

¿Qué son los PARASITOIDES?

Leticia Ríos-Casanova

Entre la gran diversidad de insectos que existen actualmente hay un grupo que llama la atención debido a los mecanismos que utiliza para alimentarse y desarrollarse: son los insectos conocidos como *parasitoides*.

¿Qué son los parasitoides?

Los *parasitoides* son insectos que durante su estado larvario se alimentan y desarrollan dentro o sobre otro animal invertebrado (llamado *hospedero*), al cual eventualmente matan. Durante su estado adulto son de vida libre, y solamente se alimentan de agua o néctar.

Aunque su nombre nos recuerda a los parásitos, tienen diferencias importantes con ellos. Los parásitos son organismos que viven a expensas de otros y los dañan, pero que rara vez los matan, ya que esto perjudicaría la supervivencia de los propios parásitos. Una definición dice que un parásito es un organismo que establece una relación directa y estrecha con otro (*hospedero*) viviendo a costa de éste. Ejemplos de parásitos son las amibas, los piojos y las garrapatas, que pueden usar al humano como *hospedero*.

Por el contrario, los parasitoides viven a expensas de otro organismo, pero una vez que han hecho uso de él para alimentarse, como consecuencia, lo matan (Figura 1).

¿Qué animales son parasitoides, y a quién atacan?

La mayoría de las especies de insectos parasitoides pertenecen a los órdenes Hymenoptera (abejas, avispas y hormigas) y Diptera (moscas) aunque también hay algunas especies en otros grupos de insectos como Coleoptera (al que pertenecen los escarabajos) y Lepidoptera (mariposas y palomillas), entre otros (Godfray, 1994). Se calcula que solamente en el orden Hymenoptera hay 50 mil especies de parasitoides, y que existe un millón de especies más que aún no han sido descritas (Godfray, 1994). Las avispas depredadoras de tarántulas (familia Pompilidae) son frecuentemente confundidas con parasitoides; sin embargo, no



Figura 1. A) Larvas de un parasitoides gregario saliendo de su hospedero (larva de mariposa); B) avispa parasitoides de la familia Pteromalidae; C) avispa parasitoides de la familia Brachonidae.



lo son, ya que los parasitoides nunca llevan a sus hospederos a una madriguera, como lo hacen estas avispas.

Entre los organismos que son atacados por los parasitoides y les sirven como hospederos se encuentran siempre otros invertebrados, principalmente larvas de mariposas, de escarabajos, hormigas y abejas adultas, así como huevecillos de mariposas, de palomillas o de arañas.

Vida de un parasitoide

El ciclo de vida de los parasitoides inicia cuando una hembra adulta pone uno o varios huevecillos en el cuerpo del hospedero, por ejemplo una oruga de mariposa. Cuando el huevecillo madura y nace el nuevo parasitoide (en estado de larva), se alimenta del hospedero, y por eso es que eventualmente lo mata. Cuando la larva del parasitoide crece, pasa al estado de *pupa*, en el cual no se alimenta. Posteriormente pasa al estado de adulto, que es de vida libre y

durante el que se alimenta de agua o néctar de flores. Durante estas dos últimas etapas el parasitoide ya no necesita al hospedero (Figura 2).

No todos los parasitoides son iguales

Los parasitoides pueden diferenciarse entre sí dependiendo de su tipo de desarrollo o el comportamiento que presentan. Los que se alimentan y crecen dentro del cuerpo de su hospedero se llaman *endoparasitoides*, mientras aquellos que lo hacen encima del hospedero se llaman *ectoparasitoides*. Los parasitoides que paralizan a sus hospederos para poder manipularlos se llaman *idiobiontes*, y los que no los paralizan son llamados *koinobiontes*. Algunas especies ponen un solo huevo por hospedero, por lo que se dice que son *parasitoides solitarios*, mientras que aquellas especies que ponen varios huevos en un mismo hospedero se denominan *gregarios*.

