

PARASITISMO

El parasitismo es una interacción biológica que se da entre dos especies diferentes en la cual un organismo (llamado parásito) vive a expensas de otro organismo (llamado huésped u hospedero). El huésped generalmente es de superior evolución biológica y le brinda al parásito protección física, nutrición o ambos. Desde este punto de vista los parásitos incluyen desde virus hasta artrópodos, y su estudio se divide en varias ramas: Virología, Bacteriología, Micología y Parasitología humana y parasitología vegetal. La parasitología humana estudia particularmente los parásitos que pertenecen al reino Protista y Animalia y la relación de ellos con sus hospederos y con el ambiente. Por un lado los parásitos juegan un papel ecológico muy importante en el control de los tamaños poblacionales de sus huéspedes. Por otro lado, como ya se ha mencionado, los parásitos pueden afectar a los seres humanos, al ganado y a los cultivos, por lo que tienen una gran importancia económica. Los parásitos generalmente no matan a sus presas, o al menos no en el corto plazo. Los efectos del parásito sobre el huésped pueden ser: pérdida de energía que se traduce en menos energía disponible para buscar alimento, o supervivencia más baja o de reducción del potencial reproductivo.

Criterios de clasificación

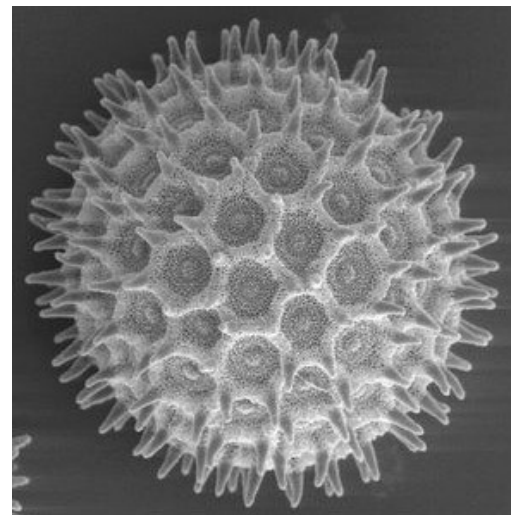
A continuación, se exponen algunos criterios de clasificación de los parásitos. Es importante entender estos criterios no como una mera clasificación, sino como un conjunto de aspectos que se estudian científicamente para caracterizar los parásitos y sus relaciones con sus hospederos y el ambiente. Al mismo tiempo constituye una herramienta para conocer el vocabulario específico de la disciplina.

• Según su tamaño

Si bien todos los parásitos son más pequeños que sus huéspedes, se pueden diferenciar dos tipos:

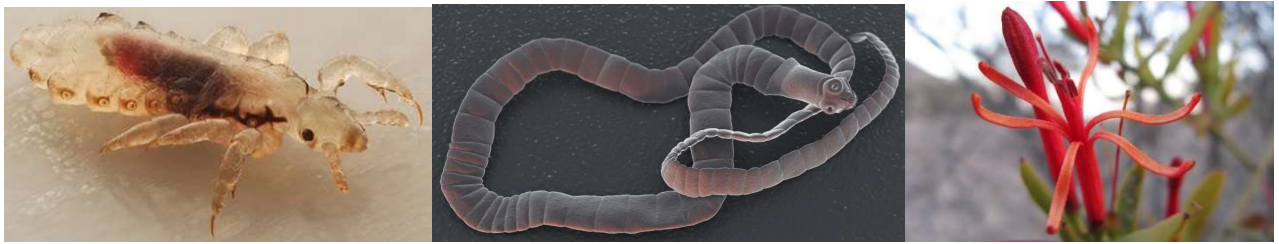
– **Microparásitos:** Son muy pequeños (escala microscópica) y parasitan al huésped numerosos individuos a la vez. Se multiplican dentro del huésped, en general son intracelulares. Entre este tipo de parásitos se encuentran hongos, protozoos, virus y bacterias. Algunos ejemplos serían: virus del sarampión, bacteria del tifus, virus del mosaico del tabaco, los plasmodium que provocan la malaria, el protozoo que produce el mal de chagas. La transmisión de este tipo de parásitos puede ser:

- Directa de huésped a huésped por medio de contacto físico (como las ETS, la gripe, el sarampión, etc.).
- Indirecta a través de un vector (por ejemplo, el dengue por el mosquito, el Mal de chagas a través de la vinchuca, los virus PVY y PVRL de la papa son transmitidas por pulgones).

