

Himenópteros Parasítica y control de plagas *

Jorge Luis ANENTO ¹ y Jesús SELFA ²

⁽¹⁾ Conselleria de Medio Ambiente, Generalitat Valenciana, C/.Arquitecto Alfaro 36; 46011 Valencia.

⁽²⁾ Dpto. Biología Animal -Entomología-. Universidad de Valencia, Dr. Moliner 50; 46100 Burjasot Valencia.

* Este trabajo ha sido elaborado a partir de la documentación entregada en el **II Curso de Control Biológico de Plagas: Uso de Parasitoides** de la Universidad de Verano de Teruel que se impartió bajo la dirección de los autores firmantes.

Resumen: Hymenoptera constituye uno de los órdenes más diversos de la Clase Insecta e incluye, junto a Diptera, a la mayor parte de los artrópodos parasitoides conocidos. Esta actividad los convierte en el principal grupo de agentes de control en la lucha biológica contra plagas. En el presente artículo se comentan las principales ventajas del uso de himenópteros parasitoides en el control de plagas, los problemas asociados a la cría en masa de estos insectos y su situación en materia de protección legal.

“...Finalmente, puede no ser lógico, pero para mi imaginación es muchísimo más satisfactorio considerar instintos tales como el de las hormigas esclavistas y de las larvas de las icneumoníidas que se alimentan del cuerpo vivo de las orugas, no como instintos especialmente creados o donados, sino como pequeñas consecuencias de una ley general que conduce al progreso de todos los seres orgánicos...”

C.Darwin, 1859

Los Hymenoptera

El orden Hymenoptera (*hymen*: membrana y *ptera*: alas) queda caracterizado por la presencia de cuatro alas membranosas cubiertas en la base por las tégulas, un aparato bucal masticador fuertemente adaptado a succionar o lamer, un primer segmento del abdomen que se fusiona con el metatórax formando lo que se conoce como propodeo -que mantiene su par de espiráculos- y, en las hembras, un ovopositor constituido por 3 pares de valvas que está modificado a modo de sierra, taladro o aguijón.

Resulta un grupo especialmente diverso en cuanto a morfologías, relaciones tróficas o comportamientos sociales se refiere. Basta señalar que es uno de los pocos órdenes que no tiene un nombre vulgar común a todas sus formas: reúne a hormigas, abejas, abejorros o avispas, amén de un sinfín de apelativos más, que hacen referencia a una familia o taxón menor.

Se han descrito alrededor de 115.000 especies en todo el mundo (Lasalle & Gauld, 1992). Una aproximación a este orden de magnitud nos la proporciona la comparación con grupos de mayor categoría taxonómica como los mamíferos, representados en todo el mundo por 4.500 especies, las aves por 9.000, los reptiles por 6.000, los anfibios por 2.800 o los peces por 19.000. A pesar de esta cifra tan abrumadora es de suponer que todavía queda buena parte por descubrir y describir, puesto que aparece como uno de los órdenes más ricos y variados en algunos de los ecosistemas más productivos del mundo (Lasalle & Gauld, 1991). Reúne especies fitófagas, carnívoras, fluidófagas o entomófagas pudiendo aparecer como predadoras, mutualistas, parásitas o hiperparásitas. Abarcan desde las complejas organizaciones de hormigas hasta las soli-

tarias avispas, pasando por los enjambres de abejas que tan alta significación económica tienen para el hombre.

Aparecieron hace aproximadamente 240 m. a., durante el Triásico Inferior, a partir de un ancestro supuestamente relacionado con los Mecoptéridos, que más tarde darían lugar a los actuales Mecoptera -mecópteros-, Diptera -moscas y mosquitos-, Siphonaptera -pulgas-, Lepidoptera -mariposas- y Trichoptera -tricópteros- (Kukalová-Peck, 1991). Hoy día quedan distribuidos, según la más reciente de las divisiones, en torno a 20 superfamilias y 97 familias (Goulet & Hubert, 1993) como se muestra en el **ANEXO I**.

El suborden Symphyta está compuesto por 5 superfamilias y 12 familias y representa tan sólo el 5% de todas las especies conocidas; a él pertenecen los representantes más antiguos encontrados en el registro fósil, algunos ejemplares de la familia Xyelidae del Triásico Medio de Australia y Asia Central. Son fácilmente reconocibles por tener el abdomen coalescente con el tórax sin estrechamiento alguno, lo que les confiere un aspecto robusto y compacto.

Los Apocrita constituyen por lo tanto el 95% de las especies restantes, con 15 superfamilias y 85 familias. Aparecieron en el Jurásico, a partir de un antepasado cefoide, perteneciendo a los proctotrípidos los primeros fósiles encontrados. Podemos dividirlo, según la visión clásica, en dos grupos sin asignación a categoría taxonómica alguna: de un lado, los aculeados o Sección Aculeata que reúne a hormigas, abejas y avispas típicas, caracterizada por la presencia de aguijón -*Acule*: aguijón-, y de otro, los Parasítica o Sección Parasítica que representa el 50% de todos los himenópteros.

Los Hymenoptera Parasítica

Parece ser que en un primer momento los himenópteros primitivos a los que antes nos referíamos, presentaban larvas fitófagas en su ciclo biológico que se alimentaban de materia vegetal, de una forma similar a como ocurre actualmente con algunos sínfitos plaga. En esa situación, la hembra se veía obligada a dejar el huevo sobre el tejido nutritivo de la planta para que cuando emergiera la larva, dispusiera de inmediato de comida.

Con el tiempo, las larvas variaron su dieta habitual y comenzaron a tomar otro tipo de alimento, -huevos u otras larvas próximas que pudieran encontrar por azar-. Poco a poco se hicieron más y más dependientes de su nueva alimentación, hasta que llegaron a un punto en el que la hembra adulta tuvo que buscar un organismo animal para ovopositar sobre él y asegurar que el alimento siguiera estando disponible para su descendencia. Las estrategias de búsqueda y puesta variaron según las especies y determinaron en gran manera los comportamientos reproductores que hoy observamos; pero en todos los casos, inyectar veneno para que la presa estuviese quieta y no dañara el huevo, o posteriormente su larva, parecía lo más adecuado. Una especie cuya larva se va a desarrollar de esta forma recibe el nombre de *Parasitoide* (Askew, 1971).

