

Avispas parasitoides: historia, ecología e impacto en la sociedad

Sergio Zapata-Martínez¹ y Susana Maza-Villalobos^{1*}

¹ El Colegio de La Frontera Sur, Departamento Conservación de la Biodiversidad

* Dirección para correspondencia: sumaza@ecosur.mx

En la naturaleza existen seres sorprendentes, invisibles a simple vista, pero llenos de historia y evolución. A lo largo de millones de años, en la Tierra han existido animales tan extraños que parecieran sacados de películas de ciencia ficción como *Alien*, de Ridley Scott, o de los más terroríficos libros de H. P. Lovecraft. Sin embargo, los parasitoides, a diferencia de los seres “indescriptibles” del autor de *Providence*, son reales y pavorosamente abundantes y diversos. Aunque los entomólogos que estudiamos y conocemos bien a estos fascinantes insectos los encontramos particularmente interesantes, estos animales son limitadamente conocidos para el resto del mundo. La gran mayoría de los parasitoides se encuentran dentro de los himenópteros (grupo que comprende a las abejas, hormigas y avispas), aunque también existen en otros grupos de insectos como el de los dípteros (moscas).

Los parasitoides se encuentran en un punto medio entre un parásito y un depredador. A diferencia de los parásitos, que se alimentan de un huésped sin matarlo, los parasitoides matan a sus huéspedes. Cuando son adultos, los parasitoides buscan y cazan activamente a sus huéspedes de manera similar a un

depredador. Una vez que la encuentran, los parasitoides ponen uno o varios huevos sobre o dentro de su huésped (normalmente otro insecto o araña) para que, al emerger, la larva del parasitoide se alimente de él (Figura 1A).