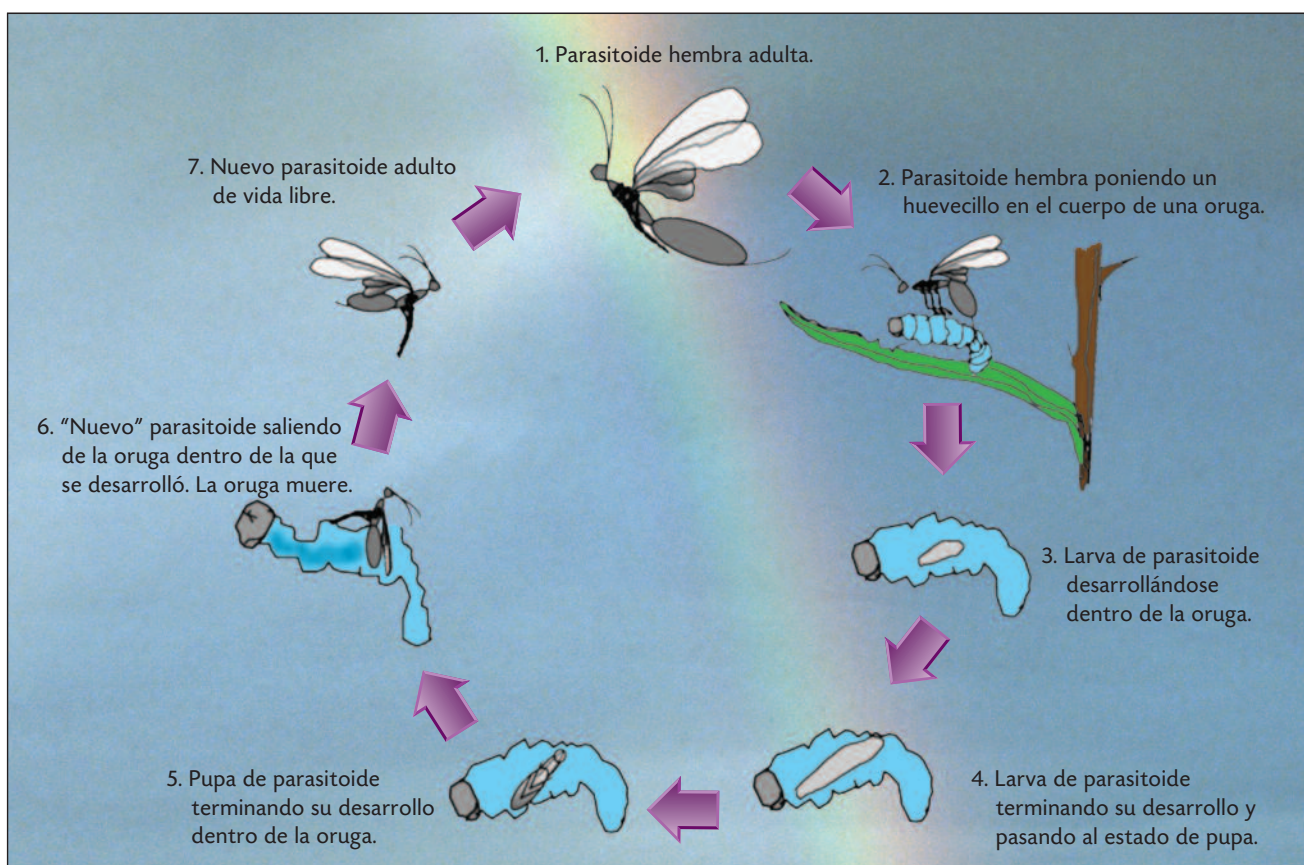


Figura 2. Ciclo de vida hipotético de un endoparasitoide solitario.

Inclusive, puede haber parasitoides de los parasitoides, a los cuales se les llama *hiperparasitoides*.

Cómo localizar a un hospedero

Uno de los aspectos más importantes para la vida de los parasitoides es hallar a sus hospederos. ¿Cómo es posible que en un bosque o un campo de cultivo, una pequeña avispa encuentre al hospedero adecuado? Para buscar a sus hospederos, los parasitoides utilizan *señales* de diferentes tipos que le sirven para reducir el volumen físico en el que buscan, aumentando poco a poco la posibilidad de encontrar un hospedero adecuado. Las señales que permiten a los parasitoides encontrar a su hospedero pueden provenir de las plantas de las que se alimenta éste, del hospedero mismo o de la interacción entre la planta y el hospedero. Dichas señales pueden ser químicas, como los olores de varias sustancias; físicas, como la textura y los movimientos, e inclusive señales visuales, como colores y formas.



Selección de hospederos

La sucesión de pasos mediante los cuales el parasitoide busca, encuentra y utiliza a su hospedero se han agrupado en el proceso llamado “selección de hospederos”. Los pasos de la selección de hospederos en el orden en que son llevados a cabo son: 1) localización del hábitat del hospedero, 2) localización del hospedero, 3) aceptación del hospedero, 4) calidad del hospedero, y 5) regulación del hospedero.