Este es un término que no está exento de controversia. Al fin y al cabo, un parasitoide viene a ser una modalidad de parásito con algunos matices, y como tal debiera ser considerado en su sentido más estricto. Su uso indistinto es todavía frecuente en la bibliografía y algunos autores-ecólogos en su mayoría- son reticentes al cambio; este puede ser el caso de Margalef (1995) que define parásito como '*...todo depredador muy especializado, cuya acción expoliadora no causa la muerte del patrón u hospedador, o sea, de la especie de la que toma el alimento, por lo menos de manera inmediata...*'. Cabe suponer que Margalef no acepta el término parasitoide o que lo ignora, pues más adelante, al hacer referencia a la lucha biológica, comenta '*...los efectos mejores se consiguen con depredadores específicos y parásitos...*'. Por el contrario Begon *et al.* (1988), otro clásico de la ecología, sí acepta parasitoide en el sentido en el que nosotros lo utilizamos. Como es lógico también reúne bajo el término depredador -sensu lato-, a depredadores -sensu stricto-, ramoneadores, parásitos y parasitoides.

Esta inclusión de parasitoides bajo la concepción de depredadores puede plantear la necesidad de explicitar las diferencias entre especies depredadoras y parasitoides en el marco concreto del control de plagas. Así pues, las primeras suelen presentar mayor tamaño que su presa, consumen un número importante de unidades y en general se alimentan tanto de estados inmaduros como de adultos, salvo en contadas excepciones como ocurre con los Diptera -Syrphidae- o Neuroptera -Chrysopidae-. Los parasitoides, por el contrario, se alimentan en estado adulto de fluidos o néctar, mientras que sus larvas se desarrollan sobre estados inmaduros. La mayor parte de los parasitoides pertenecen a los órdenes Diptera e Hymenoptera, pero también encontramos, en menor medida, algunos casos en Coleoptera, Strepsiptera y Lepidoptera.

En el caso que nos ocupa, los huevos depositados por los Parasítica varían en color, tamaño, relieve de la superficie y forma, dependiendo de la especie, pudiendo influir de manera determinante si ha sido previamente fecundada o cuál ha sido su alimentación más reciente. Estos pueden ser sinovigénicos o provigénicos dependiendo de si el comporta-

miento es idiobionte o koinobionte. Puede ocurrir que, en caso de no encontrar hospedador, haya una reabsorción del huevo para optimizar recursos como ocurre con algunos Aphelinidae -Chalcidoidea-. El tamaño del hospedador influye en el del huevo depositado; en este sentido, las hembras de los parasitoides suelen nacer de aquellos de mayor tamaño.

La ovoposición o puesta se realiza sobre el hospedador, con desarrollo de la larva en el exterior -*ectoparasitismo*-, o dentro del hospedador con desarrollo en su interior -*endoparasitismo*-. Se puede dar el caso que una especie sea parásita de ella misma o de especies del mismo género -*adelfoparasitismo*- como ocurre con algún Aphelinidae. También puede suceder que se deposite un solo huevo del que salga una larva o que se dé un fenómeno de poliembrionía emergiendo varios individuos, como en algunos Chalcidoidea. Es posible que sobre un mismo hospedador se desarrollen varias larvas de una única hembra, varias larvas de hembras de una misma especie -*parasitismo gregario*-, o que se desarrollen varios individuos de hembras de especies distintas -*parasitismo múltiple*.

En estos casos de superparasitismo, es normal que las larvas establezcan una feroz competencia intra e interespecífica mediante combates físicos o destrucción de huevos tras emerger. El hospedador también suele defenderse en la medida de sus posibilidades mediante mecanismos que van desde los meramente físicos por movimientos bruscos para desembarazarse del huevo si está sobre la epidermis, a la formación de quistes que puedan eliminarlo o a una importante acción inmunitaria.

Se pueden encontrar especies *polífagas* y especies *monófagas*, especialistas en la localización y ataque de todos los estados del hospedador desde el huevo a la pupa; este comportamiento define a las especies como *estrategas-k* o *estrategas-r* y nos proporcionará una información fundamental sobre su eficacia en los programas de control (Carrero, 1996).

La larva del parasitoide se desarrolla de forma relativamente rápida sufriendo cinco estadios larvarios. Si impide el desarrollo del hospedador devorando sus órganos vitales podemos concluir que se trata de un *idiobionte*; por el contrario, si respeta sus órganos dejando que el hospedador llegue hasta la fase de pupa, o bien la ovoposición se realiza directamente sobre la pupa, estamos ante la estrategia de un *koinobionte*. En general, los idiobiontes son ectoparásitos mientras que los koinobiontes son endoparásitos. Esta relación no es estricta y podría explicarse como sigue: en general, las especies ectoparásitas están expuestas a más peligros que las endoparásitas, y por esa razón los parasitoides se han dotado de mecanismos para empezar de inmediato su desarrollo sobre el hospedador. Las endoparásitas evitan los primeros riesgos derivados de estar en el exterior por su condición de parásitos internos (Askew & Shaw, 1986). Desde la perspectiva de una mayor protección, estos parasitoides pueden permitirse la posibilidad de retrasar su desarrollo hasta la pupación del hospedador.

En los Hymenoptera tenemos como parasitoides, en el suborden Symphyta, a las especies de la familia Orussidae y en los Apocrita Aculeata, a toda la superfamilia Chrysidoidea y algunas especies de familias de Vespoidea como Tiphidae, Mutillidae, Sapygidae y Scoliididae.

En este artículo nos ocuparemos de las especies incluidas en la Sección Parasítica, con 11 superfamilias, 48 familias y más de 50.000 especies descritas. La mayor parte de ellas se reúnen en tan sólo dos superfamilias, Ichneumonoidea y Chalcidoidea. Gauld & Bolton (1988) estiman que la primera reúne a 45.000 especies por lo menos, Townes

TABLA I
Número de Hymenoptera Parasítica respecto al número de insectos totales estimados

Nº total de insectos	Parasítica 6,5%	Parasítica 20%	Referencias
2.650.000	170.000	530.000	Wilson (1988)
7.000.000	455.000	1.400.000	Holloway & Stork (1991)
10.000.000	650.000	2.000.000	Holloway & Stork (1991)
15.000.000	1.020.000	3.180.000	Wilson (1988)
30.000.000	1.950.000	6.000.000	Erwin (1982)

(1969) habla de 65.000 icneumonídeos y Achtenberg (1984) sugiere que debe haber 40.000 braconídeos, lo que hace un total de más de 100.000 especies para los ichneumonídeos. En la misma línea Noyes (1978) calcula que debe haber otras 100.000 especies de calcidoídeos.

Estos cálculos rebasan el total de especies descritas de Hymenoptera, lo que nos hace sospechar que el número real debe ser muchísimo mayor. Una primera aproximación al número supuesto de especies que pertenecen a los Hymenoptera Parasítica, generada a partir de estudios de campo, indica que representan entre el 6,5 y el 20% de todos los insectos del mundo, por lo que si hacemos caso a los cálculos estimados más fiables, resultaría ser un número situado entre los 170.000 y los 6 millones -**TABLA I**-. Así pues, con 50.000 especies descritas hasta el día de hoy, quedan todavía por descubrir entre el 75 y el 99%.