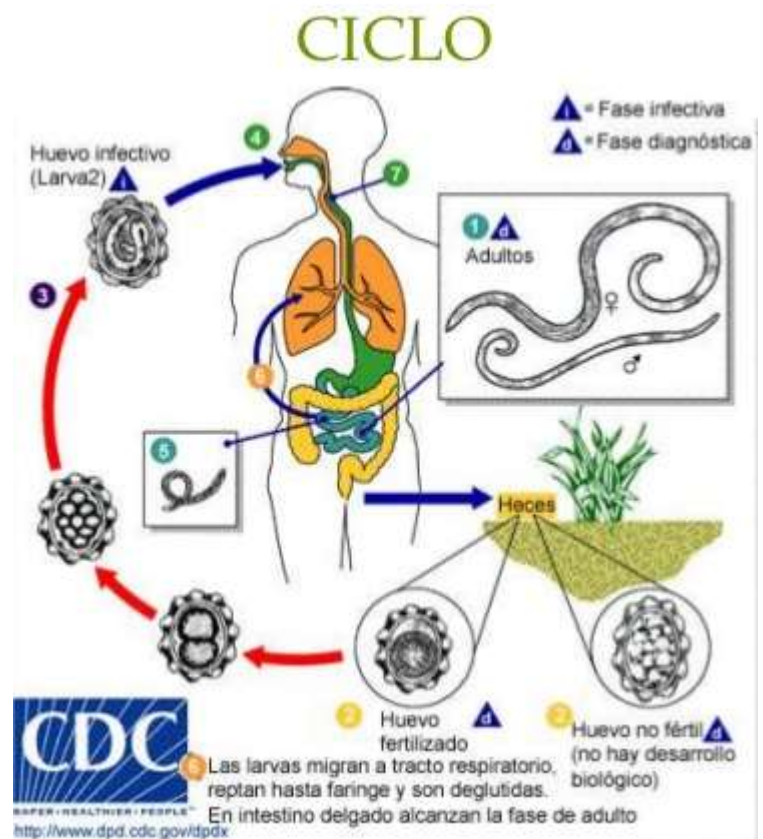


– **Macroparásitos:** Son de mayor tamaño que los anteriores (visibles al ojo humano). Crecen, pero no se multiplican dentro del huésped. Tienen ciclos de vida más complejos, por ejemplo, algunos transcurren por diferentes fases en las que parasitan diferentes huéspedes. Algunos se transmiten de manera directa por contacto entre los huéspedes como los nematodos y los piojos. Otros se transmiten de manera indirecta como por ejemplo los esquistosomas a través de caracoles que contaminan el agua y luego afectan al hombre. Algunos ejemplos familiares: nematodos, tenias, duelas, piojos, garrapatas, pulgas, insectos minadores, plantas holoparásitas (dependen totalmente

del huésped como la *Cuscuta*) y hemiparásitas (dependen parcialmente, ya que fotosintetizan como el muérdago).



- Según la localización en el cuerpo del huésped
 - **Ectoparásitos:** viven sobre la superficie del huésped. Por ej. gusanos platelmintos que se alimentan de la piel o agallas de peces, anfibios y reptiles, piojos, pulgas, hongos de la piel, etc. Los ectoparásitos causan infestación.
 - **Endoparásitos:** viven en el interior del huésped, en órganos, cavidades o fluidos. Ej. nematodos intestinales del hombre, animales, hongos foliares (mildiu del trigo), etc. Los endoparásitos causan infección.
- Según la especificidad del huésped
 - **Generalistas:** como la ligaria (hemiparásito): parasita numerosas especies de diferentes familias.
 - **Especialistas:** parasitan una o muy pocas especies. También pueden ser especialistas de los hábitats dentro de los huéspedes.
- Según sus Ciclos Biológicos
 - **Monoxenos:** requieren una sola especie para completar su ciclo. Pueden parasitar varias especies. Por ejemplo *Ascaris lumbricoides* que produce la ascariasis.



- **Heteroxenos:** requieren de por lo menos 2 especies diferentes de huéspedes para completar el ciclo. Por ejemplo, *Toxoplasma gondii* que causa la toxoplasmosis. Uno de los huéspedes es definitivo y el otro es intermediario.

