

Entomología médica y veterinaria

Biología y sistemática de artrópodos de interés médico y veterinario en Argentina

María V. Micieli, Arnaldo Maciá
Gustavo R. Spinelli (coordinadores)

n
naturales

FACULTAD DE
CIENCIAS NATURALES Y MUSEO


edulp
EDITORIAL DE LA UNLP



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

ENTOMOLOGÍA MÉDICA Y VETERINARIA

BIOLOGÍA Y SISTEMÁTICA DE ARTRÓPODOS DE INTERÉS MÉDICO Y VETERINARIO EN ARGENTINA

María V. Micieli

Arnaldo Maciá

Gustavo R. Spinelli

(coordinadores)

Facultad de Ciencias Naturales y Museo



A Darío, mi compañero de vida. A mis hijos, Clara y Lucio.

VM

A Julia, Fran y Manu.

AM

*En memoria del Dr. Raúl E. Campos,
por sus aportes científicos a la entomología médica en Argentina*

Agradecimientos

A todos los especialistas que colaboraron con la redacción de este libro. A Jorge Barneche, Walter Ferrari, Francisco Giambelluca, Luis Giambelluca, Mariano Mastropao, Diego Méndez y Gabriela Quintana, por las fotos que ilustran los capítulos 2, 3, 7, 8, 11, 13, 14 y 16. A Gastón Mougabure-Cueto por su colaboración en la sección referida a insecticidas sintéticos. A la Editorial de la UNLP por posibilitar este proyecto. A la FCNyM, UNLP, por habernos brindado una formación de excelencia y posibilitar nuestro desempeño docente. Al CONICET y la CIC por haber financiado nuestra actividad profesional en el país y en el extranjero. A la División Entomología de la FCNyM, al CEPAVE y al ILPLA por darnos el ambiente propicio para desarrollar nuestro trabajo.

La mosca había muerto. Aquella reina. Negra y azul. (...) Todo escribe a nuestro alrededor, eso es lo que hay que llegar a percibir; todo escribe, la mosca, la mosca escribe, en las paredes, la mosca escribió en la luz de la sala, reflejada por el estanque. La escritura de la mosca podría llenar una página entera. Entonces sería una escritura. Desde el momento en que podría ser una escritura, ya lo es. Un día, quizás, a lo largo de los siglos venideros, se leería esa escritura, también sería descifrada, y traducida. Y la inmensidad de un poema legible se desplegaría en el cielo.

-Marguerite Duras, *Escribir*

Índice

Prefacio	9
<i>Gustavo R. Spinelli</i>	
Capítulo 1	
Una introducción a los artrópodos vectores	11
<i>María V. Micieli y Arnaldo Maciá</i>	
Capítulo 2	
Orden Blattodea	24
<i>Alejandra C. Gutierrez, María V. Micieli y Arnaldo Maciá</i>	
Capítulo 3	
Orden Hemiptera, Suborden Heteroptera	33
<i>María V. Micieli, Arnaldo Maciá y Gerardo A. Martí</i>	
Capítulo 4	
Orden Phthiraptera	45
<i>Arnaldo Maciá y María V. Micieli</i>	
Capítulo 5	
Simuliidae	54
<i>María V. Micieli y Arnaldo Maciá</i>	
Capítulo 6	
Ceratopogonidae	62
<i>Gustavo R. Spinelli, Arnaldo Maciá y María V. Micieli</i>	
Capítulo 7	
Psychodidae, Subfamilia Phlebotominae	72
<i>María S. Santini, María V. Micieli y Arnaldo Maciá</i>	

