

Capítulo VII

Las Pulgas (Siphonaptera)

Las pulgas son ectoparásitos con una morfología única y es muy poco probable que sean confundidas con otros artrópodos por la persona haciendo la identificación. Son un grupo monofilético que tiene cierta relación con los insectos mecopteroides de los órdenes Mecóptera y Díptera. Las pulgas evolucionaron de ancestros alados durante la parte tardía del Jurásico o Cretáceo temprano hace unos 125-150 millones de años, paralelo a la evolución de los marsupiales y de los huéspedes insectívoros. Como grupo, principalmente han evolucionado como parásitos de los cuales un 94% se alimentan de mamíferos, representando 15 familias y más de 200 géneros de pulgas. El restante 6% están representados en 5 familias y 25 géneros y son ectoparásitos de aves.

La co-evolución ha moldeado un gran porcentaje de las asociaciones huésped-pulga, ampliamente reflejado por la especificidad al huésped y por las adaptaciones morfológicas que algunas pulgas han desarrollado para poder ajustarse a la morfología de piel, pelaje, plumas del huésped. Aunque la mayoría de las especies de pulgas no causan daños significativos a su huésped en la naturaleza, la mayoría de las especies que se alimentan de sangre de humanos y de sus animales son de importancia veterinaria y médica.

Taxonomía

Hay unas 2,500 especies y sub-especies de pulgas que al presente están ubicadas en 15 familias y 220 géneros. La mayoría de las especies de importancia veterinaria y médica son miembros de las familias;

Ceratophyllidae (pulgas de roedores),
Leptopsyllidae (pulgas de aves y conejos),
Pulicidae (pulgas de humanos y animales domésticos) y
Vermipsyllidae (pulgas de carnívoros).

Ocasionalmente miembros de otras familias, principalmente de la Ctenophthalmidae y Rhopalopsyllidae se alimentan de humanos o de sus animales domésticos.

La manera típica de identificar pulgas es mediante la morfología del exoesqueleto de un adulto que ha sido clarificado y montado en laminilla. Los machos de las pulgas posiblemente tienen la genitalia más compleja del reino animal lo que la hace una estructura muy útil en la clasificación de la pulga.

Morfología

Las pulgas adultas son pequeñas de 1-8mm de largo, ápteras, comprimidas bilateralmente y fuertemente esclerotizadas. Muchas especies tienen una o más peinillas o *ctenidia*, cada una apareciendo como una fila de espinas esclerotizadas agrandadas.

Una peinilla en el margen ventral de la cabeza se llama *ctenidia genal*, (Figura 7.1) mientras que una en el margen posterior del protórax se conoce como *ctenidia pronotal*. Ctenidias adicionales cefálicas y abdominales pueden observarse en algunas pulgas. La naturaleza de las ctenidias y la especialización de las setas asociadas a la ctenidia con frecuencia reflejan el hábito del huésped, siendo esto más marcado en pulgas huésped específicas. Estas estructuras ayudan o asisten a que la pulga no se desprenda y caiga del pelo o plumas del huésped. Se comenta que las ctenidias también imparten algún tipo de protección a las articulaciones flexibles.

Figura 7.1 Ctenidia genal y varias setas sensoriales en una foto de microscopio electrónico (Izq) y en una microfotografía (Der)



Una estructura sensorial importante de las pulgas adultas es el *sensillum* (o pygidium) presente en el tergo abdominal 9 o 10 (Figura 7.2). Este órgano sensorial detecta movimiento de aire, vibraciones, diferenciales en temperatura y en algunas especies asiste en la cópula. Juega un papel importante en la detección del huésped y en iniciar la respuesta de escape. Justo anterior al sensillum de la mayoría de las pulgas están las *setas antesensiliales* o cerdas antepygidiales, situadas en el margen posterior del tergo. Muchas pulgas adultas, especialmente aquellas en animales diurnos, tienen ojos bien desarrollados, que en realidad son racimos de ocelos. Los ojos están bien desarrollados en las pulgas adultas de la mayoría de las especies de importancia veterinaria. Antenas tri-segmentadas son mantenidas en el interior de ranuras protectoras llamadas *fossas antenales*, a cada lado de la cabeza, lo que evita su daño mientras la pulga se mueve entre el pelaje del animal. Las partes bucales de pulgas adultas están bien adaptadas para penetrar y chupar. Una vez un lugar adecuado para la alimentación es localizado por los *palpos labiales* sensoriales, tres estructuras delgadas y alargadas llamadas *estiletos* o *fascículos* son utilizadas para penetrar la piel del huésped. Los tres estiletos consisten de dos lacinias maxilares laterales, en forma de hoja o navaja y la epifaringe central (Figura 7.3). La lacinia penetra la piel del huésped y la punta de la epifaringe entra el capilar del huésped. Un *canal salivar* se forma entre las superficies de las dos lacinias. Y un *canal alimentario* se forma entre la confluencia entre las lacinias y la epifaringe (Figura 7.4). Anticoagulantes, incluyendo la enzima antiplaquetas, *apirasa* y otros componentes salivares. En ocasiones también se transfieren alérgenos y patógenos por la picada o mordedura y vía el canal salivar mientras la sangre del huésped está siendo chupada por el canal alimentario. En

algunas pulgas sedentarias, como los Pulicidos, y los Vermipsyllidae que permanecen pegados al huésped por largos períodos de tiempo, las partes bucales son alargadas y con espuelas tipo anzuelo que también funcionan como estructuras de agarre y anclaje.

Figura 7.2 Morfología externa de una pulga

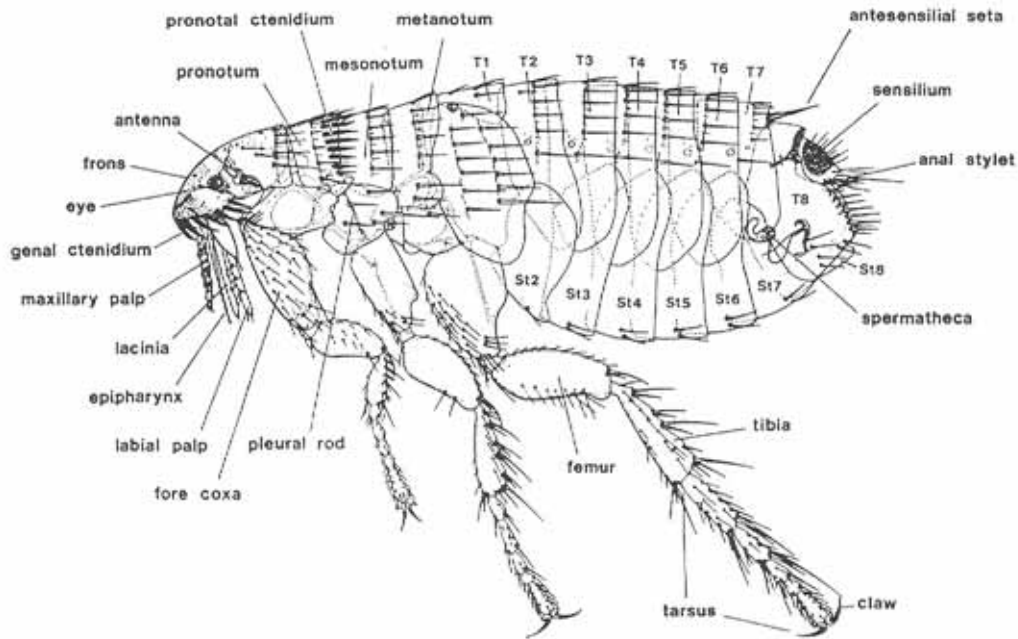


Figura 7.3 Vista lateral de la cabeza de la pulga del gato *Ctenocephalides felis*.