- Según la obligatoriedad del parasitismo

- **Parásitos obligados:** sólo pueden desarrollarse en el huésped. Sin el huésped, el parásito no puede sobrevivir o reproducirse. Aunque también pueden tener fases de vida libre en su ciclo.

- **Parásitos facultativos:** son capaces de desarrollarse también sin parasitar un huésped.

A su vez pueden ser **temporales** (que desarrollan parte del ciclo en el huésped) o **permanentes** (requieren vivir todo el tiempo en el huésped).

- Formas de dependencia metabólica en los parásitos

- Dependencia nutricional: Es la forma más común de dependencia metabólica. Se presenta en diferentes grados. Los parásitos pueden utilizar por ejemplo los nutrientes del huésped antes o después de la digestión, los tejidos del huésped, o las secreciones del huésped, entre otros.

- Estímulos para el desarrollo del parásito: Los parásitos reconocen estímulos del huésped que “disparan” la entrada en su próxima fase de desarrollo. Algunos ejemplos: bilis, pCO₂, T°. Por ejemplo: *Giardia lamblia* (giardiasis) necesita de la disminución de la concentración de colesterol para que se induzca el pasaje a la forma de quiste y poder ser eliminados del cuerpo del huésped.

- Enzimas Digestivas del Huésped: Algunos parásitos helmintos como las tenias carecen de tubo digestivo, por lo que sólo pueden utilizar nutrientes pequeños que han sido previamente degradados por el sistema digestivo del huésped.

- Control de la Maduración: Algunas especies de parásitos dependen del huésped para su proceso de maduración. Por ejemplo, muchos parásitos sincronizan su fase reproductiva con la del huésped a través de un control hormonal. Por ejemplo: *Leucocytozoon* se multiplica durante la estación de cruce del pato que coincide con la presencia del vector (mosca).

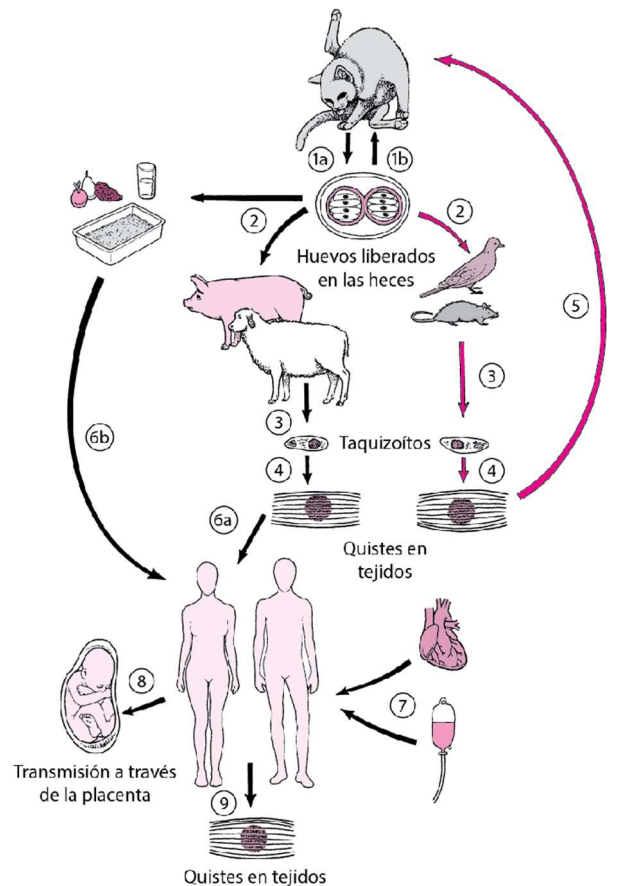
- Vías de transmisión: puede ser oral, nasal, cutánea, sanguínea, genital, etc.

- Mecanismos de Daño

- Mecánica: relacionado con el número y tamaño de los parásitos y con el grado de reacción inflamatoria del órgano afectado. Por ejemplo causando obstrucción (por ejemplo, obstrucción intestinal por *Ascaris lumbricoides*), ocupando espacio (por ejemplo, neurocisticercosis por *Taenia solium*) y compresión (por ejemplo, quiste hidatídico por *Echinococcus granulosus*).