Capítulo 8

Culicidae _____ 82

*Arnaldo Maciá y María V. Micieli***Capítulo 9**

Tabanidae _____ 95

*Arnaldo Maciá y María V. Micieli***Capítulo 10**

Muscomorpha: Acalyptrata, Familia Chloropidae

Calyprata, Superfamilias Muscoidea e Hippoboscoidea _____ 102

*Arnaldo Maciá, María V. Micieli y Luciano D. Patitucci***Capítulo 11**

Miasis _____ 117

*Arnaldo Maciá, María V. Micieli y Pablo R. Mulieri***Capítulo 12**

Orden Siphonaptera _____ 128

*Arnaldo Maciá, María V. Micieli y Marcela Lareschi***Capítulo 13**

Orden Araneae _____ 140

*María V. Micieli, Arnaldo Maciá y Alda González***Capítulo 14**

Orden Scorpiones _____ 150

*María V. Micieli, Arnaldo Maciá y Alda González***Capítulo 15**

Acari (excepto Ixodida) _____ 156

*Arnaldo Maciá, María V. Micieli y Marcela Lareschi***Capítulo 16**

Orden Acari: Garrapatas _____ 166

*Santiago Nava***Capítulo 17**

Artrópodos vulnerantes _____ 173

Arnaldo Maciá, María V. Micieli y Mariano Lucía

Capítulo 18

Control de artrópodos vectores _____ 190

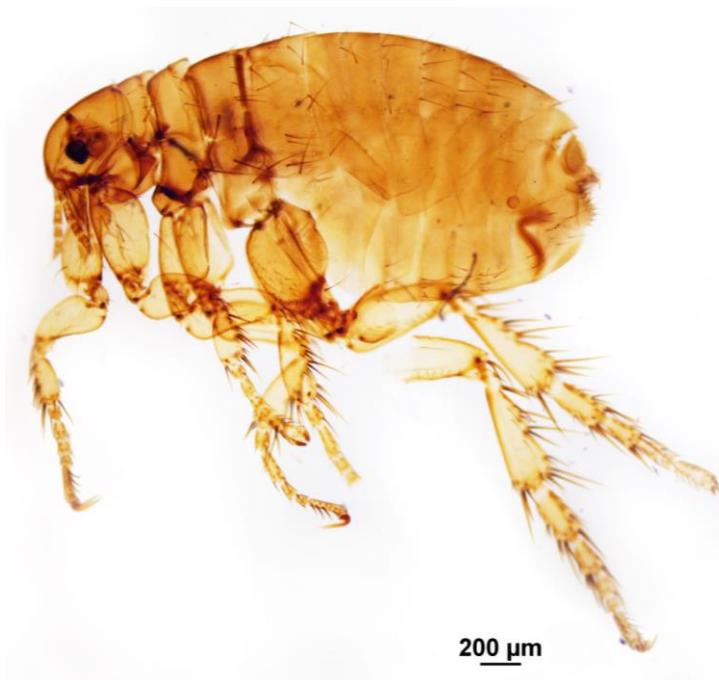
Evangelina Muttis, Arnaldo Maciá y María V. Micieli

Los autores _____ 206

CAPÍTULO 12

Orden Siphonaptera

Arnaldo Maciá, María V. Micieli y Marcela Lareschi



Pulex irritans. Foto: Marcela Lareschi.

Introducción

Este orden comprende los insectos conocidos como **pulgas**, un grupo inconfundible gracias a su morfología determinada por el ectoparasitismo, con la característica única de ser comprimidos lateralmente. Precisamente debido a esta morfología tan especializada, su origen evolutivo aún no está resuelto. Se cree que podrían haber surgido a partir de un ancestro común con los actuales Mecoptera hacia el Cretácico, pero estudios recientes los ubican como un infraorden dentro de los Mecoptera. En este capítulo consideraremos a los Siphonaptera como un orden independiente. Los Siphonaptera coevolucionaron con los mamíferos euterios y marsupiales; secundariamente se desarrollaron linajes parásitos de aves. La asociación con los hospedadores es estrecha en muchas especies, pero en el conjunto del orden es menos es-

tricta que en otros grupos de artrópodos parásitos. Asimismo, la anatomía refleja varias características que evidencian la adaptación a la vida en el pelaje o plumaje. La locomoción a través del salto es una característica sobresaliente. Son holometábolos. Solo los adultos son parásitos y hematófagos obligados, mientras que los huevos y estados inmaduros se desarrollan en el suelo o nido de sus hospedadores y las larvas se alimentan de detritus y sangre seca del hospedador que regurgita la hembra. Producen en líneas generales un daño menor cuando pican, si bien es sumamente molesto, excepto en hospedadores alérgicos que pueden producir reacciones sistémicas. La importancia médica y veterinaria radica en que son transmisores de algunas enfermedades importantes como la peste bubónica y el tifus murino. El orden comprende 16 familias con 220 géneros; existen más de 2000 especies de todos los continentes. El 94% de éstas viven sobre mamíferos (de las cuales el 74% parasitan roedores) y el 6% restante sobre aves.