Localización del hábitat del hospedero

Es el primer paso de este proceso. Durante él se delimita el espacio en el que el parasitoide busca a su hospedero. Estudios realizados en el campo y en el laboratorio han demostrado que el tamaño y la forma de las plantas o de los frutos de los que se alimenta el hospedero sirven al parasitoide para guiarlo durante este proceso. Esto es posible debido a que los parasitoides responden a estímulos visuales. También se ha demostrado que aun sin la presencia de hospederos, las plantas son atractivas para los parasitoides, y esto se debe a que las plantas tienen sustancias químicas volátiles

que constituyen “señales a larga distancia”, las cuales pueden ser detectadas por los parasitoides.

Localización del hospedero

Una vez en el hábitat donde potencialmente se hallan los hospederos, el parasitoide localiza al hospedero. En esta fase también están involucrados estímulos físicos y químicos. Las mordidas ocasionadas por los hospederos al alimentarse de las plantas son un ejemplo de estímulos físicos que indican a los parasitoides su presencia. Las señales químicas utilizadas para localizar al hospedero se originan principalmente cuando éste se alimenta de las plantas. Los compuestos volátiles liberados durante o después del proceso de alimentación del hospedero, como las sustancias químicas contenidas en sus heces o saliva, son señales que indican la presencia de hospederos *vivos*, por lo que son señales muy confiables para el parasitoide.

Por ejemplo, en un experimento se ofreció a ejemplares de avispas parasitoides *Cotesia marginiventris* hojas de maíz de tres tipos: algunas que habían sido mordidas por larvas de la palomilla *Spodoptera exigua* (que es el hospedero de este parasitoide), hojas dañadas artificialmente con una navaja, y hojas dañadas artificialmente con una navaja pero a las que se añadió saliva de las larvas de la palomilla. Se encontró que las hojas de maíz que habían sido mordidas por las larvas hospederas atrajeron a muchas avispas; las dañadas artificialmente pero con saliva atrajeron a algunas avispas, mientras que las plantas dañadas artificialmente y que no tenían saliva no atrajeron a ninguna avispa. Con este experimento se demostró que cuando las plantas de maíz son comidas por las larvas hospederas se emiten sustancias químicas volátiles, resultado de una combinación entre sustancias de la planta y de la saliva de las larvas, y que son atractivos muy fuertes para los parasitoides.

Para los parasitoides que usan como hospederos a insectos que se encuentran dentro de agallas, troncos, frutos o semillas, el proceso de localización de hospederos resulta particularmente interesante, ya que los estímulos visuales y químicos que pudieran ser percibidos por los parasitoides no son fácilmente emitidos al exterior. Por ello, los parasitoides necesitan otras señales que les indiquen que sus hospederos se encuentran

dentro de una estructura, por ejemplo las vibraciones producidas por el hospedero al morder y masticar, las cuales pueden detectarse por el parasitoide a través de sus antenas.

Acceptación del hospedero

Aunque un parasitoide encuentre o se ponga en contacto con su hospedero puede no utilizarlo si el hospedero es inadecuado (por ejemplo, si es muy pequeño). Los cambios en el comportamiento del parasitoide, como el tamborileo con las antenas y la perforación que produce con su ovipositor (el órgano con el que deposita sus huevecillos), así como el hecho mismo de depositar los huevecillos en el hospedero, son parte de la fase de aceptación del hospedero. El movimiento es un estímulo físico que puede ser percibido por los parasitoides, y que determina que el hospedero sea o no aceptado, ya que indica que el hospedero está vivo. Por ejemplo, la avispa parasitoide *Coeloides brunneri* usa como hospedero las larvas del coleóptero *Dendroctonus pseudotsugae*, el cual vive debajo de las cortezas de varias especies de árboles. Antes de poner un huevecillo sobre su hospedero (es decir, de aceptarlo), el parasitoide toca con sus antenas y con el ovipositor la corteza de los árboles, percibiendo los ruidos y vibraciones producidas por las larvas cuando éstas comen. En experimentos realizados en el laboratorio, en los cuales diferentes pedazos de corteza fueron manipulados con un alfiler simulando las vibraciones producidas por las larvas, se encontró que las vibraciones inducen a los parasitoides a poner huevecillos, es decir, los incitan a aceptar a los hospederos.

Calidad del hospedero

Una vez que se ha llevado a cabo la oviposición, el destino de los nuevos parasitoides depende de la calidad del hospedero. Esto significa que un hospedero grande, sano, con las sustancias nutritivas adecuadas y sin sustancias tóxicas que puedan dañar al parasitoide, resulta un hospedero de buena calidad en el que los parasitoides podrán desarrollarse hasta alcanzar el estado adulto.