- Traumática: corresponde a una acción destructiva. Por ejemplo puede ser tissular (úlceras cutáneas por *Leishmania peruviana*) o celular (eritrocitos lisados por *Plasmodium vivax*)

- Transformación de Tejidos: puede presentarse como hiperplasia, hipertrofia, neoplasia. Por ejemplo, hiperplasia de conductos biliares (por *Fasciola hepática*) o hipertrofia en miocardiopatía chagásica o megacolon chagásico.



- Tóxico-Necrótica: cuando los parásitos producen sustancias tóxicas que pueden destruir tejidos por la misma inflamación producida.
- Expoliatriz o Sustractora: se da una competencia por los nutrientes del huésped. Es la más común e inevitable. Por ejemplo, el caso de *Diphyllobothrium latum* sustrae la vitamina B12, de *Ancylostoma duodenale* que provoca pérdida de sangre por succión, o de *Giardia lamblia* que impide la absorción de nutrientes con su disco succionario en la superficie de los enterocitos.

Epidemiología

La epidemiología es el estudio de las enfermedades en relación con los ecosistemas donde se encuentran. Es una disciplina que utiliza los conceptos ecológicos como la distribución espacial, y la dinámica de poblaciones. Sirve para detectar en las poblaciones aquellos individuos susceptibles, los grupos de riesgo (es decir que pueden llegar a la muerte) y tolerantes (complementando con una base genética y estudiando si la descendencia es resistente). También se estudia la virulencia de las cepas.

Zoonosis

El término zoonosis hace referencia a *enfermedades propias de los animales* que pueden ser transmitidas al hombre. El hombre no es un huésped necesario para la concreción del ciclo biológico. Por ejemplo, la Hidatidosis, leishmaniasis, triquinosis.

Respuestas de los organismos

En organismos modulares (por ej., plantas) pueden ser de tres tipos:

1. Respuestas de Tolerancia: a través del crecimiento y desarrollo del huésped, para ello se generan islas verdes alrededor de la infección generando mayor cantidad de fotosintatos.
2. Respuestas de Hipersensibilidad: algunas plantas generan fitoalexinas para evitar la propagación desde el lugar inicial de la infección. Las fitoalexinas son inespecíficas.
3. Respuesta Morfogénica: reconocimiento de una partícula extraña (huevos de un insecto), desencadena la formación de agallas.

En organismos unitarios existen respuestas de comportamiento o respuestas inmunes.

Las diferentes funciones de la **respuesta inmune** están dadas por la respuesta inmune innata, por una parte, y por la respuesta inmune adquirida, por otra. Los vertebrados han desarrollado estos dos mecanismos de protección contra infecciones, los cuales forman un sistema integral de defensa en el que existe una cooperación funcional entre células y moléculas. La inmunidad innata proporciona una primera respuesta contra microorganismos y desempeña funciones importantes en la activación de la respuesta inmune adaptativa.

- **Respuesta inmune innata**

Al ingresar al hospedero mamífero, el parásito se encuentra expuesto a células fagocíticas (macrófagos tisulares, células dendríticas, neutrófilos y monocitos circulantes) capaces de ingerir partículas o microorganismos. Esto se conoce como fagocitosis. También se registran respuestas de inflamación, producción de citocinas, activación del inflammasoma, estallido oxidativo, entre otros,

- **Respuesta inmune adaptativa**

Los fenómenos generados por la inmunidad innata proporcionan una señal de alarma que dispara respuestas inmunitarias adaptativas con la generación de linfocitos T (inmunidad celular) que protegen mediante la secreción de citocinas y activación de mecanismos de citotoxicidad. Esto se da principalmente contra protozoos que sobreviven en el interior de los macrófagos. Por otro lado, la defensa contra muchas infecciones por helmintos depende de la activación de los linfocitos Th2, que favorecen la síntesis de anticuerpos IgE y la activación de los eosinófilos.

Índices para el estudio de parasitosis

Prevalencia: indica la proporción de la población infectada por parásitos y es igual a: n° de huéspedes infectados / población total.

