencio*, Francia/Islandia, 2015/2013.

Un ejemplo de parasitoide utilizado para el control de un insecto plaga es la avispa *Encarsia formosa*, la cual tiene la característica de que solo produce hembras y puede ser utilizada para el control de mosquitas blancas capaces de transmitir enfermedades a hortalizas y flores. Estas avispas son insectos pequeños (unos 2 mm de largo), cuya progenie en su estado larval entra en la presa, se alimenta de ella y la aniquila al término de unos días. *Aphidius colemani* es otra avispa parasitoide utilizada para proteger los cultivos de pulgones o *áfidos* que atacan a diversos cultivos hortícolas

como jitomate, chile, berenjena, calabaza, pero también a flores como el crisantemo, la margarita, la gerbera y las rosas. La hembra de estas avispas coloca sus huevecillos dentro del pulgón; cuando los huevos eclosionan, las larvas de la avispa se alimentan del contenido de su presa para, finalmente, dejarla vacía.

En todos los casos, cuando se usan insectos para control de plagas se debe seguir cuidadosamente las recomendaciones del vendedor y buscar asesoría técnica. Ya que se trata de seres vivos, es importante saber en qué momento y de qué forma deben ser liberados. Por ejemplo, no tendrán la misma efectividad si se liberan en la mañana que al medio día, cuando la temperatura y la intensidad de la luz solar son mayores. O bien, si son depredadores que se desplazan preferentemente en las plantas, serán menos efectivos si se les coloca en el suelo, en lugar de permitirles salir por su propia voluntad hacia los tallos u hojas de las plantas.

Además de los insectos depredadores y parasitoides, es importante mencionar que hay otro grupo de enemigos naturales que, si bien no son insectos, tienen un uso importante en el control biológico de plagas: los patógenos (bacterias, hongos o virus que atacan a las plagas). Sin embargo, al no ser insectos, no trataremos de ellos aquí.

EL CONTROL BIOLÓGICO COMO ESTRATEGIA DE CONTROL DE PLAGAS

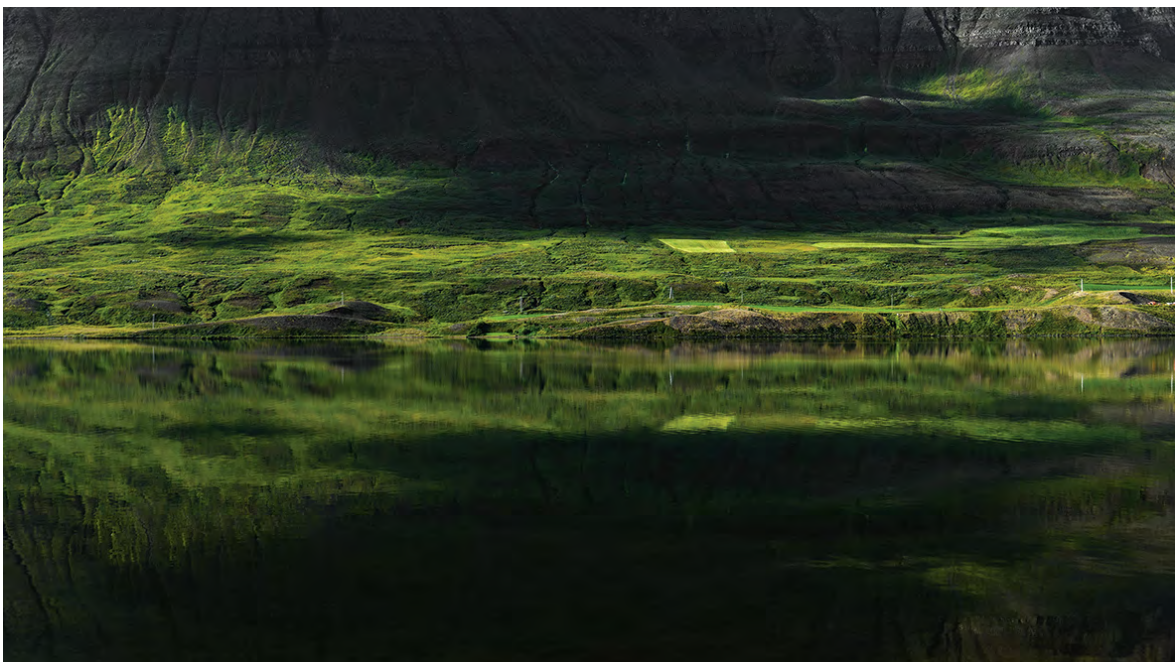
Una definición generalmente aceptada de control biológico es la de van Driesche y sus colaboradores (2008), según la cual el control biológico es un método de control de plagas que emplea poblaciones de enemigos naturales para reducir el nivel poblacional de la plaga (temporal o permanentemente). Es decir, el control biológico utiliza organismos vivos para controlar otros organismos. Para el caso específico de nuestra lectura, podríamos decir: usar insectos para controlar insectos. El control biológico como método formal inicia hace unos 130 años con el control efectivo de la escama algodonosa de los cítricos *Icerya purchasi*, una plaga que estuvo a punto de devastar la industria citrícola en California (USA). En aquella época los citricultores se encontraban desesperados pues no lograban controlar la plaga ni con los insecticidas más tóxicos disponibles; al final, con el uso de un insecto depredador (*Rodolia cardinalis*) lograron controlar