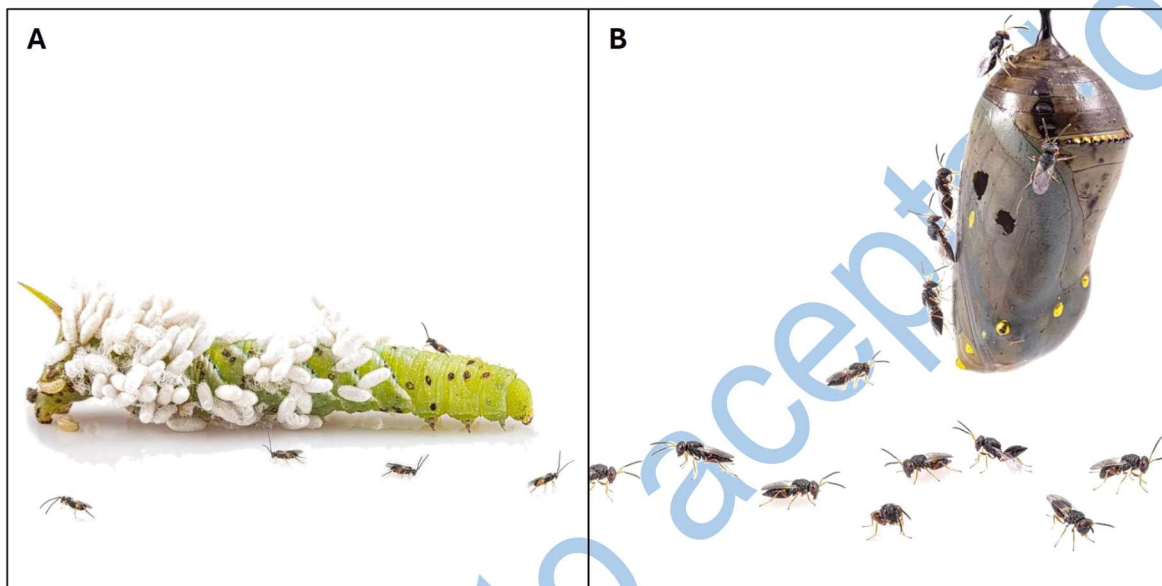


Figura 1. A) Avispa parasitoide (*Cotesia congregata*) parasitando al gusano cornudo del tabaco (*Manduca sexta*). *Cotesia congregata* inyecta y deposita sus huevos junto con sus virus, que suprimen el sistema inmunitario de la oruga para que las larvas puedan alimentarse sin problemas. Antes de pupar, las larvas salen del hospedador masticando su cutícula y tejen capullos en su espalda para emerger como adultos. **B)** Avispas de la especie *Pteromalus cassotis* emergiendo de una pupa de mariposa monarca (*Danaus plexippus*). Estos parasitoides ponen múltiples huevos en las pupas de una sola mariposa; tras consumirla por dentro, pupan en su interior y, para salir como adultos, mastican el cascarón de la mariposa para crear orificios. Imágenes: Sloan Tomlinson.

Los parasitoides mantienen cuidadosamente vivos a sus huéspedes durante un tiempo mientras se alimentan de la hemolinfa (fluido equivalente a la sangre y linfa de los vertebrados) o los tejidos del huésped, hasta que están a punto de completar su propio desarrollo. Posteriormente, la larva se transformará a su vez en

un parasitoide adulto que emergerá de su huésped para repetir este aterrador y alucinante ciclo de vida (Figura 1B).

A diferencia de la mayoría de los depredadores, que pueden atacar a muchos tipos diferentes de presas, las avispas parasitoides a menudo prefieren a unas pocas. Esto da lugar a un proceso de coevolución; es decir, un vínculo evolutivo muy estrecho en el que, a lo largo de millones de años, tanto los parasitoides como sus huéspedes se han adaptado el uno al otro en una relación que se mantiene hasta nuestros días. Estas adaptaciones evolutivas no se limitan a actuar solo en sus huéspedes; así como nosotros tenemos microbiota asociada a nuestro estómago, los parasitoides poseen virus en sus glándulas de veneno para manipularlos. Los virus simbióticos y el veneno que se inyectan junto con los huevos de la avispa parasitoide suprimen las respuestas inmunitarias del huésped y aumentan la supervivencia de la larva del parasitoide; es decir, desarman a su presa de cualquier defensa (Burke y Sharanowski, 2024).

En 1860, Charles Darwin llegó a escribirle a su colega, también naturalista, Asa Gray: "No puedo persuadirme de que un Dios benéfico y omnipotente hubiera creado los Ichneumonidae [familia de avispas parasitoides también conocidas como las avispas de Darwin. Nota de los autores] con la intención expresa de que se alimentaran dentro de los cuerpos vivos de las orugas". Si bien la carta a Gray refleja el desconcierto de Darwin ante tal forma de vida y su conflicto interior sobre el sufrimiento en el mundo natural, también despertó su asombro e influyó en la teoría de la selección natural (van Lenteren, 2005). La pavorosa, aunque eficiente,

estrategia de estos insectos es el resultado del proceso de adaptación y evolución. Las maneras en que los parasitoides manipulan y utilizan a sus huéspedes para alimentarse son muy variadas. Es más, su éxito evolutivo es tal que alrededor del 75 al 80 % de todos los himenópteros descritos son parasitoides. Estos seres han existido desde hace más de 225 millones de años, apareciendo y evolucionando a la par de los dinosaurios. Desde entonces, el éxito de estos insectos y su estrategia de desarrollo, adaptación y especialización a diferentes huéspedes los ha llevado a ser uno de los grupos más diversos del planeta (Blaimer *et al.*, 2023).