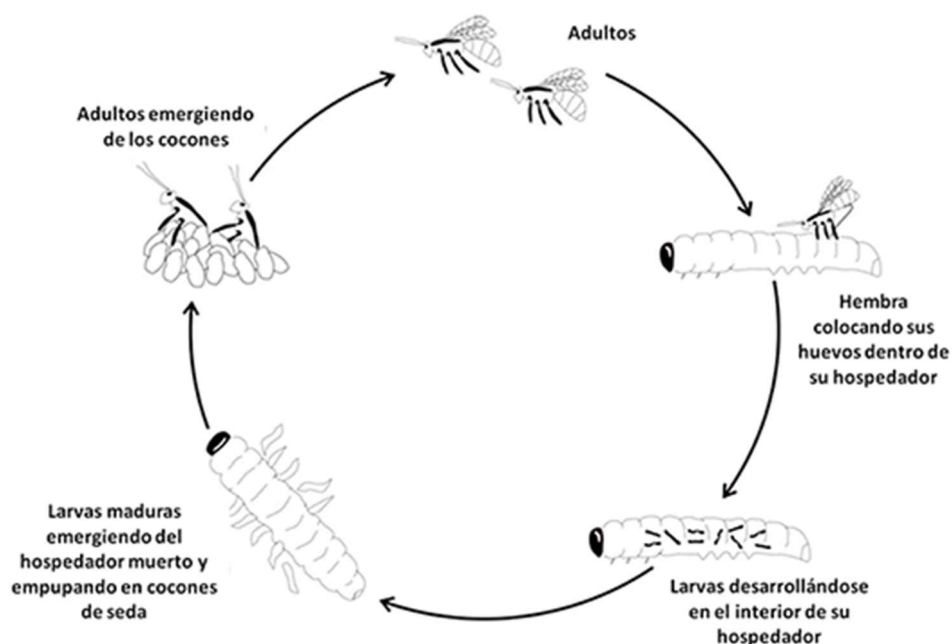
La prevalencia se refiere a una probabilidad estática de la condición de estar enfermo en determinado momento en el tiempo. Sin embargo, no calcula el riesgo de contraer la enfermedad.

Intensidad: Número de parásitos en o sobre el huésped y es igual a: n° de parásitos / huésped.

PARASITOIDES

Los parasitoides son organismos similares a un parásito que presenta una condición intermedia entre los conceptos ideales de depredación y parasitismo. Los insectos parasitoides, se distinguen de los insectos parásitos por pertenecer en su gran mayoría a los Órdenes Hymenoptera y Diptera. Los huéspedes son otros insectos, rara vez otros artrópodos. La relación de parasitismo se da sólo en la etapa de larvas (aunque algunos adultos se pueden alimentar del huésped). Son de menor tamaño que el huésped, durante el desarrollo. Los adultos son de magnitud similar. Normalmente atacan una sola fase del huésped y atacan un solo huésped a lo largo de su fase parasitaria. Las larvas del parasitoide matan al huésped sólo al completar su desarrollo. Algunos recuentos recientes indican que existen unas 68 mil especies descritas en siete Órdenes de Insecta (casi el 80% de estas especies corresponden a especies de Hymenoptera), lo que equivale al 8.5% de todas las especies insectiles descritas; además, se estima que pueden existir entre 1.6 y 2 millones de especies parasitoides, considerando especies por descubrir. Las especies de parasitoides tienen una gran importancia ecológica en la regulación de las poblaciones de insectos fitófagos en ambientes naturales y ambientes agrícolas, por lo que son utilizados para el control biológico de plagas en muchos cultivos.

Con muchas variantes, la estrategia de vida parasitoide consiste en: (1) La búsqueda, activa y dirigida, de huéspedes por la hembra parasitoide adulta; (2) la reproducción mediante oviposición sobre, cerca, o dentro del huésped, una vez localizado éste; y (3) el desarrollo de la larva parasitoide a partir del consumo parcial o total del huésped, seguido de la emergencia del parasitoide adulto. Todas las especies parasitoides pasan por cuatro estados: Huevo, larva, pupa, y adulto; es decir, todas son especies holometábolos.



Los parasitoides mantienen una relación fisiológica estrecha con su huésped debido a que completan su desarrollo dentro de o sobre un único huésped: No es posible cambiar de huésped si el elegido por la madre es inadecuado. La estrechez de esta relación define y limita fuertemente el rango de especies hospederas en las que cada especie parasitoide puede desarrollarse. Por lo tanto se puede decir que, en general, son especialistas.

