

## Control biológico una forma sustentable de control de plagas

### *(Biological control a sustainable way of pest control)*

Badii, M. H. y J. L. Abreu \*

**Resumen.** Se describen el origen y la evolución del concepto de control biológico. Se definen las diferentes clases de enemigos naturales incluyendo los parasitoides, los depredadores y los microorganismos de diferentes tipos, como las bacterias, hongos, virus, protozoarios. Se indican el aspecto de comercialización de los distintos agentes de control biológico y su disponibilidad. Se enfatiza la noción de la clara relación amigable entre el control biológico y el desarrollo sustentable.

**Palabras claves:** Control biológico, conservación desarrollo sustentable, diversidad

**Abstract.** The origin and the evolution of biological control concept are described. Different classes of natural enemies including parasitoids, predators and microorganisms such as fungi, bacteria, virus and protozoa's are defined. The commercial availability of different bio-control agents is indicated. The intricate relationship between biological control and sustainable development is emphasized.

**Key words:** Biological control, conservation, diversity, sustainable development

### Introducción

El control biológico fue concebido a inicios del siglo XIX (Badii et al., 2000a) cuando algunos naturistas de diferentes países reseñaron el importante papel de los organismos entomófagos en la naturaleza. Con el empleo de la lucha o control biológico se intenta restablecer el perturbado equilibrio ecológico, mediante la utilización de organismos vivos o sus metabolitos, para eliminar o reducir los daños causados por organismos perjudiciales.

En la mayoría de los grupos de insectos se encuentran especies entomófagas, que se alimentan de otros insectos como depredadores o como parásitos (Badii et al., 2000a,b).

La evolución natural de los sistemas de producción agraria han derivado en los últimos años hacia métodos de control de plagas y enfermedades más racionales y respetuosas con el medio ambiente y de hecho amigable con la filosofía de desarrollo sustentable (Badii, 2004; Badii & Abreu, 2006a,b; Badii & Ruvalcaba, 2006; Badii et al., 2005) y la noción de la conservación de recursos, la biodiversidad y la ética ambiental (Badii et al., 2000f). Además se ha usado el control biológico para las malezas, vertebrados arañas rojas etc., Badii et al. (2000c,d,e). Estas nuevas técnicas han derivado hacia el concepto y desarrollo de la Producción Integrada (Badii et al., 2003a,b; 2004a,b). Bien es sabido, que el uso exclusivo de sustancias químicas presenta ciertos inconvenientes como son:

- \* La selección de nuevas resistencias a los insecticidas en las poblaciones de plagas.
- \* El resurgimiento de las poblaciones tratadas.
- \* Residuos, riesgos y complicaciones legales.
- \* Destrucción de especies beneficiosas.
- \* Costo de fumigantes, en equipo, mano de obra y material.

Por ello nace el concepto de Lucha Integrada, método de control de plagas y enfermedades en el que se emplean conjuntamente productos químicos, insectos útiles y prácticas culturales. El objetivo fundamental de este tipo de agricultura, es el control racional y eficaz de las plagas y enfermedades, reduciendo la cantidad de residuos de los productos que se van a recolectar. También se puede hablar de Lucha Biológica o Lucha Natural, que es la manipulación deliberada por el hombre de parasitoides, depredadores y patógenos de las especies plaga, dentro del agrosistema, diseñada o proyectada para reducir la población plaga a un nivel que no produzca daños económicamente importantes.

### **Tipos de enemigos naturales de artrópodos.**

La mayoría de las plagas tienen varios enemigos naturales y la abundancia de estos últimos es por tanto muy grande. Estos enemigos naturales se pueden clasificar en tres grandes grupos: parásitos, depredadores y patógenos (Alcázar, 2000; Aparicio et al., 1995a,b, 2000).

Los parásitos son insectos entomófagos que atacan a una sola presa u hospedero. Entre los insectos existe un tipo especial de parasitismo que acaba con la muerte del hospedero y recibe el nombre particular de parasitoide. Los parasitoides son aquellos insectos cuyo desarrollo tiene lugar sobre o dentro de otro insecto fitófago. Es una relación de parasitismo que sólo se presenta en insectos. El parasitoide se come vivo al insecto plaga, rompe el tegumento y la larva se convierte en pupa y de aquí en adulto. Ejercen un papel muy importante en el control de plagas (Carnero et al., 1988; Pérez, 2000).

Los depredadores son otros insectos o ácaros que no causan daño al cultivo pero capturan y se alimentan de otros insectos y ácaros fitófagos plaga. Difieren de los parasitoides porque atacan a varias presas durante su vida. En la mayoría de los casos son las larvas y los adultos de los depredadores los que buscan activamente a sus presas y se alimentan de ellas (Malais & Ravensberg, 1995.).