Ciertamente, los datos teóricos y experimentales apuntan a que este grupo supone, con gran probabilidad, casi la cuarta parte de todos los insectos que existen. Este hecho no es contrario a que la densidad específica sea muy baja. Stork (1988) encontró que en un bosque galería de Borneo, las hormigas capturadas ascendían a 4489 individuos y 99 especies, mientras que los Chalcidoidea por ejemplo, rondaban las 739 especies de las que 437 tenían un solo ejemplar y tan solo 8 más de diez.

En un estudio llevado a cabo en el Laboratorio de Entomología y Control de Plagas de la Universidad de Valencia acerca de la diversidad de Ichneumoninae (Hymenoptera; Ichneumonidae; Ichneumonidae) en campos de alfalfa se capturaron un total de 223 ejemplares distribuidos en 30 especies. En esta población se encontró un patrón típico en el que aparecían unas especies dominantes, controladoras naturales de plagas comunes de la alfalfa como *Plutella xylostella* L., *Spodoptera exigua* Hb., *Spodoptera littoralis* B., *Ostrinia nubilalis* Hüb., o *Sitona humeralis* Step., junto a especies con una representación escasísima -14 especies tenían un único ejemplar-, que habían accedido al cultivo para refugiarse en épocas de altas temperaturas.

En otro trabajo similar llevado a cabo en bosques de pino silvestre de la provincia de Teruel se encontraron un total de 83 especies sobre 232 ejemplares capturados. El patrón de distribución fue muy similar, con especies abundantes, controladores naturales de fitófagos que actuaban sobre la vegetación dominante y otras, menos frecuentes, que parasitan sobre plagas secundarias o especies que ni siquiera se pueden considerar como tales.

Esta representación tan exigua condiciona de una forma muy evidente su supervivencia; pequeñas distorsiones o alteraciones ambientales, que para otras especies no supondrían ningún problema, constituyen un peligro evidente que puede conducir a la extinción de algunas de ellas.

En esta línea, podemos encontrarnos con el caso de que tras hacer un muestreo de forma intensa en un determinado tipo de ecosistema, se encuentre un único ejemplar a partir del que se describe una nueva especie; o algún otro en el que se capture un individuo noventa años más tarde de su descripción y fuera de su localidad tipo (Selfa y Anento, 1996). En esta situación, y siguiendo los criterios propuestos por la UICN, estas especies debieran ser consideradas extintas (Wells *et al.*, 1984).

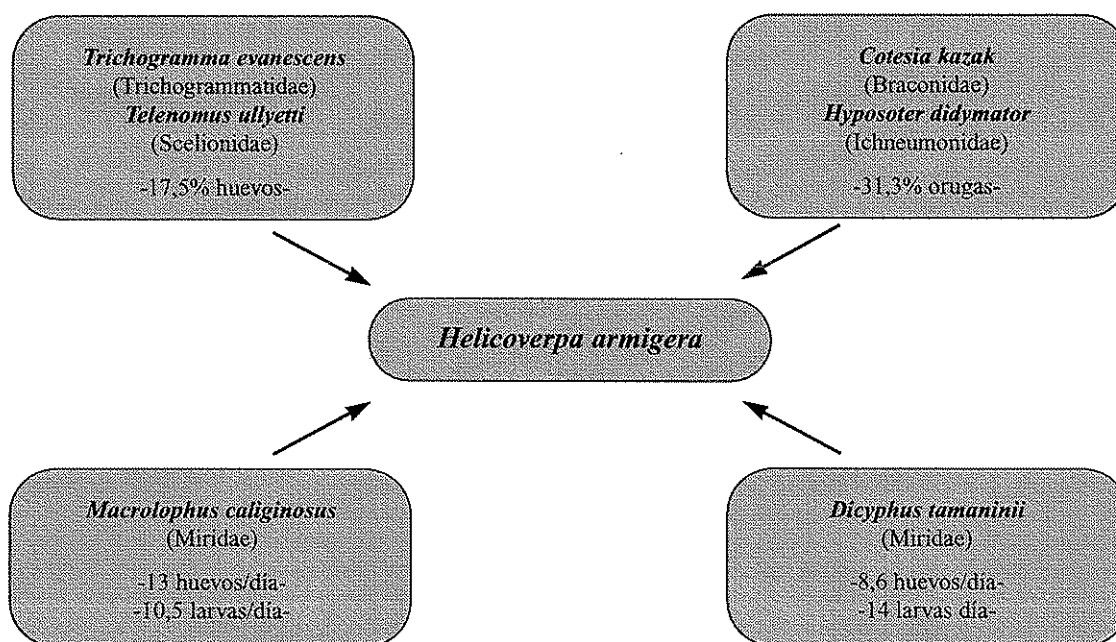
Pese a la baja densidad se les considera *especies clave* por su papel regulador del equilibrio de los ecosistemas. Sin ellas se producirían una serie de efectos en cascada que afectarían a todos los niveles tróficos situados bajo ellas. Determinadas ausencias de algunas de estas especies podrían suponer un masivo incremento en el tamaño de las poblaciones de sus hospedadores. Contribuyen, por tanto, a mantener a sus hospedadores con densidades medias/bajas y en una situación de competencia interespecífica que desemboca en valores globales de diversidad muy elevados para el conjunto de los insectos fitófagos. Evitan la aparición de plagas o minimizan sus consecuencias. Es precisamente este comportamiento el que los convierte en magníficas herramientas para los programas de control biológico de plagas en agroecosistemas y explotaciones forestales.

Hymenoptera Parasítica y control de plagas

En la actualidad, los himenópteros parasítica están considerados como el grupo más rentable e importante de todos los agentes de control. Greathead (1986) recopila nada menos que un total de 393 especies de parasitoides sometidas a programas de control de plagas de las que el 87%, o sea, 344 especies, son himenópteros con un probado nivel de eficacia desde hace tiempo. Así, Chen & Hung (1962), DeBach (1964) o Laing & Hamai (1976) son trabajos clásicos en los que especies de la familia Ichneumonidae se utilizan con buenos resultados en proyectos de biocontrol.

Este éxito ha sido traducido en numerosas ocasiones a parámetros económicos. Quizás uno de los ejemplos, también clásicos, lo constituya el control de *Antonina graminis* (Pseudococcidae) por *Neodusmetia sangwani* (Encyrtidae) (Dean *et al.*, 1979). En este programa, la inversión en el desarrollo del proyecto por la Estación de Agricultura Experimental de Texas ascendió a unos 200.000 dólares americanos, mientras que el beneficio estimado del tratamiento supuso en torno a 100 millones.