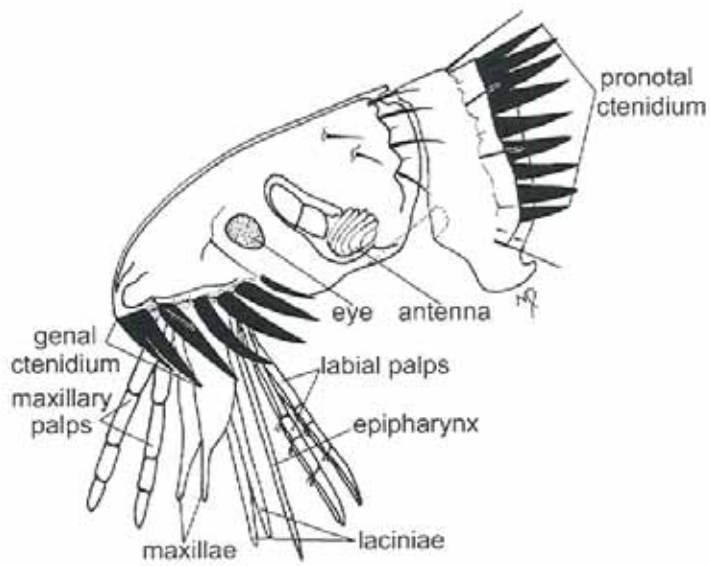


Figura 7.4 Sección transversal de la parte bucal de una pulga

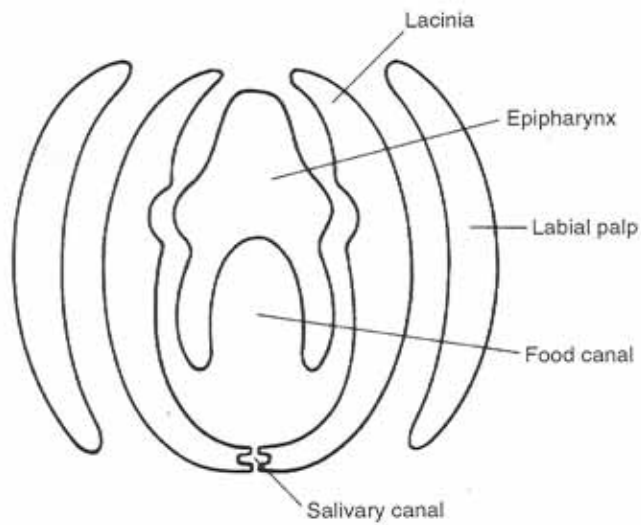
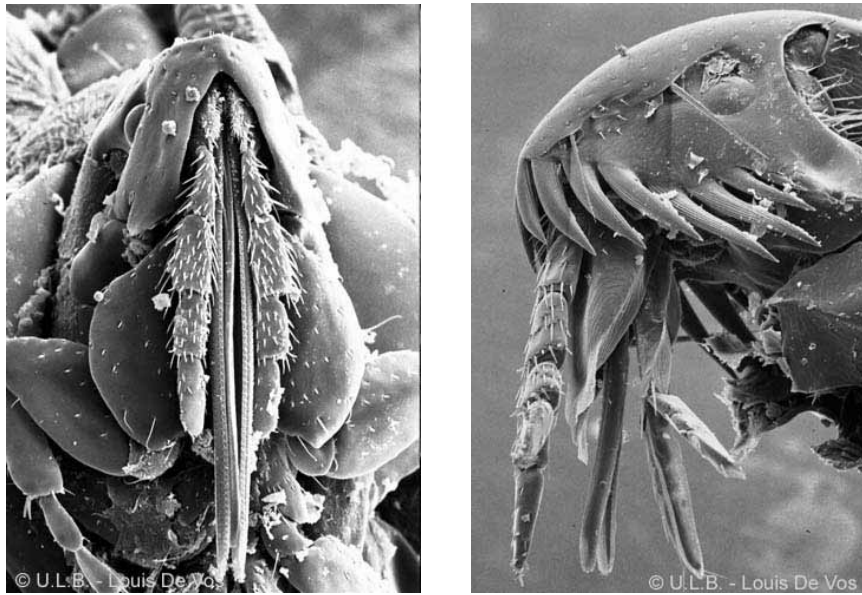
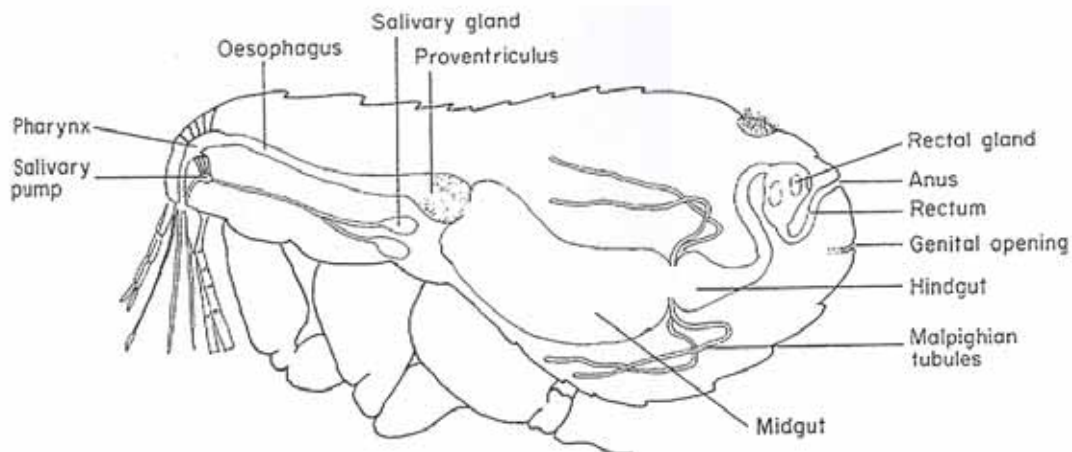


Figura 7.5 Vista frontal y lateral de las partes bucales de dos pulgas diferentes.



Internamente el *tracto alimentario* de las pulgas consiste de una *faringe* interior que da paso a un *esófago* alargado y entonces a un *proventrículo* en la unión del *estómago anterior* y el *estómago medio o mesenterón*. (Figura 7.6)

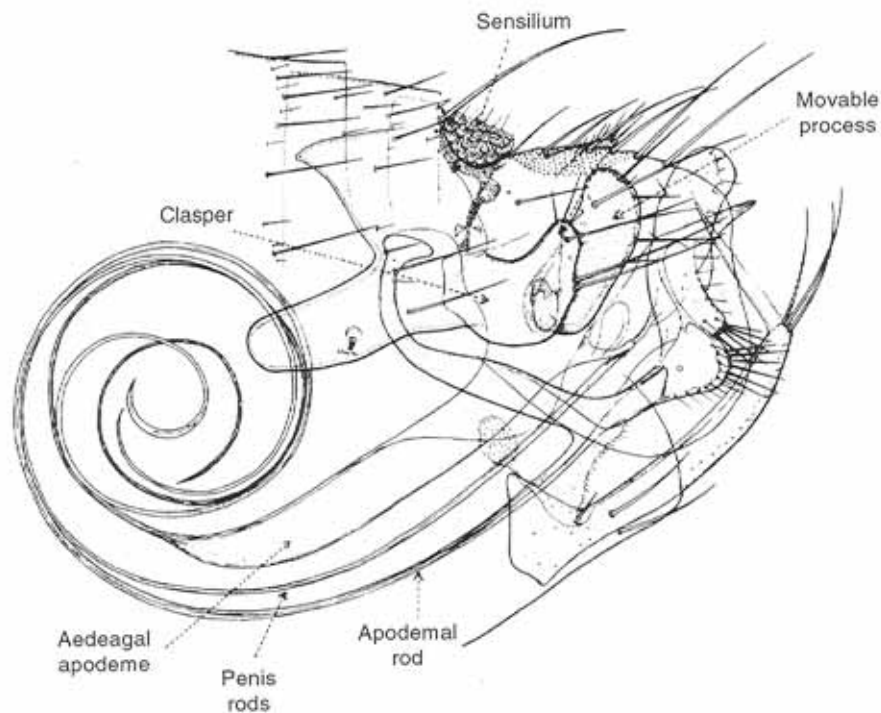
Figura 7.6 Anatomía interna de una pulga adulta. Haciendo énfasis en el canal alimentario



El proventrículo está armado con filas de espinas que pueden ser juntadas a voluntad para evitar la regurgitación de sangre del mesenterón. El mesenterón se expande para acomodar alimentaciones grandes de sangre, pero carece de divertículos o caecias como en otros insectos chupadores de sangre. Muchas pulgas ingieren porciones más grandes de las que pueden razonablemente digerir y expulsan heces con parte de la sangre durante y pronto después de alimentarse. Cuatro túbulos de Malpighio salen de la unión entre el mesenterón y el intestino posterior.

La genitalia del macho es morfológicamente compleja (Figura 7.7). Las estructuras más conspicuas son los *claspers*, que son utilizados para ayudar a asegurar a la hembra durante la cópula, de forma que haya conexión con el *aedagus* que típicamente es bien especializado y con las *varas del pene* que son parcialmente insertadas en la apertura de la hembra durante la cópula. Los componentes más importantes de la hembra son la *vagina*, el *ducto espermático* y la *espermateca*. Se puede almacenar semen en la espermateca entre acoplamientos. Durante la cópula las antenas del macho se mantienen erectas y asisten en afinar a la hembra.

Figura 7.7 Genitalia de un macho



Los *huevos* de pulgas son pequeños de 0.1 a 0.5mm, ovalados y de color blanco perla (Figura 7.8). Las *larvas* son alargadas, apodas y sin ojos con numerosas setas en todo el cuerpo, pero especialmente en la región abdominal. Poseen una cápsula en la cabeza con mandíbulas para morder (Figura 7.9) y un par de *glándulas de seda mandibulares* con la que construyen su *crisálida pupal*. La mayoría de las larvas son pequeñas, tipo gusano, muy activas y con apetito voraz. Aunque difícil de que se pueda identificar a especie una larva de pulga, la mayoría puede ser ubicada a nivel de familia dependiendo del arreglo de las papilas de la cabeza, setas y órganos sensoriales.