Los entomopatógenos son microorganismos que producen enfermedades a los insectos, siendo el agente causal muy diverso. Penetran en la especie plaga a través del tubo digestivo o del tegumento dando lugar a la expresión de la enfermedad que provoca la muerte del hospedante. Los entomopatógenos son los únicos que no buscan de forma activa a sus presas, a excepción de los nemátodos. A continuación de describen los rasgos de los enemigos naturales.

**Parasitoides.** El término parasitoide se refiere a los insectos que parasitan a otros insectos, artrópodos o moluscos, es decir que los toman como hospedantes para vivir a expensa suya durante sus estadios larvarios, pues en su vida adulta se alimentan de néctar, residuos vegetales o animales y viven libremente.

Dentro de los principales grupos de insectos tenemos varias especies de *trichogramma* parasitando huevos de *Lepidoptera*, *Braconidos* parasitando áfidos y larvas, moscas tachinidae parasitando larvas de *Diatraea saccharalis* etc. Las moscas blancas o palomilla (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*) causantes de severos daños en diversos cultivos ya sea por el daño directo o por transmisión de virus, son controlados por *Encarsia formosa* (*Hymenoptera: Aphelinidae*) que prefiere los estados ninfales de las plagas. Al parasitoide de pupas de dípteros *Pachycrepoides vindemmiae* (*Hymenoptera: Pteromalidea*) se le considera como una buena opción para el control de moscas de la fruta como *Ceratitis* y *Anastrepha* en cítricos y *Dasiops* en maracuyá. Para tener éxito en el control de moscas de las frutas se deben liberar de 5.000 a 10.000 parasitoides por hectárea (Rodríguez et al., 1994a,b).

La mayoría de los parásitos pertenecen a los órdenes de dípteros e himenópteros. Son los estados adultos los que buscan al huésped sobre el que ponen uno o varios huevos. Unos parasitoides se desarrollan sobre la plaga (parásitos externos) y otros dentro de ella (parásitos internos). Cuando la larva es madura puede hacerse pupa dentro o fuera del huésped. Normalmente sólo son parásitos en sus estados inmaduros, mientras que en su forma adulta son de vida libre. El hospedante es otro insecto que muere como consecuencia del parasitismo. El tamaño de estos parásitos es relativamente grande en comparación con el de su hospedero. Normalmente el proceso general de parasitismo se desarrolla de la siguiente manera. El parasitoide se alimenta de la hemolinfa de su hospedador, que sigue vivo pero sin síntomas evidentes. A medida que el parasitoide crece ataca progresivamente los órganos vitales de su huésped y entonces éste cesa su actividad pero continua viviendo ya que el entomófago evita atacar órganos que produzcan la muerte. Cuando el parasitoide llega al final de su desarrollo da muerte a su víctima y acaba de consumirla, y posteriormente se transforma en pupa dentro de los restos o bien tejiendo un capullo de seda en el exterior. La hembra de himenóptero hace la puesta en el interior del cuerpo o del huevo del

huésped, puede depositarlo sobre el cuerpo del huésped o en las proximidades de éste, después de haberlo anestesiado (García et al., 1996). Entonces de estos huevos emergen una o varias larvas que se desarrollan a expensas del huésped que muere. La larva de himenóptero a continuación se transforma en ninfa en el interior o junto a los restos del huésped, esta fase del parasitismo es la más fácil de observar en el campo. Sin embargo, la hembra de taquírido hace la puesta en el interior o sobre el cuerpo del huésped o en sus proximidades. La larva del taquírido se alimenta a expensas del huésped. La muerte del huésped tiene lugar al final del desarrollo de la larva y la ninfa se produce generalmente junto a los restos del huésped.

La especificidad de los parasitoides es variable, pudiendo ser: 1. Monófagos o específicos. Solo parasitan a una especie de huésped. En la Lucha Integrada son los más empleados ya que es importante que no actúen sobre otros insectos indiferentes o no interesantes que no causen plaga. 2. Oligófagos. Parasitan huéspedes distintos pero pertenecientes a la misma familia. 3. Polífagos. Parasitan huéspedes distintos y de diferentes familias. Respecto al estado parasitado, normalmente los parasitoides se especializan en una sola fase del huésped, pudiendo ser los estados de huevo, larva o ninfa, pupa o adulto. Algunas especies parasitan en varios estadios, como: huevo + larva, larva + pupa, huevo + larva + pupa excepcionalmente. Los hospedadores pueden ser: 1. Para dípteros taquíridos: orugas de lepidópteros, larvas y adultos de coleópteros. 2. Para himenópteros: huevos, orugas, pupas de lepidópteros, larvas y adultos de coleópteros, homópteros, dípteros, etc.