Lo que parece demostrado es que sobre una misma plaga no actúa un único parasitoide, si no que hay un entramado de especies que regulan la población. Asumido este



ESQUEMA 1. Lucha biológica en tomate (Barcelona). Parasitoides y Depredadores.

término, resulta fundamental poder definir qué especies tienen capacidad reguladora, o lo que es lo mismo, con qué recursos contamos en nuestro ecosistema.

Para conocer el complejo parasitario y estimar la eficacia del control de los recursos propios del arrozal valenciano sobre *Chilo suppressalis* (Pyralidae) el Laboratorio de Entomología y Control de Plagas de la Universidad de Valencia diseñó una campaña de muestreo durante varios años (Jiménez *et al.*, 1992). En este estudio encontraron un total de 61 especies de Parasitica; entre ellas destacó *Cotesia ruficrus* (Braconidae) que ataca al 'cucat' en áreas del sureste asiático pero no lo hace en nuestras latitudes, prefiriendo otras especies de Noctuidae. La única especie que se obtuvo a partir de las pupas del 'cucat' fue *Itopectis melanocephala* (Ichneumonidae) del que sí se sabe ataca otros pirálidos del mismo género (Serrano & López, 1994).

La bibliografía nos indica que sobre *Chilo suppressalis* parasitan *Trichogramma japonicum*, *T. chilonis*, *T. australicum* (Trichogrammatidae) y *Telenomus dignus* (Scelionidae) en el huevo (Hagen *et al.*, 1976); y *Pristomerus chilonis* (Ichneumonidae) (Kusigemati, 1983) o *Cotesia chilonis* y *Cotesia flavipes* (Braconidae) (Kajita & Drake, 1969) en la larva. En este sentido, y a la vista de que los parasitoides encontrados en la fauna autóctona no reunían las características deseadas para el control, Jiménez *et al.* (1992) recomendaban '...la introducción de algún parasitoide del cucat una vez hayan concluido los estudios sobre el impacto que estas especies pudieran ocasionar en el ecosistema'. El programa de biocontrol e introducción para el arrozal valenciano está, en la actualidad, en fase de experimentación.

Lo que resulta obvio es que para que un programa de control ofrezca resultados óptimos, hay que elegir el parasitoide adecuado y que en muchos casos hay que importarlo de otros ecosistemas, de otros países. Aquí, el debate parece centrarse en si lo conveniente es introducir una única especie o, por el contrario, resulta más satisfactorio la importación de varias.

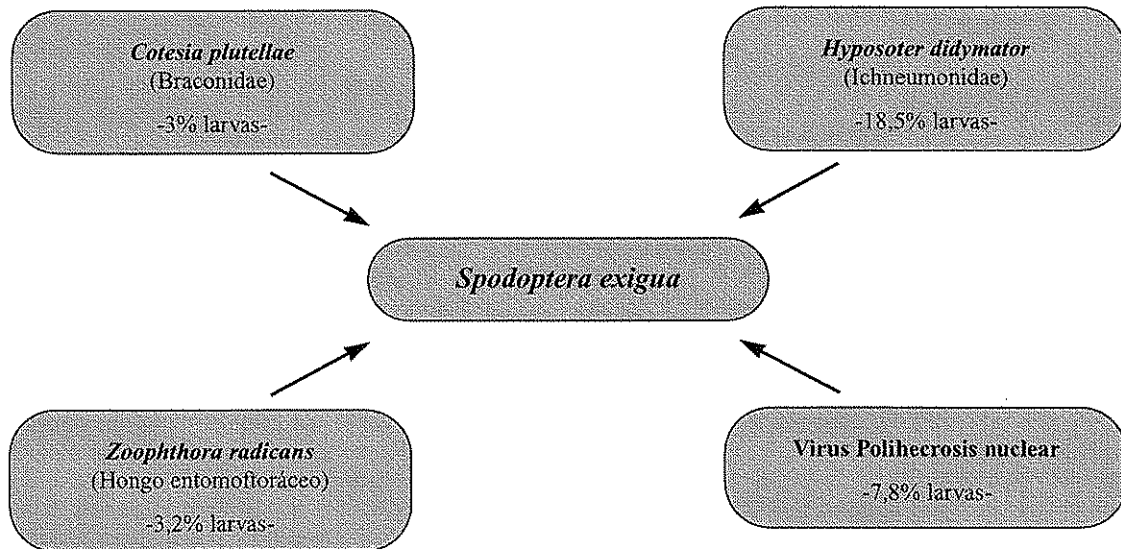
La simple observación de las relaciones que se establecen entre los hospedadores y los parasitoides en estado

natural nos sugiere que debe resultar más eficaz la incorporación de varias, ya que la mayor parte de los fitófagos están regulados por un complejo de parasitoides y depredadores (Hawkins, 1992). DeBach & Rosen (1991) incidieron sobre este punto argumentando que la posibilidad de introducir varios enemigos naturales facilita la elección del mejor parasitoide en cada caso; de igual modo la acción sinérgica de varias especies puede multiplicar la eficacia del control no habiendo razón para presuponer que la competencia interespecífica vaya en detrimento del programa.

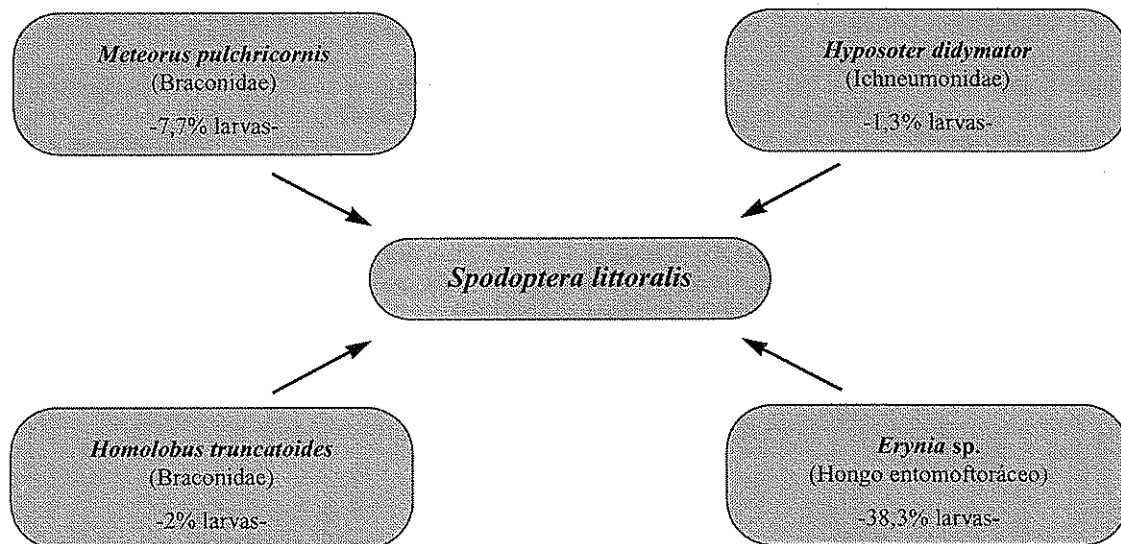
El caso del noctuido *Helicoverpa armigera* nos ilustra sobre la interacción de varios parasitoides y depredadores sin ocasionar problemas al programa de control -**ESQUEMA 1**-, reforzando de este modo, la idea de la idoneidad de incorporar varios parasitoides en vez de uno solo.