Caracterización

Los adultos son pequeños (uno a ocho mm), ápteros secundariamente, de cuerpo bilateralmente comprimido y de cutícula caoba o marrón. Presentan series de setas, espinas y otras excrecencias cuticulares, bien esclerotizadas y dirigidas hacia el extremo posterior del cuerpo, que impiden el retroceso de la pulga durante el desplazamiento entre los pelos o plumas del hospedador. Los **ctenidios** son formaciones tegumentarias no articuladas en forma de dientes y dispuestas en filas en el borde inferior de las genas (**ctenidio genal**) o el margen posterior de los tergos torácicos 1º o 3º (**ctenidio pronatal o metanotal**), pudiendo aparecer ctenidios en otras posiciones en algunas especies como por ejemplo delimitando la frente en la cabeza (**ctenidio frontal**) (pero nunca en el mesonoto); su función es prevenir el desprendimiento del hospedador ante sus reacciones de defensa contra ectoparásitos; algunos autores sostienen que protegen a las articulaciones intersegmentales. La cabeza es poco móvil, en forma de una quilla; los ojos son simples, laterales, a veces poco desarrollados o ausentes sobre todo en pulgas que habitan nidos; las antenas, cortas, trisegmentadas, con el último segmento anillado y más grueso que los anteriores (antenas clavadas o en maza), están protegidas en fosetas antenales. El aparato bucal es picador-suctor con un fascículo de tres estiletes (integrado por la epifaringe y las lacinias de las maxilas), con palpos labiales y maxilares. El tórax tiene pro, meso y metatórax bien diferenciados; las pleuras están bien desarrolladas; la mesopleura puede presentar un engrosamiento interno en forma de una **barra esclerotizada** de disposición vertical, dividiéndola en mesepímero y mesepisterno (presente en *Xenopsylla*, ausente en *Pulex*). Las patas son largas; el tercer par está más desarrollado y adaptado para el salto; tienen espinas cuya disposición es importante para diferenciar especies, y el tarso está formado por cinco tarsómeros y dos uñas. El abdomen, comprimido lateralmente y redondeado u oval, es de 10 segmentos, con los tergos uniéndose directamente a los esternos pues las pleuras están atrofiadas; los segmentos 1º y 10º están representados solo por el tergo. En la hembra el segmento 8º está más desarrollado, entre

el 9º y el 10º se ubica la abertura genital, en el 10º hay estiletes anales y el orificio anal. En los machos el segmento 9º posee los parámeros o cláspers a los lados del edeago. Ambos sexos poseen en el tergo 9º una estructura sensorial, el **pigidio** o **sensilio**, una placa convexa provista de tricobotrias, órgano exclusivo del orden que detecta estímulos ambientales (gradientes de temperatura, movimientos del aire, vibraciones) e interviene en la detección del hospedador y el encuentro de los sexos, aunque estas funciones no están definitivamente corroboradas. Dorsalmente le preceden **setas antesensiliares** (en el tergo 7º). Con respecto a la anatomía interna, las pulgas poseen una faringe que se conecta con un esófago largo y sin divertículos, dilatado en su porción final para formar el **proventrículo**, estructura en forma de embudo con espinas quitinosas dirigidas hacia la parte posterior, y que interviene en la ruptura de los componentes celulares de la sangre que ingiere el insecto e impide el flujo retrógrado del alimento, dirigiéndolo hacia el mesenterón. Éste es capaz de una gran distensión y en su unión con el intestino posterior presenta cuatro túbulos de Malpighi. En las hembras hay una **espermateca** (raramente dos) cuya forma es característica de valor taxonómico; está dividida en una **bulga**, redondeada y más esclerotizada, y un **hilla** digitiforme, de paredes más delgadas. Los Siphonaptera constituyen el único orden de insectos holometábolos con ovarios panoísticos.

Los huevos son pequeños, ovoides y perlados. Las larvas son ápodas, vermiformes, sin ojos, con la cápsulacefálica bien quitinizada; poseen aparato bucal masticador; el abdomen tiene 10 segmentos que suelen presentar numerosas setas. Las pupas son exaradas, y están envueltas en un cocón de seda (elaborado por las glándulas sericígenas mandibulares del último estadio larval); la seda es muy pegajosa y al cocón se adhieren partículas del ambiente, formando una cubierta protectora y de camuflaje para la pupa.

Biología

Existen cuatro grupos de especies de sifonápteros según el grado de asociación con el hospedador; estas categorías no abarcan todo el rango de posibilidades que se observa en la naturaleza pero pueden reflejar las tendencias generales en cuanto a la proporción del tiempo que pasan en el estado adulto sobre el animal que parasitan. Las pulgas “de madrigueras o nidos” solo suben al mamífero o ave para obtener sangre (ej. *Polygenis* spp.); las pulgas “de pelaje o plumaje” pasan la mayoría del tiempo entre los pelos o plumas y fijan el aparato bucal para chupar sangre por períodos poco prolongados pero con mucha frecuencia (ej. *Ctenocephalides felis*); las pulgas “semi-sésiles” o “estacionarias” permanecen siempre adheridas a través del aparato bucal que posee adaptaciones especiales, para succionar su alimento, (ej. *Echidnophaga gallinacea*); y las pulgas “sésiles”, que penetran la piel y exhiben **neosomía**, es decir hipertrfia del tagma abdominal (*Tunga penetrans*). Sin embargo los límites entre los dos primeros grupos son muy laxos.