La mayoría de los parasitoides tienen la capacidad para discriminar entre presas sanas y parasitadas, y tienden a evitar las puestas en estas últimas. La hembra del parasitoide capta al huésped mediante receptores sensoriales en las antenas, tarsos u ovipositor. Cuando una hembra parasita a un huésped, lo impregna de una feromona (kairomonas) para que otra hembra de la misma especie lo detecte y lo discrimine. Los adultos de los parasitoides se alimentan, bien de sustancias azucaradas tales como néctar de flores, exudaciones de las plantas o melaza excretada por homópteros, o bien de la hemolinfa de los hospedadores en los que realizan picaduras nutricionales antes de depositar los huevos, es el denominado host feeding (alimentación del anfitrión).

Se pueden distinguir varios tipos de parasitismo:

1. Según el número. 1a. Parasitismo solitario. Se presenta cuando se encuentra un solo parásito atacando a un hospedero. 1b. Parasitismo gregario. La hembra deposita varios huevos dentro del huésped, donde se desarrollan varios individuos

2. Por la forma. 2a. Superparasitismo. Tiene lugar cuando hay una superabundancia de parásitos de una sola especie atacando a un solo individuo de hospedero. A veces este superparasitismo es obligado, bien por proceder de poliembrionía en la que varios individuos proceden de un solo huevo y emergen de un solo hospedero habiendo completado perfectamente su desarrollo a veces en número de cientos o miles, bien por proceder de varios huevos que se desarrollan perfectamente en un solo hospedero. El superparasitismo puede ser no obligado, como consecuencia de errores de la hembra o de una fuerte competencia debida a la escasez de hospederos adecuados. 2b. Hiperparasitismo. Es un parásito que parasita a otro parásito. Suele suceder en parásitos de pulgones.

3. Por el lugar. 3a. Endoparásitos. Cuando el parasitismo es interno y depende de los factores fisiológicos del huésped. Esta forma de parasitismo la realizan los dípteros taquíridos y los himenópteros. 3b. Ectoparásitos. Cuando el parasitismo es externo. Lo realizan los himenópteros y depende de los factores climáticos principalmente.

**Depredadores.** Los insectos y ácaros depredadores de especies plaga suelen alimentarse de varias presas a lo largo de su vida. Las presas suelen ser de menor talla que el depredador. Las larvas y adultos son móviles y pueden ser ambos depredadores. Los depredadores realizan un control biológico natural, necesitan consumir más de una presa para completar su ciclo de vida, generalmente tienen un tamaño mayor que el de la presa y son fundamentalmente oligófagos o polífagos. Algunos depredadores se alimentan indistintamente de insectos dañinos y benéficos. Por ejemplo *Rodalia cardinalis* es un coccinélido que controla la *Icerya purchasi*, una plaga de los cítricos; otros coccinélidos como *Cycloneda sanguinea* e *Hippodamia convergens* controlan áfidos en diferentes cultivos. Los ácaros fitófagos pueden controlarse mediante liberaciones periódicas de depredadores que consumen huevos, larvas, ninfas y adultos de ácaros dañinos. Un productor excelente es *Phytoseiulus persimilis* (acari:

*Phytoseiidae*) ya que controla al ácaro tetranychus en flores, tomate y cucurbitáceas entre otros cultivos. Las moscas caseras, de establo y otras similares se controlan cuando se hacen liberaciones inundativas de *Spalangia cameroni* (*Hymenoptera: Pteromalidae*) una avispa que ataca pupas.

**Entomopatógenos.** Dentro de los agentes entomopatógenos se incluyen bacterias, hongos, virus, nemátodos y protozoos fundamentalmente. Generalmente se caracterizan por su escasa toxicidad sobre otros organismos del ambiente, por su aptitud para ser tratados industrialmente, es decir, se cultivan, formulan, empaquetan, almacenan y se comercializan como un insecticida convencional. Estos insecticidas biológicos penetran en el insecto plaga por ingestión, y también por contacto en el caso de los hongos.