Los parasitoides son de vital importancia, pues su particular forma de vida mantiene a las poblaciones de otros insectos bajo control, y la agricultura se ha beneficiado de su existencia. El descubrimiento del parasitismo en el siglo XI en China y posteriormente en Europa en el siglo XVII condujo al uso altamente exitoso y ambientalmente seguro de cientos de especies de parasitoides en el control moderno de plagas. Si bien el auge de los plaguicidas en la época de la revolución industrial separó rápidamente la producción agrícola de la ecología, y los insecticidas químicos pasaron a sustituir la acción de los enemigos naturales, en muchas partes del mundo el control biológico mediante el uso de enemigos naturales (incluyendo a las avispas parasitoides) está volviendo a tener relevancia (Van Lenteren, 2005). Pero los parasitoides no se encuentran solo en los campos agrícolas o los ecosistemas naturales. Los podemos encontrar incluso en nuestras casas y jardines. Por ejemplo, *Evania appendigaster*, una de las quizás más famosas avispas parasitoides, tiene como huéspedes las ootecas (sacos

especializados de huevos) de cucarachas y se puede observar ocasionalmente en las cocinas, baños o coladeras de las ciudades (Figura 2).

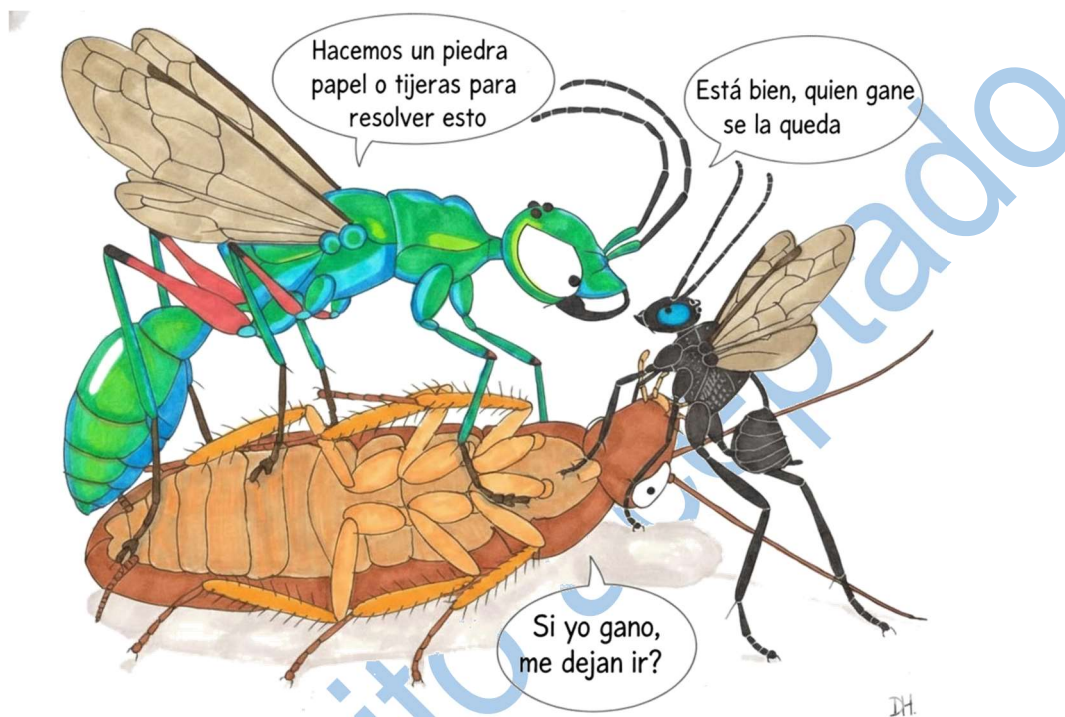


Figura 2. Avispas parasitoides de diferente especie peleando por un mismo huésped, una cucaracha casera. Imagen: Devon Henderson, con traducción autorizada (Sergio Zapata-Martínez).

Otras aplicaciones

Los parasitoides, además de su importancia en la agricultura y en nuestras casas para controlar plagas, también han despertado la curiosidad en otros campos de las ciencias. Estos insectos inspiran a los investigadores para desarrollar nuevos instrumentos para la industria robótica y la medicina. Empezando por su tamaño: otra de las razones por las que no son tan conocidos es porque la gran mayoría son

extremadamente pequeños. Familias como las “avispas de Darwin” (Ichneumonidae) pueden tener especies con tamaños dispares, que van desde centímetros, hasta apenas milímetros de largo (Figura 3).