Los adultos localizan el hospedador a través de los estímulos dados por el calor corporal, los movimientos del aire, las vibraciones del sustrato, y productos del metabolismo (CO_2 ,

orina); utilizan para la detección el sensilium, las antenas y los ojos. El salto se ha desarrollado para suplir la ausencia de alas en la búsqueda del hospedador. En la inmediación de las coxas III existen internamente parches de **resilina**, una proteína elástica que almacena energía y la libera rápidamente durante el salto. Los parches de resilina se ubican en el arco pleural del tercer par de patas y son homólogos de los ligamentos de las articulaciones alares de los insectos alados. La acción se produce por acumulación de energía en la resilina más que por operación muscular, luego de agazaparse; al ser liberada esa energía repentinamente la pulga puede alcanzar largas distancias, para inmediatamente agarrarse al hospedador o al sustrato con las uñas. Las especies de madrigueras o nidos poseen un menor desarrollo de los parches de resilina y de los músculos asociados. Además del salto, la locomoción se realiza caminando a través de pelos o plumas. Estando sobre el hospedador se produce la alimentación, del tipo solenófago. Ingieren cantidades de sangre que sobrepasan la capacidad del mesenterón, por lo cual expulsan frecuentemente sangre no digerida junto con las heces. Tienen una gran resistencia al ayuno y pueden soportar varios meses sin ingerir sangre, lo cual permite que ataquen nuevos hospedadores aún luego de largos períodos sin alimentarse cuando el vertebrado abandona el sitio que habitaba o después de su muerte. Los machos, para la cópula, se colocan debajo de la hembra y la sostienen con las antenas, que poseen estructuras en forma de discos adhesivos en su superficie interna, mientras se fijan a los segmentos genitales de la hembra con los cláspers; el proceso de inseminación dura varias horas. En especies sésiles y semi-sésiles la cópula ocurre mientras la hembra se está alimentando. La hembra ovipone (dos a 20 huevos/postura) sobre el hospedador y, los huevos, que no son cementados, caen a tierra, al nido, a la madriguera o sitio donde duerme el animal que provee la sangre. Realizan posturas repetidas, por lo que cada hembra puede llegar a depositar más de 200 huevos en toda su vida. Eclosionan después de tres a cinco días y nace una larva provista de un espolón cefálico para ayudar en la ruptura del corion; es muy activa y voraz, y pasa por tres estadios (dos en *T. penetrans*). Se alimentan de materia orgánica (detritos, exuvias) y excrementos de las pulgas adultas, que contienen sangre coagulada, cuyo contenido proteíco es esencial para el desarrollo preimaginal; también es frecuente el canibalismo. Luego de dos a tres semanas en ese estado, el último estadio teje un cocón que encierra la pupa. Entre 10 y 20 días después, emerge un adulto; en algunos casos hay una diapausa pupal que retrasa el desarrollo por unos meses, según las condiciones ambientales. La emergencia se produce por compresión mecánica de la pupa o por vibraciones en el entorno, que señalan la presencia y el movimiento de un hospedador. Todo el ciclo puede durar desde varios meses hasta un año; influyen en su duración la temperatura y la humedad. En regiones templadas hay una o pocas generaciones por año, y múltiples en áreas tropicales. Algunas especies asociadas a animales domésticos requieren alta humedad relativa para el desarrollo; otras, asociadas a animales silvestres, son abundantes en climas áridos. En casos excepcionales, los eventos reproductivos (maduración de gónadas, cópula, maduración de huevos y oviposición) están coordinados y regulados por el contenido de hormonas sexuales del hospedador que se hallan en la comida sanguínea,

como ocurre en la pulga *Spilopsyllus cuniculi* del conejo europeo *Oryctolagus cuniculus*; la concordancia entre ambos ciclos reproductivos asegura que la descendencia de la pulga parasita fácilmente la camada de cachorros del conejo. Otro caso donde el ciclo descripto para la generalidad del orden se altera en forma excepcional es el que se observa en *Uropsylla tasmanica*, cuyas larvas excavan en la piel y se hacen parásitas intradérmicas de los hospedadores, que son los gatos marsupiales de Australia (*Dasyurus* spp.); las larvas poseen como adaptaciones para su modo de vida la presencia de espinas retrorsas en el tegumento, pasan por cuatro estadios, tienen ocho segmentos abdominales y semejan en su aspecto larvas de dípteros productoras de miasis.