**Virus.** Los virus entomopatógenos son entidades patogénicas intracelulares obligados. Su principal componente es un ácido nucleico que puede ser ADN o ARN ambos de cadena doble o sencilla. Las familias de virus más comunes son Baculoviridae (Virus de la poliedrosis nuclear que ataca Lepidópteros e himenópteros), Reoviridae (virus de la poliedrosis citoplasmática que ataca Lepidópteros y Dípteros) y Poxviridae (virus entomopox que ataca Lepidópteros y Coleópteros). De los virus entomopatógenos, los baculovirus son los más utilizados con fines de control biológico, debido a que tienen un rango de hospedantes limitado a algunas especies de Lepidópteros, Hymenópteros, Dípteros, Coleópteros y Tricópteros. Se han encontrado hasta 450 especies de virus patógenos de insectos y ácaros. Estos virus están constituidos por una nucleocápsida o estructura formada por un ácido nucleico y una envoltura proteica. Según su estructura, los virus de los insectos pueden dividirse en dos grupos: 1. Virus incluidos. Existe una matriz amorfa proteica donde está incluida la nucleocápsida. Dentro de ellos encontramos los virus de la poliedrosis (nucleares o citoplasmáticas) y los virus de la granulosis (nucleares o citoplasmáticas). 2. Virus no incluidos. Son difíciles de detectar, por lo que no son muy estudiados. En el cuadro adjunto se recogen las características de las familias más importantes de virus que actúan como entomopatógenos.

Tabla 1. Tipos de virus entomopatógenos.

FAMILIA	GÉNERO	Ácido nucleico	Forma de la partícula	Cuerpo de inclusión	Huéspedes
BACULOVIRIDAE	BACULOVIRUS	ADN	varilla	SI	Neuroptera, Diptera, Trichoptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Coleoptera y Acari. No vertebrados ni plantas
POXVIRIDAE	ENTOMOPOXIVIRUS	ADN	ovoide	SI	Lepidoptera, Diptera, Orthoptera, Coleoptera, Vertebrados, no plantas.
REOVIRIDAE	VIRUS DE LA POLIEDROSIS CITOPLASMÁTICA	ARN	icosaedro	SI	Lepidoptera y Diptera. Vertebrados y plantas.

Quizá de todos ellos, el más destacado es el virus de la poliedrosis nuclear, que se ha aplicado con éxito en el control de lepidópteros noctuidos. Normalmente la transmisión se realiza por vía oral junto al alimento que toma el insecto plaga. Otras formas de infección es a través de la hembra infectada o infección transovárica, las larvas de la plaga se comen el corión del huevo y se infectan. También se transmiten mediante parasitoides que actúan como vector. Los virus atraviesan el epitelio intestinal hasta el tejido de replicación del insecto y ácaro plaga, causando la muerte. Los síntomas morfológicos, fisiológicos y de comportamiento variado, que se manifiestan en los individuos afectados dependen del tipo de virus y del hospedante principalmente. Las larvas enfermas presentan lentitud de movimientos, falta de apetito, y un color blanquecino que más tarde se torna oscuro. Las larvas se desplazan lentamente hacia el ápice de la planta, en donde se cuelgan con las propatas y mueren. El esqueleto externo queda como un saco, que cuando se desintegra libera su contenido infestado de partículas virales, que caen sobre las hojas inferiores. Más tarde las larvas sanas de la especie plaga, las ingieren y

mueren. Los virus entomopatógenos disponibles comercialmente se caracterizan por degradarse fácilmente con el sol por lo que van provistos de protectores solares. Su uso excesivo puede provocar efectos mutagénicos no deseados. En España no está autorizado su empleo. Destacan por ejemplo el VPN. Que afecta a *Lymatrina spp* y a *Helicoverpa spp*. Y también el VPN (autorizado en España) contra *Cydia pomonella* (manzano y peral).

**Bacterias.** Hasta el momento solo se conocen 3 especies de bacterias con posibilidad de ejercer control sobre insectos. *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus Sphericus*, y *Bacillus popilliae*. Sin embargo, éstas especies presentan algunas subespecies y muchas razas que durante su proceso de esporulación producen cristales proteicos con efecto insecticida y/o algunas toxinas con el mismo efecto. Estas bacterias han sido encontradas colonizando insectos de los ordenes Díptera, Ortóptera, Hymenóptero y Coleóptera. Destaca el empleo de *Bacillus thuringiensis* para el control de larvas de lepidópteros que atacan a plantas agrícolas y forestales. Destaca su acción sobre *Heliothis*, *Pieris*, *Plusia*, *Plutella*, *Ostrinia*, *Capua*, *Prays* y *Cacoecia*, entre las plagas agrícolas. Entre las plagas forestales destacan la procesionaria, *Lymantrinia*, *Malacosoma*, *Euproctis* y *Tortryx viridiana*. Las bacterias son protistas procarióticos y se distinguen dos grupos: 1. Bacterias propiamente patogénicas. 2. Bacterias potencialmente patogénicas: actúan en situaciones de stress, heridas, etc. Su transmisión es horizontal y la presa las adquiere por ingestión. También hay vectores como parasitoides y depredadores que transmiten la bacteria de un individuo a otro.