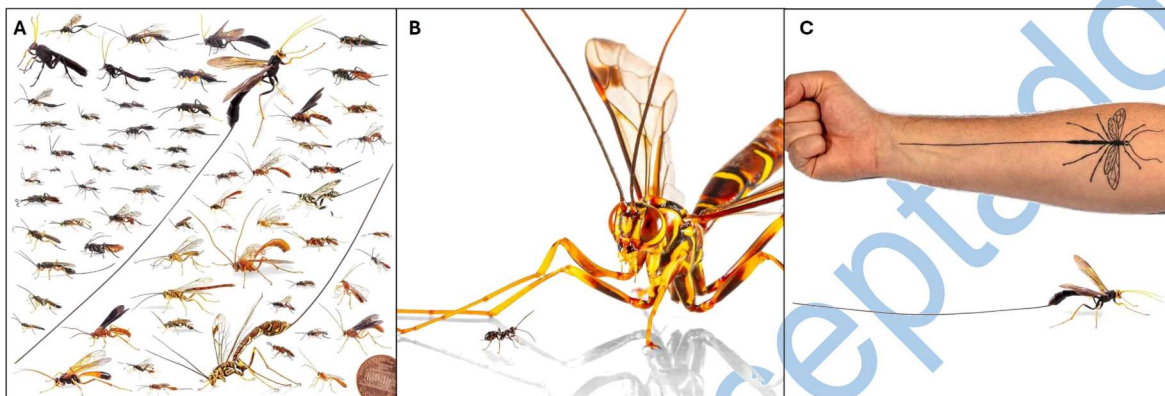


Figura 3. Diversidad. **A)** Diversidad de avispas parasitoides de la familia Ichneumonidae, una de las familias de animales más diversas, con más de 30,000 especies descritas en todo el mundo y, según estimaciones, quizás 100,000 especies faltan por descubrirse. **B)** Su diversidad también se refleja en el tamaño. A pesar de ser parientes cercanos, *Gelis* sp. mide apenas unos 3-5 mm, mientras que *Megarhyssa macrurus* puede medir más de 130 mm contando el largo de su ovipositor (la estructura a manera de aguja por la cual inyecta sus huevos a su presa). **C)** *Megarhyssa atrata*, es conocida por tener el ovipositor más largo de todos los insectos, tan largo como el antebrazo de una persona adulta, es decir hasta 13 cm. Imágenes: Sloan Tomlinson.

Otras familias enteras de avispas llegan a medir menos de un milímetro de largo, como Mymaridae y Trichogrammatidae, e incluso especies como *Megaphragma mymaripenne* pueden llegar a ser prácticamente microscópicas (Figura 4). Una de las preguntas que se hacen los científicos es: si el tamaño mínimo del cuerpo de los insectos está limitado por condicionantes físicas, fisiológicas y estructurales, ¿cómo consiguen ser tan pequeños? En primer lugar, la miniaturización (es decir, la reducción del tamaño corporal, pero manteniendo su

función) es el resultado de varios escenarios evolutivos, como la colonización de microhábitats, la adquisición del modo de vida parasitario o la reducción del tiempo de desarrollo como resultado de un entorno rápidamente cambiante (Sidebottom *et al.*, 2025).

Neurobiología. A medida que los animales evolucionan para ser más pequeños, se enfrentan a muchos problemas funcionales y de espacio que afectan a sus estructuras sensoriales, locomotoras y otras internas. Por ejemplo, el sistema nervioso de los insectos muy pequeños es de especial interés, pues posee características únicas al maximizar su capacidad funcional en un espacio reducido. Se ha encontrado que las avispas adultas de *Megaphragma mymaripenne* contienen no más de 372 neuronas; incluso comparado con una mosca o una abeja, su número de neuronas es menor al 0.1 %. Estos hallazgos generan preguntas interesantes como: ¿cuáles son las consecuencias de la miniaturización para el procesamiento de la información dentro del sistema nervioso? o ¿cuáles son los límites de la miniaturización? Responder estas preguntas tiene implicaciones y aplicaciones en la computación y la robótica moderna (Polilov, 2012).