La especificidad con respecto a los hospedadores varía ampliamente, desde especies con afinidad estricta por un hospedador, hasta especies altamente oportunistas; en este último caso, las especies de pulgas son más dependientes del hábitat que de la identidad del vertebrado, ya que habitan microambientes particulares que les proveen una variedad de hospedadores con demandas ecológicas similares. Por el contrario, se ha observado que los mamíferos ungulados grandes y los mamíferos marinos raramente tienen pulgas, ya que no construyen madrigueras. Las pulgas de aves parasitan especies que en general anidan sobre o cerca de la tierra o en excavaciones. Las especies de mayor importancia médica y veterinaria muestran poca especificidad y frecuentan muchos hospedadores, lo cual aumenta las probabilidades de adquisición y transmisión de patógenos. Pocas especies son monoxénicas.

Especies de importancia médica y veterinaria presentes en Argentina

Fam. Ceratophyllidae: *Nosopsyllus fasciatus*

Tiene como hospedadores a roedores silvestres y sinantrópicos, siendo común en ratones (*Mus* spp.) y ratas (*Rattus* spp.), ocasionalmente otros mamíferos domésticos; puede picar al humano. Habita principalmente zonas templadas y septentrionales del globo. Es transmisora de peste (aunque de menor importancia que *X. cheopis*) pero su rol principal en mantener la enzootia entre las ratas; es hospedadora intermediaria de *Hymenolepis diminuta*; transmite *Tripanosoma lewisi*.

Fam. Leptopsyllidae: *Leptopsylla segnis*

Parasita el ratón común (*Mus musculus*); también las colonias de laboratorio de esta especie, en las cuales pueden provocar anemia si no se realiza el control de las poblaciones. Esta especie cosmopolita puede estar implicada en la transmisión del tifus murino.

Fam. Tungidae: *Tunga penetrans*

Es una pulga llamada vulgarmente “pique” en Argentina, “bicho du pè” en portugués y “chigoe”, “jigger” o “sandflea” en inglés, que provoca una parasitosis en el humano y algunos animales silvestres y domésticos llamada **tungiasis**. Es originaria de Sudamérica, desde donde alcanzó África por dispersión antrópica durante el siglo XVIII. Actualmente se distribuye en Latinoamérica incluyendo el Caribe y en África subsahariana.

La tungiasis es actualmente una parasitosis emergente en Brasil y un problema serio de salud en África. Existe en ambientes de clima tropical y subtropical donde los suelos son arenosos y poco compactos. Afecta con mayor incidencia a comunidades humanas empobrecidas; los factores de riesgo principales son el caminar descalzo o con sandalias y la convivencia en las viviendas con animales (perros, cerdos, ratas).

La especie es sésil. El nombre alude a que la hembra penetra en la piel para luego pasar el resto de su vida allí alimentándose y oviponiendo. La biología de los estados preimaginales no difiere mayormente con respecto del resto de los representantes del orden. Las larvas se desarrollan en terrenos secos y arenosos, y sólo presentan dos estadios. Los adultos, apenas emergidos, son de vida libre. Su tamaño es diminuto (alrededor de un mm), se encuentran en el extremo inferior del rango de tamaño de ese estado dentro del orden. Ambos sexos son hematófagos, pero las hembras apenas alcanzan un hospedador, se fijan e implantan hasta alcanzar la dermis, de donde obtienen sangre al principio, y luego exudados generados por la reacción de inflamación. El abdomen se distiende (neosomía) en siete a 14 días hasta alcanzar un diámetro de cinco a 10 mm. La cópula se produce cuando la hembra está fijada. Cuando se produce la hipertrofia, solo asoman al exterior el ano, la abertura genital y los últimos espiráculos. Los huevos son expulsados al exterior y caen al suelo; pueden producirse más de 200 durante el ciclo de vida.

Los hospedadores principales son cerdos, vacas, cabras, ovejas, caballos, llamas, perros, gatos y humanos. La enfermedad se manifiesta con picazón que se intensifica a medida que se distiende el cuerpo de la pulga, con enrojecimiento y dolor que depende de la sensibilidad del sitio de penetración. Se puede observar como un punto oscuro (el extremo distal del abdomen de la hembra) rodeado por un halo blanco (epidermis adelgazada) a su vez con una zona enrojecida alrededor. El lugar más común en el ser humano donde se fija *T. penetrans* es bajo el borde de las uñas de los pulgares de los pies, pero también es frecuente en las plantas, entre los dedos, manos, glúteos y escroto; cualquier otro lugar del cuerpo puede ser el sitio de fijación del insecto. La lesión puede ser seguida por infecciones secundarias, úlcera, formación de abscesos y tétanos. En casos extremos puede haber deformación de pies, dificultad para caminar y gangrena. La remoción se puede realizar con una aguja o bisturí esterilizados.