***Bacillus thuringiensis*.** presenta esporas con cristal para esporal que se libera en el estómago del individuo plaga. Este cristal es tóxico y paraliza el tubo digestivo impidiendo los movimientos peristálticos, por lo que el insecto no se alimenta y muere por inanición. En el tubo digestivo se multiplican las bacterias hasta que rompen el epitelio y entran en el resto de órganos y tejidos vitales del insecto. En plantas transgénicas se ha conseguido que la planta produzca esta toxina, como es el caso del maíz transgénico para el control de lepidópteros noctuidos. Normalmente los síntomas que presentan los individuos enfermos están asociados con la alimentación y asimilación. La bacteria provoca inicialmente diarreas y parálisis intestinal. Esto da lugar a que los movimientos del individuo plaga afectado sean muy lentos, seguidos de convulsiones y de una parálisis general. Las larvas afectadas cambian de color, frecuentemente a negro-marrón. En España existen hasta 28 preparados comerciales de bacterias entomopatógenas, y su acción depende de la raza elegida para cada tipo de plaga, destacan: *Bacillus thuringiensis aizawai*. Lepidópteros. *Bacillus thuringiensis irraelensis*. Dípteros (mosquitos). *Bacillus thuringiensis kurstaqui*. Lepidópteros. *Bacillus thuringiensis tenebrionis*. Coleópteros. BT es un producto de nula toxicidad para animales superiores y resulta totalmente inocuo para otros insectos, entre ellos los artrópodos útiles. Es también inocuo para las abejas y abejorros. Parece que tampoco es posible el desarrollo de resistencias a este patógeno por parte de las plagas. Sin embargo, el empleo de bacterias entomopatógenas presenta algunos inconvenientes. Suelen persistir poco tiempo sobre las hojas, normalmente de 7 a 10 días. Su dispersión es bastante ineficiente ya que unido a la escasa producción de esporas y de toxinas en insectos muertos determina que las epizootias producidas por bacterias sean raras en el campo. Normalmente la susceptibilidad a la infección bacteriana en la población plaga es muy heterogénea, existiendo individuos muy sensibles y otros muy resistentes.

**Hongos entomopatógenos.** Aproximadamente el 80% de las enfermedades que se producen en los insectos tienen como agente causal un hongo. La eficacia de los hongos es limitada debido a que son dependientes de factores medioambientales que sólo por momentos les pueden ser favorables. Dentro de los principales hongos entomopatógenos existen varias especies de las clases Hyphomycetes (*Beauveria*, *Metarhizium*, *verticillium*, *Penicillium*, etc), Zygomycetes (*Entomophthora*, *erynia*, *entomophaga*, etc.), Oomycetes (*Pythium*, *Tarichium*, etc.). Son organismos heterótrofos (falta de fotosíntesis), que poseen células quitinizadas, normalmente no móviles. El inicio de la infección se realiza por germinación de las esporas del hongo sobre el tegumento del individuo plaga. La dispersión de las esporas se realiza por contaminación ambiental a través del viento, la lluvia e incluso individuos enfermos al entrar en contacto con otros sanos. Normalmente son especies específicas o de amplio espectro de hospedantes (insectos y ácaros). El hongo sale del insecto enfermo a través de las aperturas (boca, ano, orificios de unión de los tegumentos y artejos) y en el exterior forma sus estructuras fructíferas y las esporas. Los individuos enfermos no se alimentan, presentan debilidad y desorientación y cambian de color, presentando manchas oscuras sobre el tegumento, que se corresponden con las esporas germinadas del hongo. Normalmente, los hongos, son entomopatógenos de acción lenta. Algunos atacan a gran cantidad de especies distintas de insectos. Pero estos productos dependen generalmente de las condiciones ambientales de temperatura (25° C) y de elevada humedad relativa para que su desarrollo y acción patógena sea la adecuada. Se suelen comercializar en preparados a base de esporas que deben estar en agua unas 24 horas antes de su

aplicación. Generalmente tardan una semana como mínimo en eliminar a la víctima o al menos en que esta deje de alimentarse. Son adecuados para su aplicación por introducción, manipulación ambiental o aumento inoculativo, pero no para aumentos inundativos. Comercialmente destacan los siguientes hongos entomopatógenos: *Beauveria bassiana*: Coleópteros. *Verticillium lecanii*: Áfidos, moscas blancas y tisanópteros. *Metarrhizium anisopliae*: Homópteros, en general.