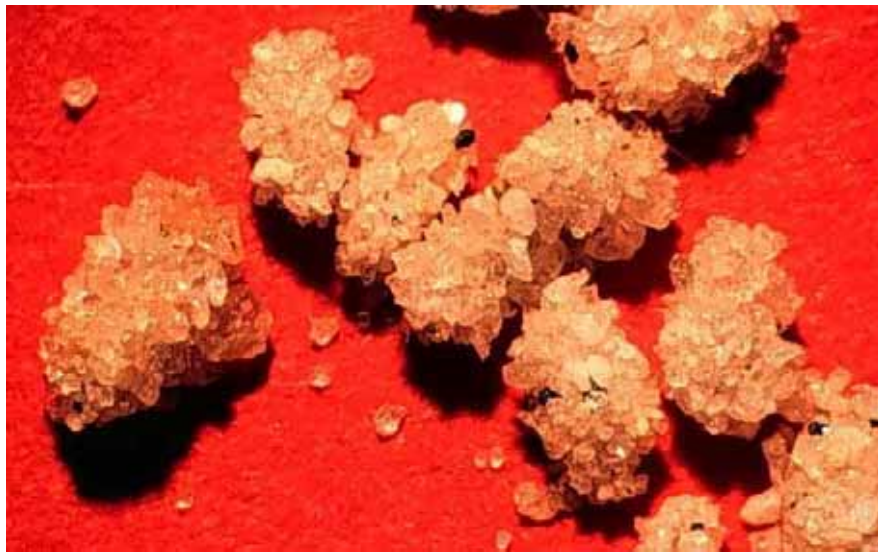
Figura 7.8 Huevos de pulga.

Figura 7.9 Larva de pulga.



Las pupas de pulgas son *exaratas* (con apéndices externamente visibles) y envueltas en una crisálida de seda secretada durante el último instar larval. Dado el caso que la seda es pegajosa, asiste en el camuflaje. Muchas pulgas adultas poseen un *tubérculo frontal* en la cabeza que asiste en liberarlas de su crisálida al momento de emerger. En algunas especies, el tubérculo frontal se desprende luego de que la pupa emerge de la crisálida.

Figura 7.10 Pupas en su crisálidas y cubiertas por detritus.



Ciclo de vida

Las pulgas son insectos holometábolos, con etapa de huevo, larva (con tres instar), pupa y adulto (Figuras 7.8, 7.9, 7.10, 7.2). Las hembras grávidas de la mayoría de las especies de pulgas pueden producir cientos de huevos a lo largo de su vida. Los huevos típicamente eclosionan en 5 días, autogenia o la deposición de huevos fértiles antes de

una ingestión de sangre no se ha observado en pulgas. Los huevos son pegajosos y se pueden adherir al pelaje del huésped; sin embargo, lo típico es que se despeguen y caigan al nido del huésped o al material de camada, en donde eclosionan en varios días. Algunas pulgas depositan directamente en las hojas o detritus del nido del huésped. Las hembras de *Stenoponia tripectinata*, una pulga de rata Palearctica, pegan los huevos al material del nido.

La mayoría de las larvas se alimentan de materia orgánica en el nido del huésped o del material de la camada. Adultas de la pulga del gato, perro y conejo europeo y representantes de varias especies eliminan "pelets" de excremento rico en sangre durante la alimentación, que a su vez es una fuente de alimento para las larvas. Larvas de la rata norteña acosan agresivamente a sus adultos hasta que éstos excretan heces ricas en sangre. Algunas larvas de pulgas suplementan su dieta alimentándose de artrópodos pequeños presentes en el nido del huésped. El canibalismo entre larvas de pulga es algo que aparentemente es común.

La duración de la etapa de pupa es de 1 - 2 semanas y está influenciada por la temperatura y la disponibilidad de huéspedes. Adultos de pulgas que todavía están encapsulados en la crisálida, pueden permanecer allí, hasta que el individuo detecta o recibe estímulos favorables para su eclosión. Adultos pre-emergentes de pulgas de gatos pueden permanecer en su crisálida por de 4 - 5 meses para evitar desecación u otros extremos ambientales que pueden matar al adulto, si de vida libre.

Muchas pulgas, incluyendo la mayoría de las que tienen importancia veterinaria son capaces de producir generaciones en forma continua, bajo condiciones favorables. La pulga del gato es un ejemplo de esto. En interiores, el tiempo de una generación de esta pulga es de entre 20 días y un mes. Otras pulgas, como las asociadas a ungulados migratorios (con pezuña) de Asia, y especies parasíticas en aves migratorias son más de pasar por una sólo generación en el año, en sincronía con la disponibilidad del huésped. Otras en ambientes fríos tienen varias generaciones en el verano y de ninguna a muy pocas durante las épocas frías. La disponibilidad del huésped es ciertamente un factor significativo en determinar el número de generaciones en la pulga. La longevidad de las pulgas en ausencia del huésped es mayor a temperaturas bajas y humedad alta, como la que se dan en ambientes templados durante el invierno. Bajo condiciones óptimas, las pulgas adulto pueden sobrevivir hasta por un año fuera del huésped. Ciclos de vida especializados o atípicos han sido desarrollados por algunos tipos de pulgas incluyendo algunas de importancia veterinaria. Hembras de los géneros, *Tunga* y *Neotunga*, penetran el tejido de la dermis del individuo, en donde pasan por un dramático evento de aumento en tamaño de hasta 1,000 veces, acompañado de una degeneración morfológica extensa. Este tipo de crecimiento, llamado *neosomía*, involucra grandes síntesis de integumento durante la etapa de adulto. Como parte de estos cambios, la apertura genital de la hembra sobresale por el poro de la piel del huésped para facilitar la cópula con machos que pasan por el área; y los huevos fértiles son extrusados por este mismo poro. Dado el gran tamaño que alcanzan estas hembras son capaces de producir cantidades impresionante de huevos. En algunos casos esto ha llevado a una reducción en el número de instar de tres a dos. Modificaciones aún más impresionantes son exhibidas por *Tunga monositus*, un parásito de ratas del Nuevo Mundo, en la que ninguna de las etapas larvales se alimenta. *Tunga penetrans* es un parásito humano de importancia que pertenece a este tipo de pulgas y ejemplifica el daño que éstas causan.

Figura 7.11 *Tunga penetrans* y el daño que puede hacer o tungiasis



Las hembras adultas de algunas pulgas ovipositan al azar en el ambiente, y las larvas que emergen deben buscar materia orgánica para consumir. Como ejemplo están las pulgas vermipslidas de los géneros, *Vermipsylla* y *Dorcadia*, llamadas alakurtas, que se alimentan de ungulados grandes y permanecen adheridas a éstos por varios días. En el otro extremo del espectro, hembras de *Uropsylla tasmanica* cementan los huevos al pelaje de su huésped marsupial en Australia y las larvas penetran la piel, donde subsisten como parásitos sub-dermales. Los adultos maduros de esta especie se dejan caer del huésped, penetran el suelo y tejen su crisálida para pupar. Larvas del conejo *Euhoplopsyllus glacialis* son ectoparásitos y otras se alimentan de la carcasa de los tejidos superficiales de huéspedes moribundos.

Comportamiento y ecología

Las pulgas han evolucionado una cantidad significativa de comportamientos especializados y ecologías para localizar y explotar a su huésped. El comportamiento de localización de huésped es muy importante para ectoparásitos adultos, como las pulgas, en los que las etapas inmaduras típicamente no ocurren en el huésped. Estímulos importantes utilizados por las pulgas para localizar el huésped incluyen la temperatura calida del cuerpo, movimiento de aire, vibración del substrato, cambios imprevistos en la intensidad de luz y el olor del huésped o de sus productos. Las sencillas, antenas y ojos son órganos importantes para que la pulga detecte un huésped potencial. En el caso en el que la pulga emerja de la crisálida en asociación cercana con su huésped, dar con una fuente de alimento no es crítico. Sin embargo, las pulgas de otros tipos de huéspedes como los ungulados, aves migratorias, típicamente deben desarrollar y utilizar estrategias mucho más sofisticadas para éste propósito. Esto incluye brincar hacia objetos oscuros y en movimiento o hacia lo cálido que hace una emanación de CO₂.

Algunas pulgas son estimuladas a emerger de sus crisálidas como resultado de compresión mecánica o por el estímulo de vibración, lo cual con frecuencia indica el regreso del huésped al nido o madriguera. Cuando los humanos o sus mascotas

retornan a las facilidades, estos estímulos son los responsables del emerger, en forma sincronizada, de los adultos de sus crisálidas.

Mientras que algunas pulgas pasan la mayor parte del tiempo viviendo en el pelaje del animal, la mayoría de las especies sólo visitan al huésped para alimentarse. De hecho, algunas especies *nidícolas*, *Conorhinopsylla*, *Megarhthroglossus*, *Wenzella*, pasan muy poco tiempo sobre el huésped, pasando la mayor parte del tiempo en hendiduras y rendijas en el nido, y se alimentan del huésped sólo cuando éste está dormido. Hábitos nidícolas se han desarrollado en varias especies de familias de pulgas.