Numerosos estudios han demostrado que las plantas afectan el desarrollo de los parasitoides a través de los efectos que producen en la calidad de los hospederos. A pesar de los beneficios que pueda representar para

un parasitoide la buena calidad de la planta de la que se alimenta su hospedero, las toxinas que éste capture de las plantas pueden afectar negativamente a los parasitoides. Por ejemplo, existe evidencia de que la nicotina contenida en las orugas de la palomilla *Manduca sexta*, después de haberse alimentado de plantas de tabaco, afecta el número de crías de la avispa parasitoide de la especie *Cotesia congregata*, que pueden llegar al estado adulto. También se ha encontrado que el *gospol*, un compuesto contenido en las plantas de algodón, al ser consumido por el hospedero, el gusano elotero *Heliothis zea*, tiene un efecto negativo sobre la avispa parasitoide *Campoletis sonorensis*: el tamaño de los parasitoides que se desarrollan en hospederos que han sido alimentados con estas plantas se reduce.

Para evitar el ataque de los parasitoides, algunos hospederos han desarrollado un mecanismo que se conoce como “encapsulamiento”. Durante este proceso, las células del sistema inmunitario del hospedero rodean



y aíslan cualquier material extraño que invada su *hemolinfa* (la sangre de los insectos) como los huevos y larvas de los parasitoides. El encapsulamiento puede ser considerado un factor que modifica la calidad del hospedero, ya que el encapsulamiento impide el desarrollo de los parasitoides.

Regulación del hospedero

Éste es el último paso que se considera incluido en el proceso de selección de hospederos. Durante esta fase el parasitoide altera el sistema inmunitario del hospedero para que éste no interfiera con su desarrollo. Como ya se mencionó, los hospederos tienen células que forman una cápsula que puede envolver a los estados inmaduros de los parasitoides. Por esta razón, algunos parasitoides han desarrollado sistemas que les permiten inhibir el sistema inmunitario de su hospedero, de manera que sus células no puedan encapsular al parasitoide en desarrollo. Se ha descubierto que algunos virus inyectados por la hembra parasitoide durante la oviposición, o algunas secreciones de los huevos y larvas de parasitoide, disminuyen la actividad inmunitaria de los hospederos, y evitan que los parasitoides sean encapsulados. Estas adaptaciones fisiológicas ocurren con mayor frecuencia en endoparasitoides, por lo que se piensa que el ectoparasitismo es una estrategia para evadir las defensas internas de los hospederos.

¿Por qué importa estudiar a los parasitoides?

Aunque los parasitoides son considerados enemigos naturales de muchos organismos, y la forma en la que se desarrollan puede resultar desagradable, pensemos que estos insectos y su forma de vida pueden ser benéficos. Los parasitoides, al alimentarse y matar a otros organismos, disminuyen el número de individuos de varias especies de insectos y arañas. Es decir, en la trama alimenticia contribuyen a regular el tamaño de las poblaciones de los organismos que les sirven de hospederos.

Los conocimientos adquiridos al estudiar la biología de los parasitoides se han utilizado para crear programas en contra de las plagas que atacan a plantas cultivadas que nos sirven de alimento, como maíz,

En la trama alimenticia, los parasitoides contribuyen a regular el tamaño de las poblaciones de los organismos que les sirven de hospederos

jitomate, chile, etcétera. Entre los parasitoides empleados en los campos de cultivo para eliminar plagas se encuentra la pequeña avispa *Trichogramma* sp., que es parasitoide de los huevos de algunas mariposas, escarabajos y moscas que atacan los cultivos de algodón, maíz, caña de azúcar, manzana, aguacate y otros árboles frutales. También se ha utilizado a la avispa *Cotesia marginiventris*, que ataca al gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda*. De esta manera no se utilizan insecticidas, que en algunas ocasiones son nocivos y en otras poco eficientes, sino que se usa a los enemigos naturales de las plagas. Sin embargo, la liberación de estos parasitoides es un proceso difícil, por lo que actualmente existen muchas líneas de investigación para hacer más eficiente el uso de estos enemigos naturales.

Leticia Ríos-Casanova es doctora en ciencias biológicas por la UNAM. Su principal tema de investigación es la ecología de insectos, especialmente de hormigas de zonas áridas, tema en el que ha enfocado sus últimos proyectos y publicaciones. En 2010 colaboró para el libro *Ant Ecology* (Oxford University Press), el primer libro sobre ecología de hormigas que se haya publicado. Actualmente trabaja en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM.

leticia@c@campus.iztacala.unam.mx

Lecturas recomendadas

Godfray, H. C. J. (1994), *Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology*, Princeton, Princeton University Press.