El género *Tunga* comprende 13 especies (11 nativas de la región Neotropical y dos de China y Japón), de las cuales solo dos provocan tungiasis humana: *T. penetrans* y *T. trimamillata*, ésta última presente únicamente en Ecuador y Perú.

Fam. Pulicidae

Ctenocephalides felis* y *Ctenocephalides canis

Son las pulgas más frecuentes en perros y gatos. La primera es la más común en ambos hospedadores; la presencia de *C. canis* declinó en las últimas décadas en todo el mundo. Ambas son cosmopolitas. Atacan una amplia variedad de mamíferos domésticos y silvestres y a humanos. Una hembra puede poner 25 huevos/día durante más de un mes, lo que explica las altas densidades tanto en el pelaje como en los lugares donde duermen o frecuentan los perros y gatos. Cuando la infestación es muy alta provocan irritación constante, dermatitis, anemia, estrés, especialmente en cachorros o animales desnutridos. Son hospedadores intermedios de *Dipylidium caninum*. *Ctenocephalides felis* puede transmitir la “enfermedad del arañozo del gato”, cuyo agente causal es *Bartonella henselae*, y la “fiebre manchada”, causada por *Rickettsia felis*.

Echidnophaga gallinacea

Es una especie “semi-sésil” que es ectoparásita de gallinas, a las cuales acompaña en zonas del planeta donde han sido criadas en gallineros. Las piezas bucales excepcionalmente largas y con lacinias aserradas, junto con la reducción de los tergos torácicos, muestran la morfología adaptada al sedentarismo; permanecen picando durante muchas semanas sin retirar el aparato bucal. Se encuentra frecuentemente en la cresta, barbillas y otras partes sin plumas de las aves de corral; también puede picar accidentalmente a mamíferos, incluidos los humanos. En los corrales, cuando existe en grandes números es una plaga que afecta la producción de huevos y provoca mortalidad en pollitos.

Pulex irritans

La “pulga del hombre”, conserva el nombre vulgar a pesar de que sus hospedadores más habituales son el cerdo y algunos carnívoros (incluidos el perro y el gato), pequeños roedores silvestres, marsupiales e insectívoros. Es de origen neotropical pero su distribución es cosmopolita. Transmite varios patógenos, entre los cuales se cuentan *Dipylidium caninum*, *Hymenolepis diminuta* y el de la peste bubónica, y su importancia médica se relaciona con sus hábitos promis-
cuos en cuanto a las múltiples especies sobre las que se puede alimentar.

Xenopsylla cheopis

La “pulga de la rata” es la especie más importante porque es el vector principal de la peste bubónica y el tifus murino en regiones tropicales y subtropicales. Su distribución abarca todo el mundo desde los 35° N hasta los 35° S. Es ectoparásita de ratas (*Rattus rattus*) pero pica fácilmente al humano y abunda en zonas urbanas y semiurbanas acompañando a roedores murinos. Asimismo se alimenta sobre perros, gatos, ratones y otros mamíferos si disminuye la cantidad de ratas. También ejerce un rol como transmisora de *H. diminuta*, *H. nana* y *D. caninum*.

Xenopsylla brasiliensis también es vector de peste bubónica pero su papel estaría relacionado con el ciclo silvestre de la enfermedad. Su rango geográfico es más restringido que el de *X. cheopis* porque comprende África tropical e India; aunque también alcanzó Brasil.

Importancia médica y veterinaria

Las pulgas pueden transmitir al humano y a otros vertebrados agentes patógenos (virus, bacterias y protozoos) y actuar como hospedadores intermediarios de nematodos y cestodos. A continuación se describen las enfermedades que mayor importancia poseen en la salud pública.