Una vez que una pulga encuentra un huésped, la alimentación es iniciada por señales o claves que emite el huésped como el calor corporal, secreciones de la piel, y el olor del huésped o del área del huésped. Estructuras sensoriales de los palpos maxilares y labiales ayudan en seleccionar el área de alimentación. Los palpos maxilares y labiales entonces guían las partes bucales en forma de lanzas y cuando la punta del conjunto de estiletes penetra el vaso sanguíneo, la alimentación inicia asistida por la contracción de los músculos del cibarium y de la faringe. Muchas pulgas tienen bacterias y hongos simbióticos en el mesenterón que ayudan o asisten en la digestión de la comida de sangre.

El *comportamiento de apareamiento* de la mayoría de las pulgas que se han estudiado sigue una secuencia de eventos característica. Cuando el macho y la hembra se acercan uno al otro, el macho toca a la hembra con sus palpos maxilares y las antenas se ponen en una posición alerta y erguida. El macho seguidamente se posiciona detrás de la hembra, baja su cabeza y empuja su cuerpo debajo del de ella mientras la agarra con sus antenas por unos órganos tipo chupón a lo largo de la superficie interna. Entonces el macho alza el ápice de su abdomen, asegura en forma parcial a la hembra con sus claspers y extrude las varas del pene o el aedagus para iniciar la cópula. El semen es depositado en la hembra y almacenado en la espermateca de ésta hasta que los huevos estén listos para la fertilización.

El *comportamiento de locomoción* de las pulgas típicamente conlleva caminar y correr en el substrato o entre el pelaje del huésped. Sin embargo, brincar es el modo de locomoción por el que más se conoce a las pulgas; esto provee una forma de escape y una forma de llegar al huésped. Las pulgas brincan utilizando una modificación del mecanismo del vuelo de sus ancestros alados. Además de utilizar músculos derivados de los músculos subalares y basalares, han retenido los ligamentos de la bisagra del ala, que se ha desplazado medio-lateralmente como resultado de la compresión lateral del cuerpo de la pulga. El brinco no es propulsado directamente por músculos como tal sino por la rápida expansión de parchos discretos con una proteína altamente elástica, la *resilina*, en el arco pleural. Esta proteína puede almacenar y liberar energía más eficientemente que cualquier goma sintética y mucho más rápido que cualquier tejido muscular. Más aún, las propiedades de la resilina no se afectan con la temperatura, lo que permite a la pulga brincar aun bajo condiciones de temperaturas bajo cero. Antes de brincar, la pulga se acuclilla para comprimir sus parches de resilina y los mantiene comprimidos mediante varios mecanismos de enganche. Una variante del músculo depresor tergo-trocanter remueve el enganche lo que le permite al parche de resilina expandir rápidamente, transfiriendo esa energía a las patas. Esto resulta en una aceleración de aproximadamente 200g catapultando la pulga de algunas especies, más

de 30cm en 0.02 segundos. En el aire, la pulga da vueltas de carnero, manteniendo las patas del medio y traseras relajadas para utilizar las garras especializadas para enganchar pelos del huésped. Una vez ésta aterriza, los músculos se acomodan nuevamente en preparación para el próximo brinco. Repitiendo esta acción la pulga de la rata oriental puede hacer unos 600 brincos por hora por 72 horas, sin tomar descanso.

Las pulgas asociadas a nidos por lo general tienen habilidades de brincar menores ya que tienen menos resiliencia en el arco pleural y han sufrido una atrofia secundaria de los músculos para brincar. Esto tiene implicaciones adaptativas pues así disminuyen las probabilidades de que el individuo salte fuera del ambiente favorable.

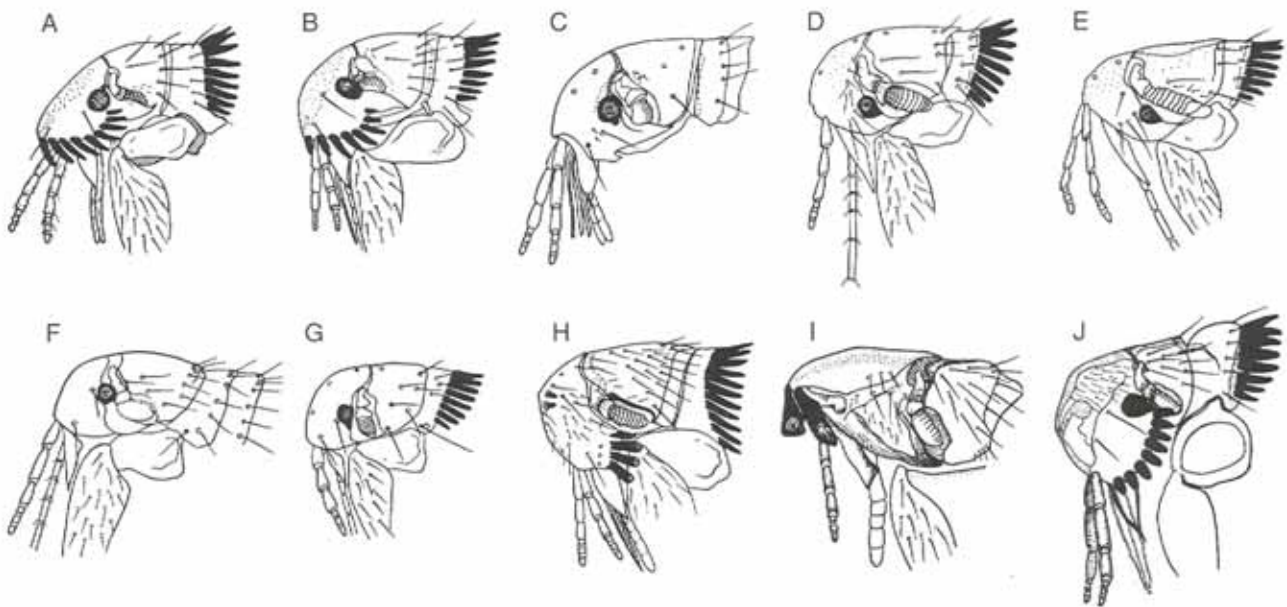
Las poblaciones de pulgas pueden ser *controladas naturalmente* de varias formas. Los huéspedes tienden a ser eficientes en su *acicalado* y de esa forma disminuyen significativamente la población de pulgas en el cuerpo. Los gatos por ejemplo, se han removido hasta un 18% de las pulgas que se le han echado, en un periodo de 24 horas. *Depredadores naturales* como ciertos ácaros mesostigmátidos, pseudoescorpiones, caculos, hormigas y otros artrópodos que se alimentan de pulgas, especialmente de las etapas inmaduras de éstos, disminuye el número o la carga de pulgas. Varios *parásitos* también contribuyen a la mortalidad de pulgas. Esto incluye al cocobacilo de la plaga o peste bubónica o muerte negra, *Yersinia pestis*, el protozoo *Nosema pulicis*, el nematodo *Steinernema carpocapsae*, y la avispa parasitoide pteromávida *Baraimlia fuscipes*.

Los *factores ambientales* con frecuencia son importantes en determinar la abundancia de pulgas en un ambiente o área geográfica en particular. Estos típicamente están relacionados con el clima, tiempo y condiciones del suelo, como humedad relativa, temperatura, humedad del suelo. Condiciones ambientales favorables como la abundancia y disponibilidad de huéspedes, comida en abundancia para las larvas, humedad relativa alta y temperaturas moderadas, promueven que haya poblaciones altas de pulgas. Dado el caso que las etapas inmaduras utilizan un hábitaculo diferente al adulto, el cumplir con los requisitos ecológicos de los inmaduros tiende a ser el factor limitante que evita el que una especie se establezca o sea más abundante en un momento dado.

Las hormonas pueden jugar un papel importante en sincronizar el desarrollo de pulgas con el del huésped. El ciclo de vida de la pulga del conejo *Spilopsyllus cuniculi* y de *Cediopsylla simplex*, son mediados por hormonas en el huésped ingeridas con la sangre del huésped. Estas pulgas se pueden reproducir sólo luego de alimentarse de sangre de una hembra preñada. De esta forma cuando emerjan los adultos de las pulgas se podrán alimentar de los conejillos. Las hormonas reproductivas de la hembra, corticosteroides y estrógenos, estimulan la maduración de los ovarios y ovariolos de la pulga hembra y el desarrollo testicular en la pulga macho. Las pulgas adultas están listas para aparearse para el momento en que la camada nace. La cópula y la deposición de huevos ocurren luego de que han sido transferidos a los conejillos. Las larvas se alimentan de la materia orgánica en el detritus del nido. La próxima generación de pulgas adultas aparece 15 - 45 días más tarde, a tiempo para infestar los conejillos, antes de que se vayan de la madriguera.