**Protozoos.** Existen especies con ciclos de vida muy complejos. Hay protozoos patógenos de personas y otro sólo de plantas o insectos. No se emplean mucho en el control de insectos debido a esta falta de especificidad por parte de la mayoría de las especies de protozoos. Los estados infectivos del protozoo (esporas, quistes, etc) penetran en el tubo digestivo del insecto, y lo colonizan hasta llegar al aparato excretor. Cuando la espora penetra en el tubo digestivo, germina gracias al pH ácido del estómago, se forma el protozoo y produce nuevas esporas. Los insectos mueren por falta de asimilación de los elementos nutritivos. Los síntomas característicos de los individuos enfermos se resumen en la aparición de deformaciones y dificultades en la muda, junto a una baja actividad de alimentación. El protozoo más comercializado es *Nosema locustae*, que afecta a ortópteros (langostas).

**Nemátodos.** Atacan a distintos grupos de insectos. Precisan de un medio de cierta humedad para su infección activa. Normalmente actúan sobre insectos que tienen parte de su ciclo de vida en el suelo, donde la humedad es mayor.

Se distinguen tres tipos de nematodos entomófagos. 1. Nemátodos más primitivos. Son patógenos pero comedores de bacterias del grupo *Rhabditoides*. El nematodo penetra en el insecto y segrega en él una bacteria a la que está asociado. El nematodo se alimenta de las bacterias que segrega y que se desarrollan en el interior del insecto. Destacan los nematodos de los géneros *Neoaplectana* y *Heterorhabditis*. 2. Nemátodos evolucionados. Se trata de nematodos fitopatógenos que han evolucionado hacia formas patógenas de insectos. Emplean el estilete para penetrar en el insecto. Destacan los grupos *Aphelenchida* y *Tylenchida*. 3. Nemátodos depredadores. Pertenecientes al grupo *Dorylaimida*. Comercialmente destacan *Neoaplectana carpocapse*, que afecta a lepidópteros y coleópteros, y *Heterorhabditis spp* en lepidópteros. Como ejemplo en la Tabla 2 se indican los enemigos naturales disponibles comercialmente para el control de plagas de cultivos hortícolas de invernadero (Gerling, 1986; Viñuela, 2000; Viñuela & Jacas, 1993).

Tabla 2. Especies comercializados para el control de plagas de cultivos hortícolas bajo invernadero.

Plaga	Especies de enemigos naturales
Mosca blanca	<b>Parasitoides:</b> <i>Encarsia Formosa</i> , <i>Eretmocerus eremicus</i> , <i>Eretmocerus mundos</i> . <b>Depredadores:</b> <i>Macrolophus caliginosus</i> , <i>Delphastus pusillus</i> . <b>Hongos:</b> <i>Verticillium lecanii</i>
Minadores de hoja	<b>Parasitoides:</b> <i>Dacnusa sibirica</i> , <i>Opius pallipes</i> , <i>Diglyphus isaea</i>
Pulgones	<b>Parasitoides:</b> <i>Aphidius colemani</i> , <i>Aphidius ervi</i> , <i>Aphelinus abdominalis</i> <b>Depredadores:</b> <i>Adalia bipunctata</i> , <i>Hippodamia convergens</i> , <i>Aphidoletes aphidimyza</i> , <i>Chrysoperla carnea</i> , <i>Chrysopa carnea</i> , <i>Harmonia axyridis</i> . <b>Hongos:</b> <i>Verticillium lecanii</i>
Araña roja	<b>Depredadores:</b> <i>Neoseiulus californicus</i> , <i>Amblyseius californicus</i> , <i>Phytoseiulus persimilis</i> , <i>Feltiella acarisuga</i> , <i>Therodiplosis persicae</i>
Trips	<b>Depredadores:</b> <i>Amblyseius degenerans</i> , <i>Amblyseius cucumeris</i> , <i>Neoseiulus californicus</i> , <i>Orius albidipennis</i> , <i>O. laevigatus</i> , <i>O. majusculus</i> , <i>O. insidiosus</i> , <i>Hypoaspis aculeifer</i> , <i>Hypoaspis miles</i> . <b>Hongos:</b> <i>Verticillium lecanii</i>
Orugas:	<b>Parasitoides:</b> <i>Trichogramma evanescens</i> , <i>Trichogramma brassicae</i> <b>Depredadores:</b> <i>Podisus maculiventris</i> , <i>Macrolophus caliginosus</i> <b>Hongos:</b> <i>Bacillus thuringiensis var. kurstaki</i>
Cochinillas	<b>Parasitoides:</b> <i>Leptomastix dactylopii</i> , <i>Anagyrus pseudococci</i> . <b>Depredadores:</b> <i>Cryptolaemus montrouzieri</i>