Pulicosis y alergia

La **pulicosis** es la manifestación en la piel de la picadura de pulgas, con irritación y pícazón intensa, generalmente en los tobillos, resto de las piernas y la cintura. El sitio donde el insecto se alimentó aparece como un conjunto de puntos rojos muy pequeños (“**púrpura pulicosa**”) con frecuencia en línea y rodeados de un área enrojecida y levemente abultada (“**roséola pulicosa**”). Los síntomas se agravan ante el desarrollo de reacciones alérgicas (dermatitis, urticaria e hinchazón de las vías aéreas superiores), que se producen en raros casos. Normalmente los síntomas desaparecen en pocos días; es importante evitar el rascado y los baños con agua caliente, que aumentan la producción de histaminas por el organismo. El lavado con agua y jabón disminuyen las posibilidades de infecciones secundarias. Las picaduras en humanos se deben más frecuentemente a *C. felis*, a partir de mascotas que ingresan a los domicilios; también cuando se llevan a cabo tareas de desratización, las pulgas abandonan las ratas muertas, buscan nuevas fuentes de sangre y aprovechan la presencia humana.

Peste

El agente patógeno es la bacteria *Yersinia pestis*. Se trata de un cocobacilo que produce infecciones en poblaciones silvestres de roedores, el reservorio natural, y que es transmitido enzoóticamente por *X. cheopis* y otras especies de menor relevancia en el ciclo de transmisión. Cuando la pulga pica al hombre, generalmente después de una epizootia en el ambiente natural, se desencadena la peste urbana o rural, según el entorno donde haya transmisión, cada uno con sus propios hospedadores vertebrados y especies de pulgas implicados. La transmisión por las pulgas es una adaptación evolutiva de *Y. pestis* que la diferencia de otras bacterias entéricas estrechamente relacionadas, adaptación que se produjo en los últimos 1500 a 20000 años. Estos cambios parecen obedecer a procesos evolutivos veloces como la transferencia horizontal de genes y la modificación de vías metabólicas para realizar nuevas funciones en la fisiología del patógeno. *Yersinia pestis* es uno de los patógenos más virulentos conocidos; esta alta virulencia compensa un mecanismo de transmisión por la pulga que es relativamente poco eficiente, lo cual puede relacionarse con el cambio evolutivo muy reciente.

Actualmente la enfermedad se encuentra en todos los continentes excepto Oceanía; los países más endémicos son la República Democrática del Congo, Madagascar y Perú; anualmente se registran 1000 a 3000 casos y alrededor de 20 muertes en todo el mundo.

El ciclo de transmisión implica más de 200 especies de hospedadores vertebrados y sus pulgas; esa complejidad dificulta la comprensión detallada de la epidemiología de la enfermedad. En la historia registrada existieron tres grandes pandemias: la **plaga justiniana**, en el S. VI, la **muerte negra**, en el S. XIV, y la **plaga moderna**, a fines del S. XIX y comienzos del S. XX, que parecen haber sido ocasionadas en cada oportunidad por una subespecie particular de *Y. pestis* (*Y. p. antiqua*, *Y. p. medievalis* y *Y. p. orientalis*, respectivamente). Cada una provocó decenas de millones de muertes y marcó hitos en la historia de países y continentes.

Las bacterias entran en la pulga cuando ésta pica a un hospedador septicémico, normalmente un roedor. Por acción de las bombas cibariales y esofágica, la sangre llega al mesenterón, atravesando antes el proventrículo. Esta estructura juega un rol fundamental en la mecánica de la transmisión, porque entre sus dientes se forma una masa de células del patógeno, junto con elementos celulares de la sangre y cristales de oxihemoglobina, que obstruye su lumen e impide el flujo de sangre hacia el intestino medio. La pulga **bloqueada** intenta continuar la succión con contracciones vigorosas de las bombas cibarial y esofágica, pero el taponamiento del proventrículo hace que haya un reflujo hacia el esófago y la boca hasta el punto de la piel donde introdujo su aparato bucal. Este modelo, donde el mecanismo de regurgitación resulta en la descarga en el hospedador de una masa de *Y. pestis*, se correlaciona con la eficiencia de transmisión de la peste. Una más eficiente transmisión ocurre cuando el bloqueo del proventrículo es **parcial**, que permite a la pulga sobrevivir más tiempo porque parte de la sangre alcanza al mesenterón. Se ha comprobado que las especies de pulgas que se bloquean parcialmente, como ocurre en *X. cheopis*, son mejores transmisoras de peste que las que sufren un bloqueo total del proventrículo. Tanto ante el bloqueo total como parcial, la pulga no satisface su necesidad de alimento

y por lo tanto pica repetidas veces en el mismo o distintos individuos. Otras especies con menor capacidad vectorial (porque un bajo porcentaje de sus poblaciones se bloquea), como *P. irritans*, no desarrollan bloqueo ventricular rápidamente y tienen menor importancia en la transmisión. Un pequeño inóculo de *Y. pestis* es suficiente para infectar el vertebrado; el mismo contiene bacterias aglutinadas que formaban parte del bloqueo, y partes de un biofilm de bacterias formados en la periferia de la masa del bloque de *Y. pestis*. Estos agregados están naturalmente protegidos de la respuesta inmune del hospedador por encontrarse formando una matriz.