Esta plaga ataca en su fase larvaria flores, hojas y frutos de cultivo de tomate provocando graves daños. En estudios realizados en Barcelona (Izquierdo *et al.*, 1994) se identificaron parasitoides oófagos -*Trichogramma evanescens* y *Telenomus ullyetti*- y larvarios -*Cotesia kazak* y *Hyposoter dydimator*-. En los primeros, se observó que había una secuencia de sustitución en donde *T. ullyetti* actuaba en los momentos iniciales de la campaña, mientras que *T. evanescens* lo hacía en los finales. Se comprobó, en el caso de los parasitoides larvarios que era *C. kazak* la especie sobre la que recaía más del 80% del parasitismo detectado, mientras que *H. dydimator* actuaba tan sólo al principio de la campaña y de forma leve.

Un caso muy similar es el que se da en los cultivos de alfalfa. Este es un cultivo especialmente interesante como reservorio natural de himenópteros parasitoides en los meses más calurosos del año, a la vez que objeto de ataque de *Spodoptera exigua* y *Spodoptera littoralis*, dos noctuidos polífagos bien conocidos. Estudios llevados a cabo en Córdoba para definir los enemigos naturales de estas plagas -**ESQUEMAS 2 y 3**- volvieron a mostrar la eficacia de la acción conjunta de varios parasitoides (Caballero *et al.*, 1990 y Guimaraes *et al.*, 1995).



ESQUEMA 2. Lucha biológica en alfalfa (Córdoba). Parasitoides y Depredadores



ESQUEMA 3. Lucha biológica en alfalfa (Córdoba). Parasitoides y Depredadores

Cría en masa de parasitoides

El valor que poseen los parasitoides en la regulación de las plagas ha quedado claro en los puntos anteriores. Sin embargo, las cantidades idóneas para conseguir los niveles de control adecuado no son siempre las deseadas en los ambientes naturales. Esto ocurre sobre todo con la agricultura intensiva donde la alteración del medio ambiente proporciona las condiciones ideales para la reproducción y desarrollo de ciertas plagas. Un método para conseguir el equilibrio deseado entre la plaga y sus enemigos naturales es la producción y suelta de parasitoides en condiciones controladas.

La cría en masa de insectos útiles la podemos definir como la cría de insectos en número suficiente para realizar el control efectivo de una plaga. Se ha fijado un número mínimo de individuos a criar para poder llamarla de esta manera, de modo que sería la producción de un millón de veces la descendencia media de la hembra durante el tiempo requerido

para el ciclo de una generación. Esto se justifica por las condiciones particulares que se deben reunir para la cría en masa, que difieren sustancialmente de las utilizadas en la cría para uso doméstico, de investigación o experimental, en donde se consiguen de 10 a 20 generaciones.

El problema surge cuando no se encuentran técnicas de cría para muchas especies de parasitoides que podrían ser interesantes en control de plagas. Efectivamente, el escaso conocimiento que se tiene de la biología de la mayor parte de las especies, restringe enormemente nuestras posibilidades. Así, podríamos dar otra definición de cría en masa según este criterio: 'es el procedimiento experto y altamente refinado de cría de una especie entomófaga, su hospedador y el sustrato-planta o dieta artificial-, a través de técnicas de insectario, para conseguir la producción de millones de insectos beneficiosos'.

Para justificar esta técnica podríamos proponer que:

- Es una alternativa viable, incluso necesaria, a los plaguicidas. Sobre todo para la puesta en marcha de programas de agricultura biológica e integrada.
- Es una actividad que contribuye a la mejora medioambiental. Por una parte, en los procesos de producción no se contamina con vertidos peligrosos como ocurre en la producción de productos químicos y por otra, respeta la biodiversidad agrícola.
- Muchas plagas adquieren resistencia a los plaguicidas y es necesario que algo los sustituya; los insectos útiles pueden ser unos buenos candidatos.
- No existe peligro de toxicidad para el aplicador cuando se realizan las sueltas.
- Tampoco hay problemas de residuos tóxicos en el producto agrícola con la utilización de fauna útil por lo que no hay ningún peligro para los consumidores. Esto favorece una mejora en la calidad de los alimentos.
- No hay riesgo de efectos secundarios, como ocurre con algunos productos químicos que controlan una plaga y favorecen la aparición de otras.
- La cría en masa permite la suelta de un número suficiente de individuos para colonizar una zona determinada, disponer de material para colonizar una variedad de medios diferentes en una región y repetir las colonizaciones en el tiempo tantas veces como sea necesario.

Tradicionalmente, la selección de la especie para la cría se basaba en la facilidad para manejarla y reproducirla; sin embargo, es importante tener en cuenta otros factores, como la habilidad de búsqueda, la preferencia hacia el hospedador, la especificidad o la adaptación al medio ambiente. También tienen importancia aspectos

tales como el almacenaje, el transporte, y los sistemas de suelta.

Los atributos de un parasitoide para ser candidato a la utilización en la lucha biológica son:

- Sincronismo con la plaga.
- Se tiene que reproducir, desarrollar y emigrar bajo las condiciones de suelta.
- Facilidad de criar en masa.
- Preferencia por la especie plaga.
- Máximo potencial reproductivo.
- Buena respuesta a la densidad de plaga.
- No atacar a otros insectos útiles ni influir en su acción.

En los casos de introducción de especies exóticas el manejo es más complejo y cada especie necesita ser criada durante al menos una generación como medida de cuarentena para evitar hiperparasitoides. Para que el programa sea efectivo se necesita una pequeña muestra de algunos individuos, pudiendo realizarse, incluso, con tan solo una hembra. El inconveniente reside en que estas primeras generaciones con tan pocos individuos, tienen un gran deterioro genético; ello, unido a unas condiciones de cría artificiales con temperaturas elevadas y constantes, puede provocar alteraciones en la biología y comportamiento, que debemos tener en cuenta a la hora del establecimiento de la nueva especie en el ecosistema.