la plaga. En nuestro país, hace unos 60 años se trabajó con el control biológico de la mosca prieta de los cítricos, *Aleurocanthus woglumi*, mediante el uso de diferentes parasitoides (Barrera, 2007). Recientemente el gobierno federal ha implementado programas nacionales de control biológico; por ejemplo, en una “biofábrica” en Nayarit se producen miles de parasitoides (*Anagyrus kamali*) y depredadores (*Cryptolaemus montrouzieri*) para el control de la cochinilla rosada del hibisco, y su impacto efectivo en la protección de cultivos es de gran expectativa.

El control biológico como estrategia de control de plagas ofrece varias ventajas, entre las que se pueden mencionar: no es nocivo para la salud de los animales ni de las personas; no contamina los mantos freáticos; no genera residuos tóxicos; solo en casos raros puede provocar el surgimiento de plagas “resistentes”; puede ofrecer una relación beneficio/costo favorable y puede formar parte del manejo integrado de plagas (Rodríguez del Bosque y Arredondo-Bernal, 2007).

¿Por qué, si el control biológico ofrece tales ventajas, en algunos países no se utiliza con la frecuencia que su potencial permitiría? La respuesta puede relacionarse con varias razones. Quizá entre las más importantes es que se trata de una estrategia de control que requiere planificación y conocimiento detallado de los insectos (para

un análisis más detallado de sus desventajas ver Barrera, 2007). Es decir, no basta con “aplicar” los insectos (como en el caso de un insecticida) esperando tener resultados favorables. Con el control biológico es necesario saber no solo dónde comprar los insectos, sino también cómo deben ser transportados, en qué momento y en qué sitio deben ser liberados, conocer y fomentar las condiciones (del cultivo y de las prácticas agrícolas) que favorecerán su acción (es decir, planificar bien su empleo). De tal forma creemos que, para solventar las dificultades anteriores y lograr un mayor aprovechamiento de esta estrategia de control de plagas, sería necesario un trabajo conjunto entre las organizaciones gubernamentales, los agricultores, las empresas vendedoras de los insectos, los investigadores y el público en general. Las entidades gubernamentales podrían abonar en el aprovechamiento de esta estrategia de control incentivando a los productores a su empleo (para un análisis más detallado al respecto ver, por ejemplo, el documento de Muñoz-Piña, 2007) y con personal técnico capacitado que compilase todo el conocimiento científico pertinente (en el área del control biológico) generado en nuestro país y el mundo, volviéndolo accesible y aplicable en el campo. Y aunque en mucho de esto contribuyen las campañas fitosanitarias, es necesario más apoyo técnico y seguimientos de evaluación