Aerodinámica. De un modo u otro, el diseño de los vehículos voladores fabricados por el hombre ha tenido inspiración en animales como las aves. En el mundo de la microrrobótica, los diminutos parasitoides desafían las limitaciones del vuelo, pues a escalas tan pequeñas los gases en el aire se comportan como un fluido “viscoso”. Por tanto, no es de extrañar que estos diminutos insectos adopten morfologías únicas en respuesta a los retos medioambientales. De hecho, estos

insectos presentan alas particulares en forma de peine que emplean como remo, con un movimiento particular más parecido a nadar que a volar (Figura 4C). Las cerdas en sus alas pueden haber evolucionado como un diseño novedoso que proporciona múltiples funciones de micromecánica y aerodinámica, y este diseño puede aportar ideas innovadoras para el desarrollo en la ingeniería (Jiang *et al.*, 2022; Lin y Reis, 2022).

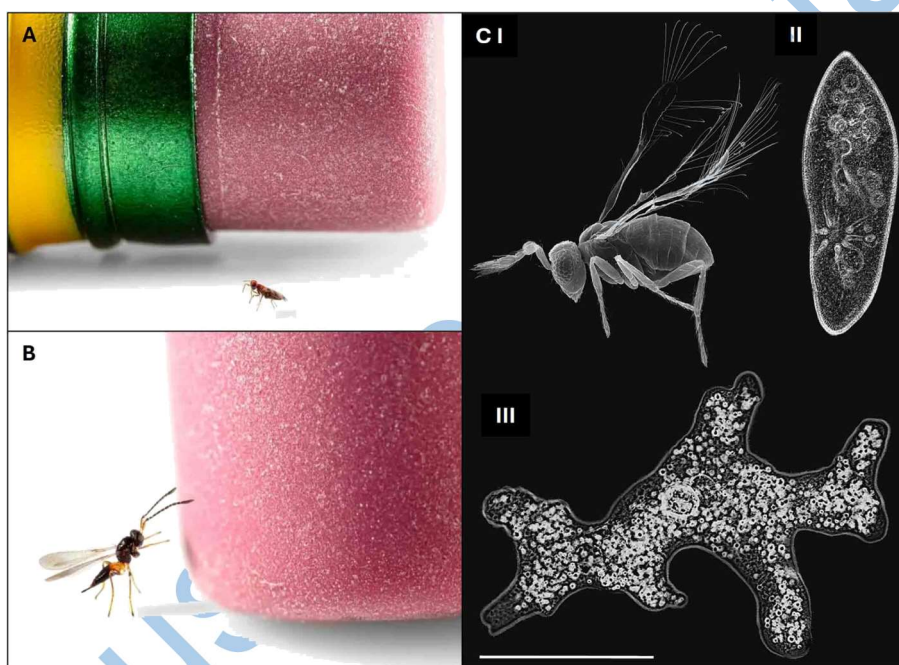


Figura 4. También las hay microscópicas. **A)** Avispa del género *Oligosita*. Su tamaño es de apenas 0.5 mm de longitud. **B)** Avispa del género *Gonatocerus*; la mayoría de las especies no supera 1 mm de tamaño y reciben el nombre de *fairyfly* (o hadas en inglés) por ser casi "invisibles" debido a su minúsculo tamaño. **C)** Comparación del tamaño de una avispa parasitoide: I) *Megaphragma mymaripenne*, con II) *Paramecium caudatum* y III) *Amoeba proteus*. La barra de escala es de 200 μ m. Imágenes A y B: Sloan Tomlinson. Imagen C: tomada de Polilov, 2012.