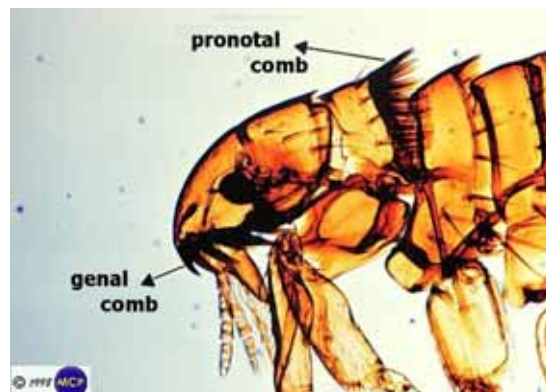
Pulgas de importancia veterinaria y médica

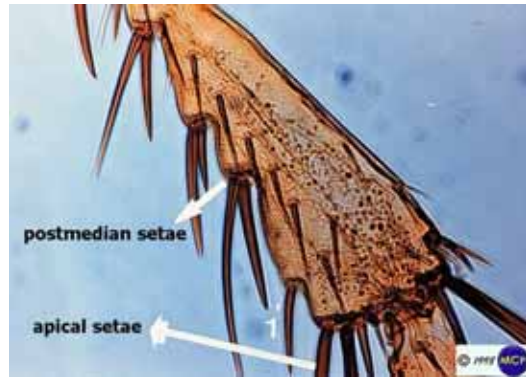
Figura 7.12 Morfología de la cabeza y protórax de varias pulgas. (A) Pulga del gato, *Ctenocephalis felis*; (B) pulga del perro, *Ctenocephalis canis*; (C) Pulga humana, *Pulex irritans*; (D) Pulga de la rata noroesteña, *Nosopsyllus fasciatus*; (E) pulga de la rata de norteamérica, *Oropsylla montana*; (F) pulga del ratón oriental, *Xenopsylla cheopis*; (G) pulga del roedor norteamericano, *Hoplopyllus anomalus*; (H) pulga del ratón europeo, *Leptopsylla segnis*; (I) pulga del murciélago norteamericano, *Mydopsylla insignis*; (J) pulga del conejo, *Cediopsylla simplex*.



Pulga del gato (*Ctenocephalides felis*)

La distribución de setas en la tibia trasera provee un criterio de identificación. Entre la seta postmedial y la apical hay una muesca (1) o indentación que tiene una espina corta y rígida.



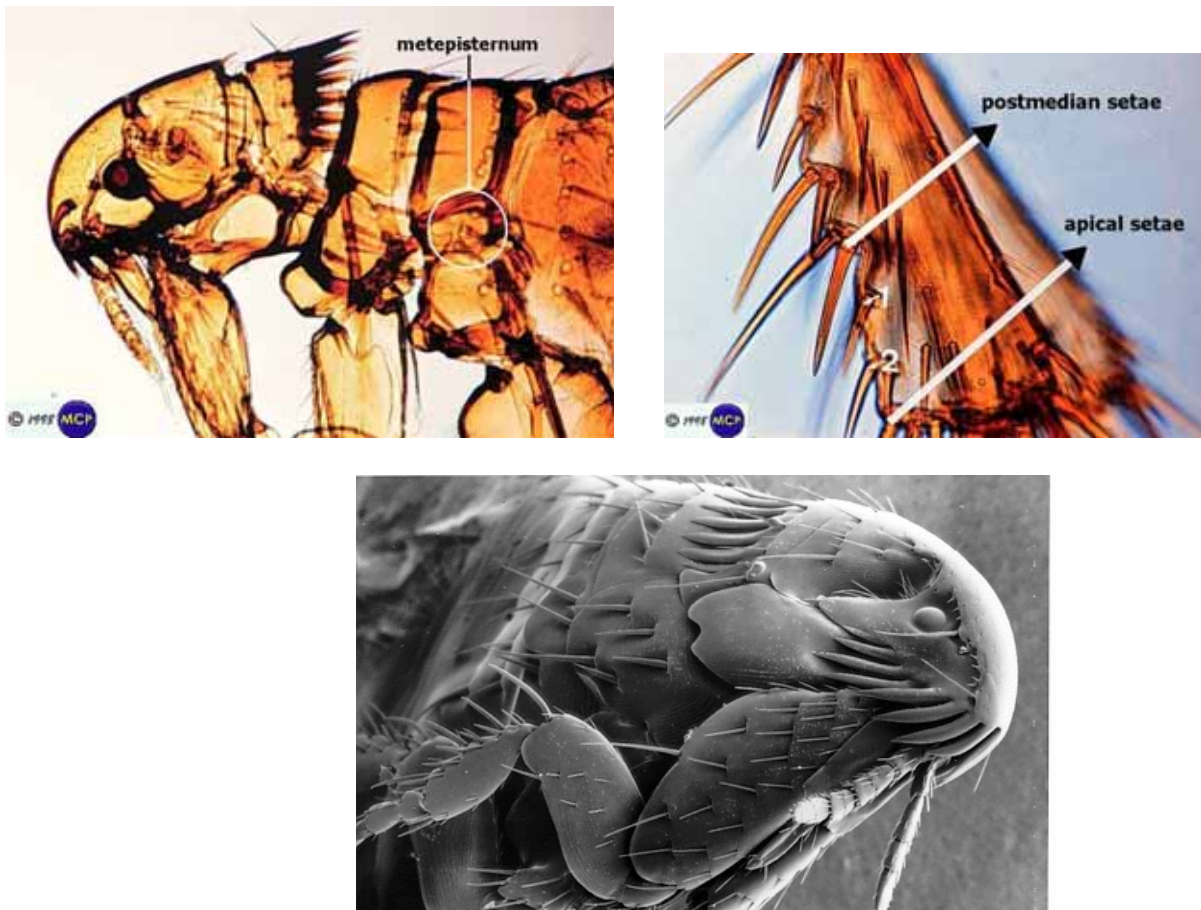


La pulga del gato ocurre en todas partes del mundo y al presente es la plaga más importante de animales domésticos y del ser humano. Su importancia estriba en que se alimenta de gatos domésticos y silvestres, pero también de humanos, perros y varias otras especies de animales de la finca. También parasita mamíferos salvajes como el opossum y los mapaches. Este ectoparásito es la pulga más común en gatos y perros en casi todo el globo. Algunas estirpes de la pulga del gato aparentan haberse adaptado a huéspedes como el caballo y las cabras. Múltiples casos de anemia severa han sido reportados al haber grandes números de pulgas en éste y otros animales domésticos.

La hembra adulta es más prolífica produciendo huevos fértiles si se alimenta de sangre de gato que de otras fuentes. Bajo condiciones óptimas una hembra puede poner 25 huevos al día por un mes, contribuyendo a densidades altas de pulgas en un periodo de tiempo relativamente corto. Las pulgas adultas tienen ctenidas genales y pronotales muy marcadas y puede ser distinguida de la pulga del perro por tener una cabeza más larga y por tener una espina más larga en la primera ctenida genal.

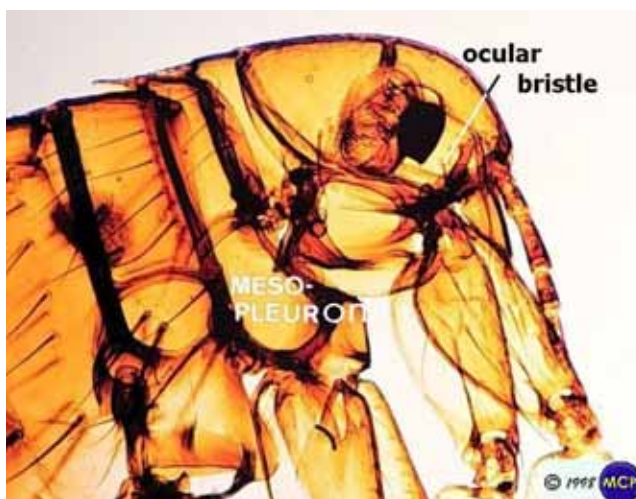
Pulga del perro (*Ctenocephalides canis*)

Figura - La distribución de setas en la tibia trasera provee un criterio de identificación. Entre la seta postmedial y la apical hay dos un sacabocacos (1-2) con una espina corta y rígida cada uno. Todas las otras especies tienen una sola muesca con una sola seta.



Esta pulga es menos común en perros domésticos hoy día que hace varias décadas, siendo ocupando este nicho por la pulga del gato. No hay explicación satisfactoria al momento para este hecho, aunque se ha mencionado que la pulga del gato puede que maneje mejor el estrés causado por el uso de insecticidas modernos. No obstante, es la pulga predominante en perros de muchas partes del globo incluyendo Irlanda, Israel y otros países. La pulga del perro doméstico también parasita caninos de vida libre como zorros, coyotes y lobos, animales en los que son bastante comunes.