## Conclusión

Se conoce la disciplina de control biológico desde antes de Cristo por los campesinos chinos quienes empleaban una especie de hormigas para el control de las orugas dañinas en el cítrico. En la era industrial se descubrieron el uso de diferentes agentes de control biológico de tipo microorganismos. El año 1889 fue un año histórico para el inicio de era moderna de la disciplina de control biológico, a partir del uso de un escarabajo para el control de una escama que seriamente amenazaba la industria citrícola. Hubo un retraso momentáneo en el progreso de control biológico por el descubrimiento y el uso fuerte de los agroquímicos sintéticos. Pero los problemas asociados de tipo de contaminación ambiental, destrucción de la fauna no blanca, residuos de los agroquímicos en todas las cadenas tróficas, la resistencia de las plagas a los plaguicidas sintéticos orgánicos, provocó el regreso a la práctica de control biológico. Esta disciplina está basada en los principios naturales y como tal está totalmente congruente con el desarrollo sustentable y la conservación de los recursos.

## Conclusion

Biological control discipline is known from prior to Christ by the Chinese farmers who used to utilize some ant species for the control of caterpillar pests on citrus. The usefulness of some bio-control agents especially microorganisms were discovered during industrial Era. The year 1889 was a turning point in the modern history of bio-control with the utilization of some beetle species to control a species of scale that was literally threatening this industry. The discovery of synthetic chemical pesticides brought a setback to the progress of bio-control. However, soon the problems associated with the use of these destructive chemicals, namely, environmental pollution, residue in all kinds of food chains, and resistance of pests to pesticides produced a major shift towards the employment of bio-control. This kind of pest control is based entirely on natural principles and therefore, totally compatible with the concept and practices of sustainable development and resource conservation.

## Referencias

- Alcázar, M.D.; J. E. Belda.; P. Barranco & T. Cabello. 2000. Lucha integrada en cultivos hortícolas bajo plástico en Almería. *Vida Rural* 118: 51-55.
- Aparicio, V.; E. Casado; J. Lasters; J.E. Beld & M.M. Torres. 2000. Producción integrada en los cultivos hortícolas bajo abrigo de Almería. I Jornadas sobre Producción Integrada. Ed. Asociación AGRO. Universidad de Almería. Almería.
- Aparicio, V.; M.D. Rodríguez; V. Gómez; E. Sáez; J.E. Belda; E. Casado & J. Lastres. 1995a. Plagas y enfermedades del tomate en la provincia de Almería: control racional. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla: 182 pp.
- Aparicio, V.; M.D. Rodríguez; V. Gómez; E. Sáez; J.E. Belda; E. Casado & J. Lastres. 1995b. Plagas y enfermedades de los principales cultivos hortícolas de la provincia de Almería: control racional. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla: 260 pp.
- Badii, M. H. 2004. Sustentabilidad: fundamentos, perspectivas y limitaciones. *InnOvaciOnes de NegOciOs*, 1(2): 199-227.
- Badii, M.H. & J. L. Abreu. 2006a. Sustentabilidad. *Daena*, 1(1): 21-36.
- Badii, M.H. & J. L. Abreu. 2006b. Metapoblación, conservación de recursos y sustentabilidad. *Daena*, 1(1): 37-51.
- Badii, M.H. & I. Ruvalcaba. 2006. Fragmentación del hábitat: el primer jinete de Apocalipsis. *Calidad Ambiental*, XI(2): 8-13.
- Badii, M.H., J. Castillo & A. Wong. 2005. Towards sustainability in urban areas. *InnOvaciOnes de NegOciOs*, 2(2): 179-200.
- Badii, M. H., L. O. Tejada, A. E. Flores, C. E. Lopez & H. Quiróz. 2000a. Historia, fundamentos e importancia. Pp. 3-17. En: M. H. Badii, A. E. Flores y L. J. Galán (eds.). *Fundamentos y Perspectivas de Control Biológico*. UANL, Monterrey.
- Badii, M. H., A. E. Flores, H. Quiróz, R. Torres & R. Foroughbakhchb. 2000b. Depredación y control biológico. Pp. 53-60. En: M. H. Badii, A. E. Flores y L. J. Galán (eds.). *Fundamentos y Perspectivas de Control Biológico*. UANL, Monterrey.