Medicina. Observar a las avispas también ha inspirado a desarrollar dispositivos en el campo de la medicina (Verdaguer Mallorquí *et al.*, 2025). Especies

de las avispas *Megarhyssa* mencionadas anteriormente pueden perforar la madera y depositar sus huevos para llegar a sus presas ocultas en los troncos de los árboles (Figura 5). Estudiar en detalle el comportamiento de perforación y la estructura del ovipositor puede ser útil en medicina para la creación y desarrollo de sondas guiadas para biopsias o procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos. El análisis de la morfología de los ovipositores ya ha permitido a los ingenieros desarrollar dispositivos innovadores que imitan estos mecanismos naturales, consiguiendo así una mayor precisión a la hora de ejecutar las tareas deseadas. Prototipos de agujas dirigibles con un diámetro menor a 1 mm se han diseñado con estos propósitos (Scali *et al.*, 2017).



Figura 5. Toc-toc mortal. Avispa parasitoide localizando a su presa a través de las vibraciones; una vez localizada, la avispa “taladra” la corteza con su ovipositor para llegar a su huésped. Imagen: Devon Henderson, con traducción autorizada (Sergio Zapata-Martínez).

Valiosos pero incomprendidos

A pesar de su importancia ecológica, económica y como fuente de inspiración para la innovación tecnológica, las avispas parasitoides enfrentan una crisis silenciosa. El desconocimiento de estos insectos supone una amenaza directa para ellos, tanto porque se les ignora fácilmente como porque sus necesidades quedan excluidas de los planteamientos de conservación, que vienen dictados por los atributos de otros grupos mejor comprendidos. Su especialización extrema los hace intrínsecamente propensos a la extinción. Además, su pequeño tamaño, la dificultad para identificarlos y su aterradora, aunque increíble, forma de vida hacen que sea difícil convertirlos en especies carismáticas que capturen la atención del público (Shaw y Hochberg, 2001). Sin embargo, como hemos visto, los parasitoides son seres extraordinarios que inspiran el asombro científico y la innovación. Pero para inspirarse en la naturaleza, primero hay que ser un buen observador.

Agradecimientos

A Devon Henderson (Instagram: @canadianhymenopterist) y Sloan Tomlinson (Instagram: @thatwaspguy) por autorizar el uso de sus imágenes en este manuscrito.

Referencias

- Blaimer BB, Santos BF, Cruaud A *et al.* (2023). Key innovations and the diversification of Hymenoptera. *Nature Communications* 14(1):1-18. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-36868-4>.
- Burke GR and Sharanowski BJ (2024). Parasitoid wasps. *Current Biology* 34(10):R483–R488. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2024.03.038>.
- Jiang Y, Zhao P, Cai X *et al.* (2022). Bristled-wing design of materials, microstructures, and aerodynamics enables flapping flight in tiny wasps. *iScience* 25(1):103692. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.103692>.
- Lin YL and Reis PM (2022). Not gone with the wind: Active microscale flight with highly porous bristled wings. *Matter* 5(8):2550–2552. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matt.2022.07.004>.
- Polilov AA (2012). The smallest insects evolve anucleate neurons. *Arthropod Structure & Development* 41(1):29–34. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asd.2011.09.001>.
- Scali M, Pusch TP, Breedveld P and Dodou D (2017). Ovipositor-inspired steerable needle: design and preliminary experimental evaluation. *Bioinspiration & Biomimetics* 13(1):016006. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-3190/aa92b9>.
- Sidebottom M, Margetts L and Nabawi MRA (2025). The aerodynamics of miniature insect flight. *Progress in Aerospace Sciences* 154:101081. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2025.101081>.
- Van Lenteren JC (2005). Early entomology and the discovery of insect parasitoids. *Biological Control* 32(1):2-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2004.08.003>.
- Verdaguer Mallorquí M, Vincent J, Liston A *et al.* (2025). Knowledge from hymenopteran ovipositors: A review of past and current biomimetic research. *Bioinspiration & Biomimetics* 20(3):031001. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-3190/adc3e2>.