Pulga humana (*Pulex irritans*)

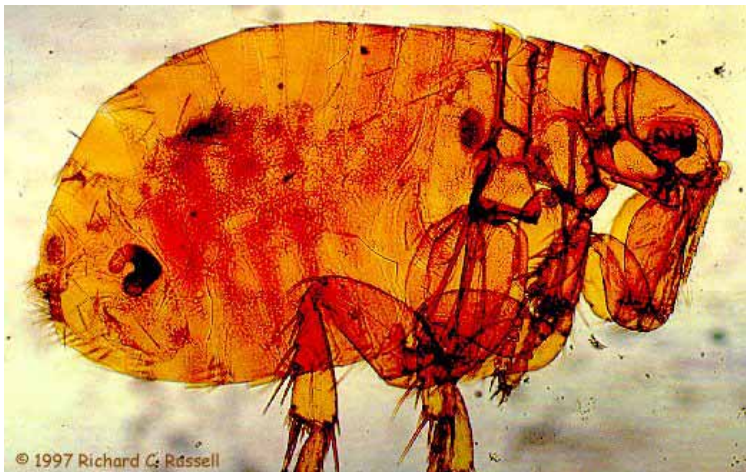


Esta pulga se alimenta de sangre de humanos y es capaz de transmitir patógenos de importancia médica. Sin embargo, es un ectoparásito que se observa más comúnmente en cerdos, y en gatos y perros domésticos de todas partes del globo. Aunque un parásito infrecuente del ser humano en países desarrollados, esto no ha sido así siempre. Observamos a *Pulex irritans* en áreas remotas y aisladas, y eso hace que se observe una distribución en parches aunque cosmopolita. Los adultos no tienen ctenida genal y pronotal. Tiene una seta ocular debajo del ojo. *Pulex simulans* es una especie muy cercana, que parasita mamíferos grandes como caninos y en ocasiones al humano en el Nuevo Mundo.

Pulex simulans



Pulga de la rata oriental (*Xenopsylla cheopis*)



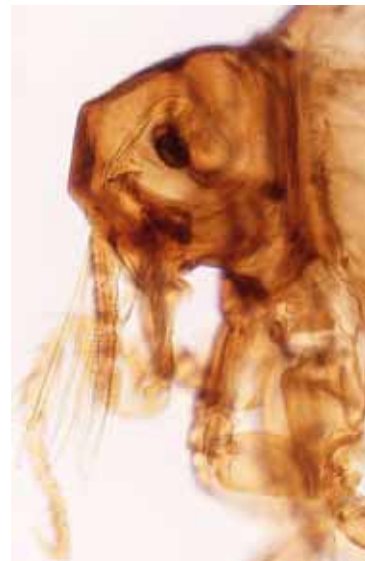
Esta pulga es el vector principal de la peste bubónica y del tifus murino a través de la mayoría de las partes tropicales y subtropicales del globo terráqueo. Otras especies de *Xenopsylla* también pueden ser vectores del bacilo de la plaga. Aunque más común en ratas domésticas, también se alimenta de humanos, perros, gatos, aves y otros huéspedes, si la rata no está disponible. Al igual que la pulga del humano esta especie no tiene ctenidia genales y pronotales.

Pulga del conejo europeo (*Spilopsyllus cuniculi*)



Originalmente de Europa, esta pulga ha acompañado a su huésped, el conejo, a todas partes del globo ya sea como animal de laboratorio, para la crianza o que se ha escapado y se hace vida libre. Es un ejemplo de una especie de pulga sedentaria o “sticktight”. Los adultos se pegan a su huésped por largos periodos de tiempo utilizando sus partes bucales alargadas para anclarse en la piel. Típicamente la encontramos en las orejas del conejo, en donde hay vasos sanguíneos periferales que proveen buen acceso a una alimentación. Los adultos tienen una ctenida genal con cinco espinas botas orientadas casi verticalmente en la cabeza y una ctenida pronotal bien desarrollada.

Pulgas pegafuerte o “sticktight” (*Echidnophaga gallinacea*)



Según indicado por su nombre, esta es otra pulga que se adhiere fuertemente y por largos periodos de tiempo de su huésped. Tiene distribución muy amplia por todo el globo en áreas en las que se cultivan pollos y gallinas. Se adhiere en forma semi-permanente en la cabeza, especialmente en la cresta. También utiliza como huésped a otras aves domésticas como pavos y codornices, ratas domésticas, perros, gatos, y ocasionalmente al humano. Los adultos de esta especie se identifican con facilidad por su cabeza semi-cuadrada con un ángulo bien marcado y por la ausencia de ctenidia pronotal y genal.

Chigoe (*Tunga penetrans*)



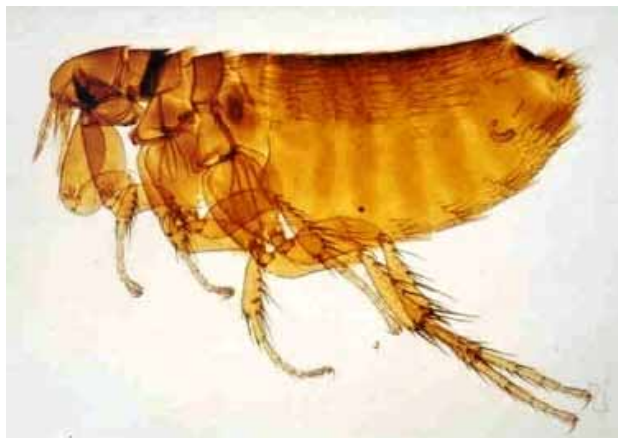
Esta pulga también llamada pulga de la arena o “jigger” o “chigoe” (no debe confundirse con los “chiggers”) tiene implicaciones significativas para la veterinaria y la medicina ya que penetra la piel de animales domésticos y del ser humano. Además de ser pequeña, 1mm de largo, el adulto de vida libre, no tiene ctenidia genal y pronotal y tiene una cabeza angulada. Tiene una amplia distribución global en regiones tropicales y sub-tropicales. Inicialmente la pulga hembra es de vida libre pero invade la piel del huésped. Una vez incrustada en la piel, se va hinchando al ingerir fluidos del huésped, expandiendo hasta 80 veces su tamaño previo a alimentarse, en unos 8 - 10 días. Mantienen un poro al exterior a través del cual respira, copula y expelle huevos. El macho es de vida libre. Tiene el pene más largo, en relación al tamaño de su cuerpo, que existe en el reino animal y copula en una posición invertida. Los huevos típicamente son expelidos en la arena de playa, donde los huéspedes son más frecuentes. Sólo tiene dos instar larval. Desarrollo de huevo a adulto toma unas 4 - 6 semanas, pero puede ser de

sólo 3 semanas si las condiciones son óptimas. La savia resinosa del mamey criollo o *Mamea americana* se utilizada para tratar las afecciones de los pies de los esclavos que eran infestados por esta especie de pulga. Tiende a alojarse debajo de las uñas de los pies, pero también en los dedos y piernas en donde causan irritación, inflamación y ulceración marcada, e inclusive la amputación espontánea de un dígito.

Pulga de la rata norteña (*Nosopsyllus fasciatus*)

Esta es una pulga común de ratas domésticas, especialmente en áreas templadas del las regiones norteñas del globo terráqueo. Aunque puede morder al humano y transmitir variaos patógenos zoonóticos, como los agentes de la plaga y del tifus murino, es mucho menos importante que la pulga de la rata oriental. Ocasionalmente parasita otros roedores y animales domésticos. Los adultos poseen una ctenida pronotal bien desarrollada, pero no tiene ctenida genal (Figura 7.12)

Pulga de la gallina europea (*Ceratophyllus gallinae*)



Este ectoparásito de aves domésticas y ferales o silvestres, pero especialmente de gallinas, se originó en Europa pero se ha diseminado por todo las operaciones avícolas del globo. Como se puede alimentar de tantos tipos de aves, es con frecuencia muy difícil de erradicar. Esta pulga es altamente motil en el huésped y es muy común en el material del nido. Los adultos tienen una ctenidia pronotal distintiva, pero no tienen ctenida genal.

Pulga del ratón europeo (*Leptopsylla segnis*)

Esta pulga cosmopolita típicamente parasita el ratón casero (*Mus musculus*), incluyendo las colonias de laboratorio. En raras ocasiones, causan anemia bajo condiciones de poblaciones altas. Adultos de esta pulga tienen ctenidias pronotal bien

desarrolladas y la ctenidia genal es casi vertical y consta de 4 espinas botas y redondeadas (Figura 7.12).

Importancia veterinaria

Varias especies de pulgas son ectoparásitos importantes de animales domésticos y silvestres. Se hará énfasis en aquellos que pueden infestar mascotas y animales de la finca. Muchas pulgas asociadas con animales domésticos meramente causan incomodidad como resultado de su mordedura o picada, también pueden causar dermatitis causada por el mordisco de la pulga, alergias, y anemia si presentes en grandes números. Otras pulgas, como las “pegafuertes” y los “chigoes”, embeben sus partes bucales o su cuerpo entero en la piel de mamíferos y aves causando una inflamación local y otros problemas significativos. Algunas pulgas son huéspedes intermedios de animales domésticos, mientras que otras transmiten patógenos como virus y tripanosomas a su huésped.