- Badii, M. H., A. E. Flores, S. Varela & J. A. García-Salas. 2000c. Control biológico de malezas. Pp. 187-198. En: M. H. Badii, A. E. Flores y L. J. Galán (eds.). Fundamentos y Perspectivas de Control Biológico. UANL, Monterrey.
- Badii, M. H., A. E. Flores, J. A. García-Salas, S. Guerrero, H. López, A. J. Contreras, J. I. González & A. Guzmán. 2000d. Control biológico de vertebrados Plaga. Pp. 199-210. En: M. H. Badii, A. E. Flores y L. J. Galán (eds.). Fundamentos y Perspectivas de Control Biológico. UANL, Monterrey.
- Badii, M. H., A. E. Flores & G. Ponce. 2000e. Control biológico de arañas rojas. Pp. 255-278. En: M. H. Badii, A. E. Flores y L. J. Galán (eds.). Fundamentos y Perspectivas de Control Biológico. UANL, Monterrey.
- Badii, M. H.; A. E. Flores; H. Bravo; R. Foroughbakhch & H. Quiróz. 2000f. Diversidad, estabilidad y desarrollo sostenible. Pp. 381-402. In: M. H. Badii, A. E. Flores & J. L. Galán (eds.). Fundamentos y Perspectivas de Control Biológico. UANL, Monterrey.
- Badii, M. H., A. E. Flores, G. Ponce, H. Quiróz, R. Foroughbakhch & R. Torres. 2003a. Control biológico un método ambientalmente amigable Calidad Ambiental, 8(3): 20-23.
- Badii, M. H., A. E. Flores, J. A. García Salas, J. H. López & R. Torres. 2003b. Estatus de control biológico, con énfasis en México y América Latina. Calidad Ambiental, 8(5): 18-23.
- Badii, M. H., A. E. Flores, G. Ponce, H. Quiróz, J. A. García Salas & R. Foroughbakhch. 2004a. Formas de evaluar los enemigos naturales en control biológico. CULCYT, 1(2): 3-11.
- Badii, M. H., J. Bernal, A. E. Flores, H. Quiróz, J. O. López y J. A. García. 2004b. Estrategias metodológicas de control biológico. Calidad Ambiental, 11(5): 16-22.
- Carnero, A.; A. Espino; M. Hernández & J. Barroso. 1988. La lucha integrada, una nueva estrategia para combatir las plagas. Ministerio de Agricultura. H.D. 12/88. Madrid. 20 pp.
- García, F.; J. Costa. & F. Ferragut. 1994. Las plagas agrícolas. Ed. Phytoma España. Valencia. 376 pp.
- Gerling, D. 1986. Natural enemies of *Bemisia tabaci*, biological characteristics and potential as biological control agents: a review. Agriculture, Ecol Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam.
- Malais, M. & W.J. Ravensberg. 1995. Conocer y reconocer. La biología de las plagas de invernadero y sus enemigos naturales. Koppert BV. Rotterdam. 109 pp.
- Pérez, E. 2000. La producción integrada en tomate bajo abrigo. I Jornadas sobre Producción Integrada. Ed. Asociación AGRO. Universidad de Almería. Almería.
- Rodríguez, M.D.; R. Moreno; M.P. Rodríguez; J. Lastres; M.M. Téllez & E. Mirasol. 1994a. IPM Tomate: Programa de manejo integrado en cultivo de tomate bajo plástico en Almería. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla. 82 pp.
- Rodríguez, M.D.; R. Moreno; M.M. Téllez; M.P. Rodríguez & R. Fernández. 1994b. *Eretmocerus mundus* (Mercet), *Encarsia lutea* (Masi) y *Encarsia transvena* (Timberlake) (Hym., Aphelinidae) parasitoides de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) en los cultivos hortícolas protegidos almerienses. Boletín de Sanidad Vegetal. Volumen 20. Número 3. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid: 695-702
- Sánchez, F. F. 1994. Control biológico de plagas en invernadero. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 86 pp.
- Viñuela, E. & J. Jacas. 1993. Los enemigos naturales de las plagas y los plaguicidas. Ministerio de Agricultura. H.D. 2-93. Madrid. 24 pp.
- Viñuela, E. 2000. La resistencia a insecticidas y plagas de hortícolas en España. I Jornadas sobre Producción Integrada. Ed. Asociación AGRO. Universidad de Almería. Almería.

---

**\*Acerca de los autores**

El Dr. Mohammad Badii es Profesor e Investigador de la Universidad Autónoma de Nuevo León.  
San Nicolás, N. L., México, 66450.  
[mhbadii@yahoo.com.mx](mailto:mhbadii@yahoo.com.mx)

El Dr. José Luis Abreu Quintero es Profesor e Investigador de la Universidad Autónoma de Nuevo León.  
San Nicolás, N. L., México, 66450.  
[spentamex@yahoo.com](mailto:spentamex@yahoo.com)