La cría será más o menos grande en función del poder de aclimatación y eficacia que consiga la especie exótica introducida; puede actuar eficientemente y establecerse en las nuevas áreas con sólo una pequeña colonización, o bien puede resultar imprescindible realizar repetidas colonizaciones.

Las especies de himenópteros que se crían en masa con más frecuencia pertenecen a los géneros que se exponen en la TABLA II.

TABLA II
Especies de himenópteros criados en masa y plaga que controlan

Género	Familia	Plaga que controlan
<i>Encarsia</i>	Aphelinidae	Moscas blancas
<i>Diglyphus</i>	Eulophidae	Dípteros minadores
<i>Dacnusa</i>	Braconidae	Dípteros minadores
<i>Cales</i>	Aphelinidae	Mosca blanca en cítricos
<i>Aphidius</i>	Aphidiidae	Pulgones
<i>Aphelinus</i>	Aphelinidae	Pulgones
<i>Trichogramma</i>	Trichogrammatidae	Lepidópteros
<i>Opius</i>	Braconidae	Moscas de frutas
<i>Aphitis</i>	Aphelinidae	Piojo Rojo de San José
<i>Metaphicus</i>	Encyrtidae	Caparretas
<i>Leptomastix</i>	Encyrtidae	Cochinilla algodonosa

Como se ha comentado anteriormente, el objetivo principal de una cría en masa es el de conseguir un control efectivo. Quizás lo más importante sea acertar en la elección de la especie adecuada. Pero existen otros factores que influirán en la eficacia del parasitoide:

- Conocimiento de los principales parámetros ecológicos que se dan en la interacción entre el parasitoide a soltar y la plaga a controlar. Si tomamos una comunidad compleja

como puede ser la que existe en un campo de alfalfa, encontramos relaciones tróficas de todo tipo; desde la fitofagia -pulgón sobre alfalfa- hasta parasitismo de tercer grado -hiperparasitoides secundarios-; también hay predación, y en muchas especies una autorregulación en función de la densidad.

- Habilidad en la cría, para obtener cantidades de insectos en la época adecuada y en número suficiente, y además con calidad.

- Habilidad en el almacenaje, transporte y suelta de los parasitoides de tal forma que logren ser competentes en el entorno donde tienen que actuar.

Protección de himenópteros parasitoides; un recurso para el control de plagas

A pesar de su numerosa representación, el estudio de los Hymenoptera Parasítica ha ido muy por detrás del de otros grupos como Coleoptera y Lepidoptera. Consecuencia lógica es que al plantear actuaciones legislativas de protección de especies, los Hymenoptera en conjunto hayan quedado relegados a un segundo plano.

El Convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural de Europa -más conocido como Convenio de Berna- recoge 22 especies de insectos y una de arácnidos conocidas para España, pero ninguna de ellas es un Hymenoptera. El Convenio relativo al Comercio de especies amenazadas de fauna y flora silvestres -Convenio CITES- recoge una especie que está presente en España, *Parnassius apollo*. El Convenio acerca de la conservación de las especies migratorias de animales silvestres -Convenio de Bonn- recoge una única especie presente en España, *Danaus plexippus*.

La Directiva (92/43/CEE) relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres así como su posterior trasposición a la legislación española, mediante el Real Decreto 1997/1995 por el que se establecen medidas para garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y la fauna silvestres, hace mención a 36 especies de insectos pertenecientes a los órdenes Coleoptera, Lepidoptera, Dytioptera, Odonata y Orthoptera.

El Real Decreto 439/1990 por el que se regula el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas no recoge ningún insecto en su lista. Como la Ley 4/89 faculta a las Comunidades Autónomas para la elaboración de catálogos de especies amenazadas han aparecido varios casos en los que se definen listados de especies de insectos, pero en ningún

caso aparece himenóptero alguno hasta la fecha. En cualquier caso, la inclusión de una especie en un listado sin las correspondientes medidas para la protección de su hábitat, resulta poco eficaz.

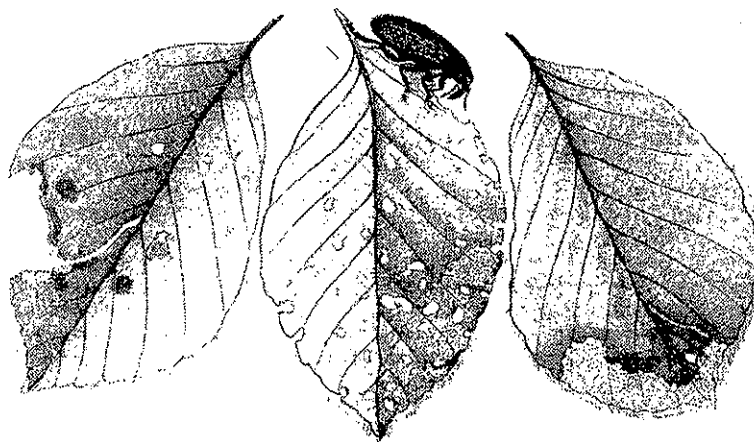
Como era lógico, en el resto de Europa y debido a una mayor tradición en el estudio de este orden, los himenópteros sí están incluidos en muchos listados. Una iniciativa del Centro de Seguimiento de la Conservación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN) llevó a incluir en una base de datos todas las citas disponibles de las especies de Hymenoptera protegidas y elaborar un cuadro sinóptico (ANEXO II).

Esta línea, además de ser la tónica habitual, denota un profundo desconocimiento del papel que desempeñan los himenópteros en el equilibrio de los ecosistemas. Es del todo fundamental conservar, y posteriormente estudiar, los himenópteros parasitoides autóctonos como una medida de seguridad para regular las plagas actuales y las del futuro. Es conocido el caso de la invasión de la mosca blanca japonesa *Parabemisia myricae*, en California durante los años 70; para su control se importaron más tarde dos especies de parasitoides por imposibilidad de control por agentes locales. Tiempo más tarde se encontró un afelinido local -Chalcidoidea-, que era capaz de regular las poblaciones de la plaga de una forma altamente eficaz.

Sin duda alguna, este ejemplo debe servir para valorar en su justa medida los recursos genéticos propios, abundar en el estudio básico de este grupo y continuar con la experimentación de campo.

Agradecimiento

Los autores quieren expresar su agradecimiento a Francisco Luna por la cesión de los datos incluidos en su ponencia del **II Curso de Control de Plagas: Uso de Parasitoides** celebrada en el Universidad de Verano de Teruel, en Julio de 1997.