Se pueden clasificar según:

- Localización en el huésped:
 - Endoparásito (interno): el crecimiento sucede dentro del huésped.
 - Ectoparásito (externo): el crecimiento se produce sobre el huésped; aunque se presenten otros tipos de protección (por ejemplo: minadores, capullo, bajo cochinillas, etc.).
- Número de parasitoides por huésped:
 - Parásito solitario: un parasitoide por huésped.
 - Parásito gregario: varios parasitoides por huésped.
- Por el estado del huésped:
 - Parásito de huevos.
 - Parásito de larva/ninfa.
 - Parásito de pupa.
 - Parásito de adultos.
 - Combinación de los estados anteriores: Huevo-larva, Larva-pupa, Huevo-larva-pupa, etc.
- Por su efecto en el desarrollo del huésped:
 - Idiobionte: el desarrollo del huésped se detiene o se reduce desde la parasitación. Generalmente por la inoculación de alguna toxina. Por ejemplo, parasitoides del género *Trichogramma* sp.
 - Koinobionte: el desarrollo del huésped continúa, a la misma o casi la misma velocidad que si no estuviera parasitado, desde la parasitación hasta la muerte del huésped. En otras palabras, el parasitismo no condiciona el ciclo biológico del huésped. Por ejemplo, *Chelonus* sp.
- Por la especie del huésped:
 - El desarrollo de individuos, machos y hembras, tiene lugar en la misma especie del huésped. A su vez se clasifican en: Monófagos o específicos (especialistas), Olífagos y polífagos (generalistas).
 - El desarrollo de individuos, según el sexo, se produce en distintos huéspedes (Heteronomía). Por ejemplo, algunas especies de Aphelinidae las hijas se desarrollan como parasitoides primarios de Homoptera mientras que los hijos se desarrollan como parasitoides primarios en huevos de Lepidoptera.
- Por su relación con otros parasitoides:
 - Superparasitismo: varios huevos de la misma especie son depositados por diferentes hembras en un mismo huésped.
 - Multiparasitismo: huevos de diferentes especies son puestos en el mismo hospedador, pudiendo desarrollarse las distintas especies hasta adulto. Por ejemplo especies de *Cotesia* sp., Braconidae, y Tachinidae que parasitan una misma especie.

– Cleptoparasitismo (no es hiperparasitismo verdadero): el parasitoide utiliza los recursos de otro parasitoide en su propio beneficio sin alimentarse de él. Por ejemplo, algunos parasitoides que utilizan perforaciones hechas por otros parasitoides en superficies duras para introducir su ovipositor. La larva del cleptoparásito puede competir con el otro parásito por el alimento (huésped).