y difusión de los resultados. La integración del control biológico como componente de las campañas fitosanitarias (<http://www.senasica.gob.mx/?id=4157>) por parte de la Dirección General de Sanidad Vegetal y el Centro Nacional de Referencia en Control Biológico, es un paso importante en ese sentido. Los agricultores podrían participar activamente buscando información sobre esta estrategia de control, asesoría técnica y, poco a poco, utilizarla como estrategia de control de sus plagas. Existe en nuestro país la Sociedad Mexicana de Control Biológico (SMCB) en cuyo portal de Internet (<http://www.smcb-mx.org>) se puede encontrar información sobre investigadores, instituciones y empresas en el país relacionadas con el control biológico, sobre el congreso anual de control biológico e información sobre los libros que documentan casos específicos de plagas y de su control biológico en México (Arredondo-Bernal y Rodríguez del Bosque, 2008). Con toda esta información podría ser posible empezar a tomar acciones que lleven paulatinamente al empleo de esta estrategia de control de plagas. Por su parte, las empresas que comercializan los enemigos naturales, en la medida de lo posible, podrían buscar mejorar el balance costo/beneficio e incluir dentro de su producto la asesoría técnica que permita obtener resultados convincentes y la adhesión de más agricultores al empleo del control biológico como estrategia de control de plagas. Los investigadores, por su parte, pondrían su granito de arena al continuar buscando respuestas científicas a las diferentes preguntas y dudas que existen en el área del control biológico y poniendo a disposición del público las respuestas encontradas mediante la publicación de sus resultados. Finalmente, el público en general podría contribuir favoreciendo el consumo de productos orgánicos, o bien de aquellos que demuestren en su producción el empleo de métodos de control de plagas inocuos para la salud y el ambiente. Se trata de una serie de acciones que pueden parecer complicadas o difíciles y muy probablemente lo son. Sin embargo, hemos estado postergando por bastante tiempo la implementación extendida de nuevas prácticas en la protección de cultivos. Las consecuencias, en términos de salud y contaminación ambiental, nos conciernen a todos (ver detalles en Sharpe e Irvine, 2004; Reza, 2015). Cada integrante de

la sociedad puede poner su grano de arena en el asunto. Creemos que, por el cuidado de nuestra salud y de nuestro ambiente, vale la pena el esfuerzo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al doctor Carlos H. Vergara Briceño (Universidad de las Américas-Puebla) y a la maestra Rocío Fernández Ramírez (consultora independiente en economía ambiental) por sus valiosos comentarios para el mejoramiento de este artículo.

B I B L I O G R A F Í A

- Arredondo-Bernal HC y Rodríguez del Bosque LA (2008). *Casos de Control Biológico en México*. Ed. MundiPrensa.
- Bao-Fundora L, Ramirez-Romero R, Sánchez-Hernández CV, Sánchez-Martínez J y Desneux N (2016). Intraguild predation of *Geocoris punctipes* on *Eretmocerus eremicus* and its influence on the control of the whitefly *Trialeurodes vaporariorum*. *Pest Management Science* 72:1110-1116.
- Barrera JF (2007). Introducción, Filosofía y Alcance del Control Biológico. En: Rodríguez-del-Bosque, L. A. y H. C. Arredondo-Bernal (eds.). *Teoría y Aplicación del Control Biológico*. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México, 303 p.
- Drosopoulus S y Claridge MF (2006). *Insect sounds and communication*. Taylor & Francis Group.
- Gullan PJ y Cranston PS (2010). *The Insects an Outline of Entomology*. Wiley-Blackwell.
- Lucas E y Brodeur J (1999). Oviposition site selection by the predator midge *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae). *Environmental Entomology* 28: 622-627.
- Martínez-Medina AH y Ramirez-Romero R (2011). Relaciones dañinas, neutras o positivas: el caso de los microorganismos, los insectos y las plantas. *Elementos*. 84:53-58.
- Muñoz-Piña C (2007). *Subsidios agrícolas en México que tienen efectos ambientales negativos*. Dirección General de Investigación en Política y Economía Ambiental. Instituto Nacional de Ecología.
- Reza (2015). Las parcelas de la muerte. *Revista Proceso Jalisco* 2029.
- Rodríguez del Bosque LA y Arredondo-Bernal HC (2007). *Teoría y Aplicación del Control Biológico*. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México, 303 p.
- Sharpe e Irvine (2004). How strong is the evidence of a link between environmental chemicals and adverse effects on human reproductive health? *BMJ* 328:447-51.
- Triplehorn CA y Johnson NF (2005). *Borror and DeLong introduction to the Study of Insects*. Books and Cole Ed.
- Van Driesche RG y Bellows TS (1996). *Biological Control*. Kluwer Academic Press.
- Van Driesche R, Hoddle M y Center T (2008). *Control of Pests and Weeds by Natural Enemies*. Blackwell Publishing.
- Velasco-Hernández MC, Ramirez-Romero R, Cicero L, Michel-Ríos C y Desneux N (2013). Intraguild predation on the whitefly parasitoid *Eretmocerus eremicus* by *Geocoris punctipes*: a behavioral approach. *PLoS ONE* 8(11): e80679.

Refugio Lomeli-Flores
Colegio de Postgraduados
Estado de México

Ricardo Ramirez Romero
Departamento de Producción Agrícola, CUCBA
Universidad de Guadalajara
Jalisco, México
rramirez@cucba.udg.mx