Referencias

- ACHTENBERG, C. Van. 1984. Essay on the phylogeny of Braconidae. *Entomologist Tidskrift*, **105**: 41-58.
- ASKEW, R. R. 1971. *Parasitic insects*. H.E.B. London.
- ASKEW, R. R. y SHAW, M. R. 1986. Parasitoids communities: their size, structure and development. In Waage, J. and Greathead, D. (Ed.) *Insects Parasitoids*. Academic Press, London. pp: 225-264.
- BEGON, M., HARPER, J. y TOWNSEND, C. 1988. *Ecología; individuos, poblaciones y comunidades*. Ed. Omega. Barcelona.
- CABALLERO, P., VARGAS-OSUNA, E., ALDEBIS, H. y SANTIAGO-ÁLVAREZ, C. 1990. Parásitos asociados a poblaciones naturales de *Spodoptera littoralis* B. y *Spodoptera exigua* Hb. (Lepidoptera; Noctuidae). *Bol.San.Veg. Plagas*, **16**: 91-96.
- CARRERO, J. M. 1996. *Lucha integrada contra las plagas agrícolas y forestales*. Ed. Mundi Prensas. Madrid.
- CHEN, C. y HUNG, T. 1962. Experimental results of introducing parasitic wasp and a fly for controlling sugar-cane borers from India into Taiwan in 1961-1962. *J. Agric.Asoc. China*, **40**: 63-67.
- DEAN, H., SCHUSTER, M., BOLING, J. y RIHERD, P. 1979. Complete Biological Control of *Antonina graminis* in Texas with *Neodusmetia sangwani*. *Bull. Ent. Soc of America*, **25**: 262-267.
- DEBACH, P. 1964. *Biological control of insects pest and Weeds*. Reinhold. New York.
- DEBACH, P. y ROSEN, D. 1991. *Biological control by natural enemies*. Ed. Cambridge University Press. U.K.
- ERWING, T. L. 1982. Tropical forest: their richness in Coleoptera and other arthropod species. *Coleopterist's Bulletin*, **35**: 56-68.
- GAULD, I. y BOLTON, B. (De.) 1988. *The Hymenoptera*. British Museum & Oxford University Press. U.K.
- GOULET, H. y HUBERT, J. (ed.). 1993. *Hymenoptera of the world: an identification guide to families*. Agriculture Canada. Ontario.
- GREATHEAD, D. 1996. Parasitoids in classical biological control. In Waage, J. and Greathead, D. (Ed.) *Insects Parasitoids*. Academic Press, London. pp: 289-318.
- GUIMARAES, F., VARGAS-OSUNA, E., MARACAJÁ, P. y SANTIAGO-ÁLVAREZ, C. 1995. Presencia de *Spodoptera exigua* Hb. (Lep.; Noctuidae) y sus agentes bióticos asociados en la provincia de Córdoba. *Bol.San.Veg. Plagas*, **21**: 641-646.
- HAGEN, K., VICTOROV, G., YASUMATSU, K., y SCHUSTER, M. 1976. Biological control of pests of range, forage and grain crops. In: Huffaker & Messenger Ed., *Theory and practice of biological control*. pp: 397-442.
- IZQUIERDO, J., SOLANS, P. y VITALE, J. 1994. Parasitoides y depredadores de *Helicoverpa armigera* (Hübner) en cultivos de tomate para consumo en fresco. *Bol.San.Veg.Plagas*, **20**: 521-530.
- JIMENES, R., FALCÓ, J., GIMENO, C., MORENO, J., SELFA, J. y SERRANO, C. 1992. Lucha biológica contra *Chilo suppressalis* Walker (Lep.Pyralidae). I: Estudio del complejo parasitario del arroz valenciano. *Boln.San.Veg. Plagas*, **18**: 201-212.
- HAWKINS, B. 1992. Refuges, host population dynamics and the genesis of parasitoid diversity. In Lasalle and Gauld (Ed.). *Hymenoptera and Biodiversity*. CAB International U.K. pp: 235-256.
- HOLLOWAY, J. D. y STORK, N. E. 1991. The dimensions of diversity: the use of invertebrates as indicators of man's impact. In Hawksworth, D. (ed.). *Biodiversity of microorganisms and invertebrates and its role in sustainable agriculture*. CAB International U.K. pp: 37-61.
- KAJITA, H. y DRAKE, E. 1969. Biology of *Apanteles chilonis* and *Apanteles flavipes* (Hym., Braconidae) parasite of *Chilo suppressalis*. *Mushi*, **42**: 163-179.
- KUKALOVÁ-PECK, J. 1991. Fossil history and the evolution of hexapod structures-. In: *The insects of Australia. A text book for students and research workers*. Melbourne. pp: 141-179.
- KUGISEMATI, K. 1983. Description of two new ichneumonflies (Hymenoptera) parasitic on economic host from Nepal. *Kontyû*, **56**(4): 812-816.
- LASALLE, J. 1992. Parasitic Hymenoptera, Biological Control and Biodiversity. In Lasalle and Gauld (Ed.). *Hymenoptera and Biodiversity*. CAB International U.K. pp: 197-215.
- LASALLE, J. y GAULD, I. 1991. Parasitic Hymenoptera and the biodiversity crisis. *Redia*, **74**: 315-334.
- LASALLE, J. y GAULD, I. 1992. Hymenoptera: Their diversity and their impact on the diversity of other organisms. In: Lasalle and Gauld (Ed.). *Hymenoptera and Biodiversity*. CAB International U.K. pp: 1-26.
- LIANG, J. y HAMAL, J. 1976. Biological control of insects pest and weeds by imported parasites, predators and pathogens. In: Huffaker and Messenger (Ed.). *Theory and Practice of Biological Control*. pp: 685-743.
- MARGALEF, R. 1995. *Ecología*. Ediciones Omega S.A. 8ª Edición. Barcelona.
- NOYES, J. S. 1978. On the numbers of genera and species of Chalcidoidea in the world. *Entomologists Gazette*, **29**: 163-164.
- SELFA, J. y ANENTO, J. 1995. On the taxonomy of the *Platylabus famelicus* (Berthoumieu, 1903) (Hymenoptera: Ichneumonidae: Ichneumoninae: Ichneumonini). *Mitt. Münch. Ent. Ges.*, **85**: 113-118.
- SERRANO, C. y LÓPEZ, J. 1994. Biology of Pimplinae parasites of *Chilo suppressalis* Walker (Lepidoptera; Pyralidae). *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*. Supplement **16**: 414.
- STORK, N. E. 1988. Insect diversity: facts and speculation. *Biological Journal of the Linnean Society*, **35**: 321-337.
- TOWNES, H. 1969. *The genera of Ichneumonidae*. Part 1. Memoirs of the American Entomological Institute. N° 11.
- WELLS, S., PYLE, R. y COLLINS, N. 1984. *The IUCN invertebrate red data book*. IUCN. Glend. Switzerland.
- WILSON, E. O. 1988. The current state of biological diversity. In: Wilson, E. (ed.). *Biodiversity*. National Academy Press. pp: 3-18.