La pulga de gato, *C. felis*, es un ectoparásito extremadamente importante, no sólo para gatos y perros, pero también para varios mamíferos, incluyendo los oppssums, ganado, caballos, ovejas, cabras, conejos y monos. Algunas poblaciones de *C. felis* se han adaptado a su huésped, como al perro o al gato y tienen preferencia a alimentarse de estas especies. Ocasionalmente la pulga del gato se alimenta en grandes números de cabras, ovejas y terneras u otro ungulado y le llegan a causar anemia e inclusive la muerte. Mascotas, especialmente perros y gatos, pueden apoyar a cientos y miles de pulgas del gato. Como la larva se sustenta de los “pellets” ricos en sangre que eliminan los adultos, es bien importante el limpiar con una aspiradora y tratar el área que utiliza la mascota para descansar y dormir de forma que se pueda eliminar o controlar el problema. La pulga del perro, *C. canis*, es un ectoparásito poco frecuente de los perros, con poblaciones persistiendo en sólo algunas áreas del globo como Austria, Irlanda y Nueva Zelanda. Casi siempre, la pulga que encontramos en el perro, es la del gato *C. felis*.

Varias especies de pulgas son parásitos de animales domésticos y de ratas y ratones de laboratorio. Estas incluyen la pulga de la rata oriental, *X. cheopis*; la pulga de la rata norteña, *N. fasciatus* y la pulga del ratón Europeo, *Leptopsylla segnis*. Infestaciones de pulgas de estos roedores son típicamente más importantes como resultado del potencial de transmisión de patógenos que por las incomodidades generadas por la propia mordida. La pulga del conejo Europeo, *Spilopsyllus cuniculus*, es un parásito del conejo Europeo, *Oryctolagus cuniculus*, a través de la mayor parte del globo terráqueo en el que ha sido introducido como animal de caza, o para su crianza. Y como es también el conejo más utilizado para criar y hacer pruebas de laboratorios ocasionalmente es un problema en estas facilidades. Esta pulga es una plaga común en las jaulas de conejos y en donde los conejos Europeos son criados comercialmente para consumo humano. Típicamente se alojan en las orejas del conejo, causando irritabilidad, lo que disminuye el consumo de alimento y por ende la ganancia en peso del animal y la formación de costras en la piel lo que disminuye el valor del animal.

En Asia Central la pulga alakurt, *Dorcadia ioffi* y *Vermipsylla alakurt* parasitan ungulados, especialmente caballos, ovejas y los yak. Estas pulgas con frecuencia se

encuentran en grandes números en su huésped y llegan a causar anemia, pérdida de pelaje, crecimiento retardado, “unthriftness” = la habilidad de un animal joven a no crecer o ganar peso a la razón promedio acostumbrada, muerte ocasionalmente, sobre todo en ovejas recién nacidas.

Otras pulgas que causan incomodidad al morder animales domésticos son; *Pulex simulans*; la pulga humana, *P. irritans*; la pulga pegafuerte, *Echidnophaga gallinacea*; todas han sido removidas de gatos y perros. *Pulex simulans* y *P. irritans* pueden ser ectoparásitos importantes de perros y cerdos, mientras que la pulga “pegafuerte” infesta ratas domésticas y varios otros mamíferos.

Varias especies de pulgas se alimentan de aves. Por lo menos tres de éstas son plagas importantes para la industria avícola. La pulga “pegafuerte” es una plaga importante en áreas tropicales y sub-tropicales del Nuevo Mundo. Estas pulgas pequeñas se pegan a las partes del ave en las que no hay plumas, como la cabeza, la carnosidad en la garganta de muchas aves o (wattle), la cresta y el ano. También pueden causar anemia. Los lugares de alimentación se pueden ulcerar, lo cual ocurre frecuentemente alrededor de los ojos, llegando a causar ceguera y la muerte pues el animal o no puede o deja de alimentarse. También se pueden desarrollar infecciones secundarias. La pulga del pollo Europeo, *Ceratophyllus gallinae* es un ectoparásito sedentario de aves domésticas en varias partes del globo, incluyendo al este de Norteamérica. En el oeste de Norteamérica, la pulga occidental del pollo, *C. niger*, es otra especie sedentaria que parasita aves domésticas y varias especies de aves silvestres. Si en grandes números, todas estas pulgas le causan al huésped, emaciación, disminución en ganancia en peso, disminución en la postura.

Dermatitis causada por la mordedura de la pulga

Reacciones alérgicas a las picadas o mordeduras de las pulgas es un problema muy común en animales domésticos, especialmente en mascotas. La hipersensibilidad a la saliva de las pulgas es más aparente en animales que en humanos, ya que un número mayor de mascotas son picadas por pulgas. Una sola picada puede iniciar un caso agudo, en ocasiones crónico de dermatitis hipersensible en perros y gatos. Rascar incesante e irritación, especialmente durante las épocas más cálidas del año típicamente refleja la condición. En los gatos, estas lesiones se manifiestan como una pequeña erupción púrpura de 1cm de diámetro, cubiertas con una cáscara; en los perros, la cáscara rara vez se da. En ambos animales, perros y gatos las pulgas se encuentran con más frecuencia en el lomo de las caderas y entre las caderas, acompañado de pérdida de pelaje y rascar continuo. En ocasiones, en los gatos podemos encontrar un anillo de cáscara alrededor del cuello y pruritus general. Un control diligente es importante para combatir efectivamente esta condición. Se puede administrar pomadas con corticosteroides y un tratamiento de antígenos para desensibilizar es otra opción. Excepto en los casos más severos, la hipersensibilidad va desapareciendo según la mascota es picada en forma repetida por las pulgas y deja de reaccionar en forma severa a los antígenos de la saliva de la pulga.

Tungiasis

Algunos animales domésticos especialmente los cerdos y los perros son parasitados por *Tunga penetrans*, lo que causa la condición conocida como *tungiasis*. En los cerdos principalmente afecta las patas, pero también el hocico, ubre, patas y el escroto. Infestaciones de la ubre resultan en disminución en el flujo de leche lo que llega a afectar la lechigada. En los trópicos y sub-trópicos, los cerdos funcionan como reservorios de *Tunga* para los humanos. Hay unas 8 especies de *Tunga* que penetran la piel de huésped, principalmente en el Nuevo Mundo.

Myxomatosis

La myxomatosis es principalmente una enfermedad del conejo Europeo y está causado por una infección del virus myxoma. El virus causa fibromas benignos en el conejo en California, América Central y Sur América. Sin embargo, en el conejo Europeo ocurre una infección severa y usualmente fatal con lesiones que van agrandando en la piel acompañado por síntomas de viremia general. El virus myxoma fue introducido en Australia en el 1950 y en Europa en el 1953. La idea detrás de introducir este virus fue el de controlar poblaciones del conejo que estaban reproduciéndose sin control.

El virus es transmitido mecánicamente a los conejos por una variedad de artrópodos que se alimentan de sangre, particularmente mosquitos. Como con otros patógenos transmitidos por pulgas, el virus myxoma permanece confinado al intestino y partes bucales de *S. cuniculi*. Se ha observado al virus sobrevivir por 3 - 4 meses en pulgas infectadas. Dado el caso que hay gran variabilidad en la virulencia de varias cepas del virus, y de susceptibilidad de las poblaciones de conejos, el éxito en el uso de este virus en el control de conejos ha sido altamente variable. Inicialmente los conejos probaron ser altamente susceptibles al virus pero con el tiempo han desarrollado resistencia al mismo.

Tripanosomiasis murina

El *Tripanosoma lewisi* es el agente causal de la tripanosomiasis murina en las ratas domésticas a través de la mayor parte del globo. Esta transmitido principalmente por la pulga de la rata norteña, *N. fasciatus*, y por la pulga de la rata oriental, *X. cheopis*. Las pulgas ingieren tripanosomas al alimentarse de ratas infectadas, el patógeno permanece en el mesenterón de la pulga donde se desarrolla. En 6 horas luego de la ingestión, el tripanosoma invade las células del epitelio, adquiere una forma de pera y se divide. Las células parasitadas se rompen luego de 18 horas a 5 días y liberan tripanosoma. Estos o penetran a otras células epiteliales o se mueven posteriormente al recto y ano. Los tripanosomas que llegan a la "fase rectal" son eliminados con las heces. Los tripanosomas entran a la rata huésped cuando esta se lame y rasca el pelaje durante el acicalado, representando un ejemplo clásico de transmisión por estación posterior. La tripanosomiasis murina es típicamente benigna para las ratas. Sin embargo, *T. lewisi* y su interacción con la rata ha sido utilizado como un modelo para diseñar terapias y estudiar el desarrollo de inmunidad contra especies de tripanosomas más virulentos que también son patogénicos al ser humano y animales domésticos.

Por lo menos 9 especies de tripanosomas además de *T. lewisi* son transmitidos por roedores y pulgas; *T. musculi* (sinónimo *T. duttoni*) de ratones de la casa; *T. rabinowitschi* de hámsteres; *T. neotomae* de ratas del bosque y *T. grossi* de ratón del bosque Europeo (*Apodemus sylvaticus*) *T. nabasi* es una de dos especies de tripanosomas conocidos transmitidos a conejos por pulgas. Las pulgas son también sospechadas de transmitir tripanosomas a aves, shrews, voles y logomorfos.