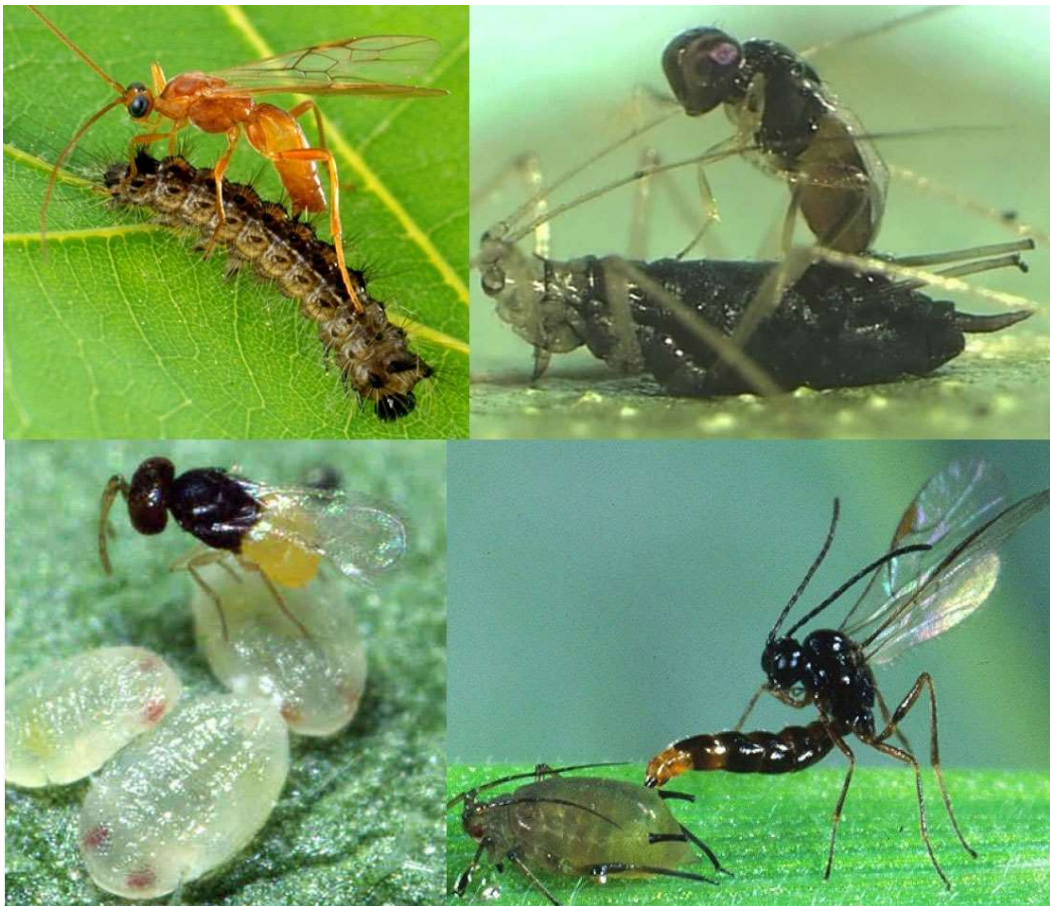
–Hiperparasitismo: se da cuando el huésped es otro parasitoide (parásito primario) que está desarrollándose, a su vez, en o sobre, un huésped de vida libre. Puede ser un hiperparasitismo facultativo, si el insecto normalmente actúa como parasitoide pero tiene la capacidad de actuar como hiperparasitoide. O bien hiperparasitismo obligado si el insecto necesita obligatoriamente desarrollarse a expensas de un parasitoide. Los hiperparasitoides pueden ser: Directos (el hiperparásito oviposita en el huésped conteniendo el parásito primario) o indirectos (el hiperparásito oviposita antes de que el huésped contenga al parásito primario).

Modos de reproducción: La reproducción de los parasitoides puede ser Sexual (en Diptera) o partenogenética (en Hymenoptera). En el caso de las especies que se reproducen partenogenéticamente, se presentan dos modos: partenogénesis arrenotóquica (la más frecuente, La progenie masculina es partenogenética haploide y la femenina es por reproducción sexual y es diploide) y telitóquica (poco frecuente, la progenie es solamente femenina).

Los principales grupos de parasitoides son:

- **Orden Hymenoptera** (himenópteros):

- Sup. Fam. Ichneumonoidea: Familias Ichneumonidae (icneumónidos), Braconidae (braconidos), Aphidiidae (afídidos).
- Sup. Fam. Chalcidoidea: Familias Trichogrammatidae (tricogramatidos), Aphelinidae (afelínidos), Encyrtidae (encértidos), Eulophidae (eulófidos).



- **Orden Diptera** (dípteros): Familias más importantes: Tachinidae (taquínidos), Cryptochetidae, Phoridae.



Como toda especie, las especies parasitoides buscan reproducirse para realizar, e incrementar al máximo, su éxito reproductivo (aptitud o adecuación). Debido a que la reproducción de un parasitoide depende de su éxito en localizar y seleccionar huéspedes adecuados, se entiende que sus comportamientos de búsqueda y selección tienen base genética y fueron formados y optimizados mediante procesos de selección natural, parasitoide que no encuentra huésped no se reproduce.

El proceso de búsqueda y selección de huéspedes es etológicamente complejo y ha sido descrito por muchos autores. A grandes rasgos, este proceso incluye los siguientes pasos: (1) Localización del hábitat del huésped; (2) localización del huésped; (3) aceptación del huésped; y (4) interacción fisiológica con el huésped. La división del proceso en cuatro pasos es arbitraria y es común que exista traslape entre dos pasos consecutivos o que el proceso sea incompleto, o hayan desvíos. Sin embargo, la división del proceso en pasos o etapas es de mucha utilidad para fines de estudio.

Video recomendado: “Las avispas parasitoides” <https://www.youtube.com/watch?v=wSNSredpqM8>