ANEXO I

Relación de familias y superfamilias del Orden Hymenoptera *sensu* Goulet & Hubert (1993). Después de cada una de ellas se explicita el modo general de desarrollo de la mayoría de sus especies; así **P: Parasitoide**, **F: Fitófago**, **Pr: Predador**, **Po: Polen** y **?: Desconocido** (Lasalle & Gauld, 1992).

SYMPHYTA	
Superfamilia	Familia/Tipo de desarrollo
Cephoidea	Cepidae / F
Megalodontoidea	Megalodontinae / F
	Pamphilidae / F
Orussoidea	Orussidae / P
Siricoidea	Siricidae / F
Tenthredinoidea	Argidae / F
	Blasticotomidae / F
	Cimbicidae / F
	Diprionidae / F
	Pergidae / F
	Tenthredinidae / F
Xyeloidea	Xyelidae / F
APOCRITA (Aculeata)	
Apoidea -Apiformes-	Andrenidae / Po
	Anthoporidae / Po
	Apidae / Po
	Colletidae / Po
	Ctenoplectridae / Po
	Fideliidae / Po
	Halictidae / Po
	Megalichilidae / Po
	Melittidae / Po
	Oxaeidae / Po
Apoidea -Spheciformes-	Ampulicidae / Pr
	Astatidae / Pr
	Crabronidae / Pr
	Heterogynidae / Pr
	Mellinidae / Pr
	Nyssonidae / Pr
	Pemphredonidae / Pr
	Philanthidae / Pr
	Sphecidae / Pr
	Stenotritidae / P
Chrysidoidea	Bethylidae / P
	Chrysididae / P
	Dryinidae / P
	Embolemidae / P
	Plumariidae / P
	Sclerogibbidae / P
	Scolebythidae / P
	Stenotritidae / P
	Stenotritidae / P
	Stenotritidae / P
Vespoidea	Bradybaenidae / ?
	Formicidae / PF
	Mutillidae / P
	Pompilidae / Pr
	Rhopalosomatidae / P
	Sapygidae / P
	Scoliidae / P
	Sierolomorphidae / ?
	Tiphidae / P
	Vespidae / Pr

APOCRITA (Parasítica)	
Superfamilia	Familia/Tipo de desarrollo
Ceraphronoidea	Ceraphronidae / P
	Megaspilidae / P
Chalcidoidea	Agaonidae / A
	Aphelinidae / P
	Chalcididae / P
	Elasmidae / P
	Encyrtidae / P
	Eucharitidae / F,P
	Eulophidae / F,P
	Eupelmidae / P
	Eurytomidae / P
	Leucospidae / P
	Myrmaridae / P
	Ormyridae / P
	Perilampidae / P
	Pteromalidae / P
	Rotoidae / ?
	Signiphoridae / P
	Tanaostigmatidae / F
	Tetracampidae / P
	Torymidae / T,P
	Trichogrammatidae / P
Cynipoidea	Charipidae / P
	Cynipidae / PF
	Eucoliidae / P
	Figitidae / P
	Ibaliidae / P
	Liopteridae / P
Evanioidea	Aulacidae / P
	Evaniidae / P
	Gasteruptidae / P
Ichneumonoidea	Braconidae / P
	Ichneumonidae / P
Megalyroidea	Megalyridae / P
Mymarommatoidea	Mymaromatidae / ?
Platygastridae	Platygastridae / P
	Scelionidae / P
Proctotrupeoidea	Austroniidae / P
	Diapriidae / P
	Heloridae / P
	Monomachidae / P
	Pelecniidae / P
	Peradeniidae / ?
	Proctotrupidae / P
	Roproniidae / P
	Vanhorniidae / P
Stephanoidea	Stephanidae / P
Trigonalyoidea	Trigonalyidae / P

ANEXO II

Citas disponibles de las especies de Hymenoptera protegidas

Leyenda: Au.-Austria. Be.-Bélgica. Ch.-Checoslovaquia. Fi.-Finlandia. Al. Alemania. It.-Italia. Ma.-Malta. No.-Noruega. Su.-Suecia. Sz.-Suiza. In.-Reino Unido. Ru.-Rusia. En sombreado las familias con especies parasitoides.

	AU	BE	CH	FI	AL	IT	MA	NO	SU	SZ	IN	RU
SYMPHYTA												
Argidae	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
Blasticotodomidae	-	-	-	-	6	-	-	1	-	-	-	-
Cephidae	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Cimbicidae	7	2	-	1	154	-	-	-	-	-	-	-
Diprionidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Megalodontidae	-	1	-	1	15	-	-	1	-	-	-	-
Orussidae	-	-	-	1	7	-	-	-	1	-	-	-
Pamphilidae	-	3	-	1	12	-	-	-	-	-	-	-
Siricidae	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-
Tenthredinidae	-	-	-	1	10	-	-	-	-	-	-	-
Xiphydiidae	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	1
Xyelidae	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-
APOCRITA												
Andrenidae	-	2	-	-	64	-	-	-	-	-	-	14
Anthophoridae	-	2	-	-	55	-	-	-	-	-	-	11
Apidae	-	-	2	8	49	-	-	-	-	-	-	14
Braconidae	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Chrysididae	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-
Colletidae	-	-	-	-	126	-	-	-	-	-	-	34
Cynipidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Encyrtidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Eucharitidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Formicidae	3	2	1	2	53	-	-	2	-	-	-	-
Halictidae	-	2	-	-	19	-	-	-	-	-	-	5
Ibalidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Ichneumonidae	-	23	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-
Masariidae	1	-	-	-	6	-	1	1	1	-	1	-
Megachilidae	-	6	-	-	5	-	-	-	-	-	1	2
Mellitidae	-	1	-	-	59	-	-	-	-	-	-	24
Mutillidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Pompilidae	-	6	-	1	5	-	-	1	-	-	-	-
Pteromalidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Sapygidae	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
Scolidae	-	-	-	-	61	2	1	6	7	7	12	2
Sphecidae	74	6	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Tiphidae	-	1	-	-	37	-	-	-	-	-	9	-
Trichogrammatidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Tryphonidae	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
Vespididae	3	2	-	1	29	-	-	-	-	1	8	-