Otros patógenos y parásitos originados de pulgas

Muchos de los patógenos en la Tabla II causan enfermedades en humanos, con animales silvestres o domésticos como reservorios. Estos incluyen la plaga, tularemia, tifus murina, fiebre Q, y tifus selvático epidémico. La infección de animales domésticos con la mayoría de estos patógenos, puede muy bien no ser aparente, febril, o fatal, dependiendo de la especie huésped, su salud y la cepa del patógeno. Los gatos por ejemplo, son típicamente susceptibles a la mayoría de las cepas de la plaga, mientras que eso no sucede con el perro.

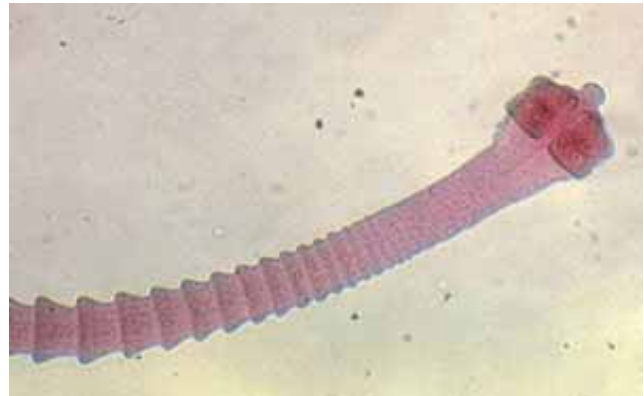
Otros patógenos de importancia veterinaria que se han aislados de, o detectado en, pulgas, incluyen a: el virus linfocítico choriomeningitis, que afecta a muchos mamíferos, especialmente a roedores; virus felino leukopenia; las siguientes agentes bacterianos; *Borrelia burgdorferi*, agente causal de la enfermedad de Lyme; *Listeria monocytogenes*, el agente de la listeriosis en ungulados; *Brucilla abortus* agente de la brucelosis, en bovinos; *Pseudomonas mallei*, agente causal de “glanders” en equinos; *Pseudomonas pseudomallei*, el agente de la melioidosis. Sin embargo, el papel que juegan las pulgas como vectores no está claro.

Otros microorganismos que ocurren en la pulga y que pueden ser transmitidos al vertebrados incluyen a: esporozoo haemogregraino, varios organismos rickettsiales, simbiontes misceláneos. El protozoo *Hepatozoon erhardovae* es transmitido por el vole Europeo (*Clethrionomys*) por lo menos por 5 especies de pulgas. El parásito se reproduce sexualmente en el hemocelo de la pulga, donde se desarrolla a esporocito, la transmisión al “vole” ocurre cuando este se lame al acicalarse. Especies de *Hepatozoon* relacionadas que parasitan el “vole” americano, el de Eucrasia y las ardillas de Norte América han sido detectadas en pulgas y se considera que son transmitidos en forma similar.

Las pulgas como intermediarios de helmintos

La tenia de doble poro *Dipylidium caninum* normalmente se desarrolla como adulto en el intestino de perros, gatos y algunos carnívoros salvajes. Los huéspedes intermedios de la pulga más importantes son la pulga del gato y la pulga de perro, aunque la pulga humana puede también fungir en esta capacidad. En África tropical una pulga de jabalí, *E. larina* en ocasiones es responsable de infestaciones de *D. caninum* en perros domésticos. La infestación típicamente se inicia cuando el animal consume pulgas parasitadas durante el acicalado.

Dipylidium caninum



Dos especies de tenia que infestan ratas y ratones son la tenia del roedor *Hymenolepis diminuta* y la tenia enana *Hymenolepis nana*. Pulgas de ratas, especialmente la pulga de la rata oriental y la pulga de la rata nortea fungen como huéspedes intermedios. La infestación es iniciada cuando pulgas infestadas son consumidas por el huésped roedor definitivo.

El nemátodo oncocercos *Acanthocheilonema reconditum*, que causa un tipo de filariasis canina un tanto benigna, ha sido encontrado en varias especies de pulgas. La pulga del gato y la del perro son aparentemente los vectores principales. Transmisión de larvas maduras por estas pulgas ocurre mediante la mordedura. Los perros, jacaes, hienas son los principales huéspedes de *A. reconditum*.

Varias otras especies de helmintos han sido aisladas de pulgas colectadas en la naturaleza y se ha observado que pulgas han sido huéspedes intermedios adecuados bajo condiciones de laboratorio. Sin embargo, la importancia de la pulga en mantener

estos patógenos en la naturaleza no es bien conocida. Por ejemplo, el gusano de la triquinosis, *Trichinella spiralis*, ha sido encontrado enquistado en la pulga de la rata oriental en la India. Este helminto normalmente enquista en el tejido de ratas y cerdos causándoles triquinosis.

Prevención y control

Hay varias metodologías que se pueden poner en práctica para disminuir o eliminar el problema de picadas o mordedura por parte de pulgas a los animales de la finca, los domésticos y al ser humano. Tratando con insecticidas las facilidades donde se crían los animales, en las muchas variantes que hay de cómo aplicarlos, es una forma de control efectiva. Hay productos comerciales disponibles como los derivados de botánicos, carbamatos, organofosforados, piretroides, compuestos de boro, y la tierra diatomácea. Algunas técnicas no químicas son efectivas para disminuir las poblaciones de pulgas, entre estas utilizar la aspiradora con frecuencia, sobre todo en las áreas en las que la mascota descansa y duerme, aún con más frecuencia si hay alfombras. También se puede utilizar trampas pegajosas y las de tipo molde. Las de tipo molde son bandejas con agua con detergente y color (verde-amarillo de 515nm), con frecuencia se le añade una luz para que las pulgas vayan a la combinación de calor y color y se ahoguen.

Varios derivados botánicos como las piretrinas tienen una toxicidad baja para los mamíferos y son útiles como polvos para empolvar mascotas. También vienen en versión de jabones, que típicamente tienen ácidos grasos y shampoos que se utilizan para lavar la mascota. El baño remueve y ahoga muchas pulgas, mientras que aquellas que sobreviven, tienden a desecarse ya que el mismo jabón remueve la capa de cera protectora de su integumento. También se puede utilizar peinillas para remover pulgas que podemos comprar en la oficina del veterinario o en casas agrícolas. También vienen una serie de productos químicos para el control de pulgas que se pueden utilizar en collares tratados o aplicar directamente al animal cada cierto tiempo. Se ha hecho bastante progreso en el desarrollo de vacunas contra la pulga, principalmente utilizando antígenos del mesenterón de la pulga del gato para inducir respuesta inmune en el huésped. En varios ensayos, perros, gatos y conejos que fueron expuestos experimentalmente a antígenos de la pulga del gato tenían significativamente más pulgas muertas y comprometidas reproductivamente que las no vacunadas.

Reguladores de crecimiento de insectos, especialmente formulaciones de methoprene, pyriproxyfen y fenoxycarb son parte del arsenal que se están utilizando para controlar pulgas debido a su baja toxicidad a los mamíferos. Aún en concentraciones bien bajas estos químicos interfieren con el desarrollo de la pulga y eventualmente (1-2 meses) proveen un control efectivo. Estos se pueden aplicar como polvos o en fórmulas de shampoo para mascota. El parasiticida sistémico ivermectina y el regulador de crecimiento cryomazine y lufenuron también disminuyen las poblaciones de pulgas en animales, especialmente perros y gatos. En forma parecida, el compuesto topical neuro inhibidor, el imidacloprid, un compuesto nitromethylene sintético es eficaz contra la pulga del gato. Dos controles biológicos, el nematodo parasítico *Steinernema carpocapsae* y el hongo entomopatogénico *Beveria bassiana*, disminuyen el número de pulgas bajo condiciones de laboratorio y prometen ser un control efectivo en el futuro.

Para el ser humano, protectores personales como el DEET o la permethrin son muy efectivos en disminuir el número de picadas por pulgas. La permetrina debe ser untada a la ropa y nunca a la piel. Aunque prohibido en los EEUA, el DDT todavía es utilizado en el control de pulgas en varias partes del globo, cuando se desarrollan brotes de plaga y de tifus murino. Como con cualquier producto químico su uso debe ser muy juicioso ya que el desarrollo de resistencia es un hecho con el que todos tenemos que lidiar.

Los brotes de plaga o peste bubónica típicamente son seguidos por programas de educación pública sobre un área significativa conjuntamente con un programa de remoción de roedores y vectores de las pulgas. Control del tifus murino típicamente conlleva eliminar los vectores de la pulga o los reservorios de los roedores con aplicaciones de insecticidas y por trampeo. Áreas en las que se pueden alojar y proteger roedores deben ser eliminadas. Los huecos y lugares en los que se pueden alojar los roedores, deben ser tratados con alguno de los varios rodenticidas que hay disponible. Aún aquellas que no se pueden eliminar, deben ser tratadas con insecticidas para evitar que los artrópodos les lleguen a los roedores. El monitoreo constante para roedores y para pulgas es algo muy necesario en áreas de brotes de plaga o de tifus murino. Prácticas completamente inefectivas en el control de pulgas, aunque se profesa lo contrario, es el uso de repelentes ultrasónicos, ingerir ajo, Vitamina B o levadura Brewers.