Hay otros mecanismos de transmisión secundarios en la dinámica de la peste. Los bacilos pueden ser eliminados con las heces pero pocos conservan la efectividad. Entre los roedores, los bacilos pueden atravesar la mucosa oral cuando las pulgas son trituradas con los dientes en un intento de liberarse de los ectoparásitos a través de comportamientos de defensa. Finalmente, el consumo de carne de un animal infectado ya sea por depredadores silvestres como por humanos, es otra vía de transmisión.

El período de incubación es de tres a siete días. Los síntomas iniciales son fiebre alta, dolor corporal, debilidad, vómitos, náusea e inflamación de ganglios linfáticos, donde se multiplica rápidamente *Y. pestis*. Se forman así “bubones” inguinales, axilares y del cuello, que dan el nombre a la fase **bubónica** de la peste; al progresar la enfermedad, sobreviene una fase **septicémica** en la cual la infección se generaliza luego de alcanzar el torrente sanguíneo; finalmente, se produce una fase **neumónica** en la cual los patógenos se diseminan en los pulmones y provocan accesos de tos, expulsándose microgotas de fluido cargadas de células infectivas. Esta etapa es sumamente contagiosa y no requiere del insecto vector para que se produzcan nuevos casos de la enfermedad. Sin tratamiento, la muerte ocurre en uno o dos días una vez alcanzada la fase neumónica; la mortalidad llega a ser del 50% en las epidemias. El tratamiento es con antibióticos pero es crucial el diagnóstico temprano.

A diferencia de lo que ocurre en otros artrópodos vectores, en el caso de la peste el patógeno nunca se disemina al hemocel o a las glándulas salivales del vector. Otra diferencia con otras enfermedades vectoriales es que *Y. pestis* es un ejemplo de patógeno que tiene un efecto negativo drástico en la supervivencia del vector, ya que las pulgas mueren por inanición, luego de actuar como transmisoras; el mecanismo complementario de transmisión a través del aire (inhalación en la fase neumónica y a través de objetos contaminados) asegura la persistencia en la naturaleza de *Y. pestis* a pesar de que mata a los organismos que la alojan (pulga, roedores y humanos).

Tifus murino o endémico

Es una enfermedad que provoca *Rickettsia typhi*, y se mantiene como una enzootia en roedores, entre los cuales actúa como vector *X. cheopis*, mientras que *N. fasciatus* y *L. segnis* tienen un papel menos importante. Más de 10 especies de pulgas están implicadas en el mantenimiento

del patógenos en poblaciones de roedores silvestres y sinantrópicos como *R. rattus* y *R. norvegicus*. También son vectores los piojos. Las bacterias se multiplican en el epitelio del mesenterón de la pulga luego de succionar sangre de un animal infectado, y después de varios días, se liberan al interior del tubo digestivo, para ser después liberadas al ambiente con las heces. La infección de los humanos se produce cuando *R. typhi* entra en el organismo a través de microheridas producidas por el rascado; también a través de la picadura pero en condiciones experimentales. Una vez que la rickettsia se establece en el humano, ésta puede transmitirse a otros individuos a través de la participación de otras especies de pulgas como *P. irritans*. Tanto las pulgas como los roedores son reservorios. Existe transmisión transovárica. El patógeno es benigno para el vector.

El tifus murino se distribuye en todo el mundo; su incidencia declinó desde mediados del siglo XX pero aún se mantiene en muchos grupos humanos en forma endémica. Las personas enfermas presentan un cuadro febril no muy severo y la mortalidad es menor al 5%. Se trata con antibióticos.

Control

Es fundamental la implementación de medidas de control ambiental para controlar infestaciones de pulgas, tanto en el interior de las viviendas como en sus inmediaciones. Es necesario remover detritos y residuos orgánicos de los lugares frecuentados por animales, a fin de eliminar los estados preimaginales. El lavado de pisos con productos comunes de limpieza es útil pero debe repetirse regularmente. Las tareas de control deben efectuarse en perreras, en edificios con espacios debajo de sus estructuras, patios, graneros, depósitos y los sitios de las premisas donde pueden acceder perros, gatos, roedores y animales silvestres. Pueden usarse aspiradoras y después aplicar insecticidas químicos como piretrinas, permetrina o reguladores de crecimiento (IGR) como metopreno, piriproxifen y lufenuron. Los IGR solo tienen efecto en los huevos y las larvas y por eso deben complementarse con productos adulticidas. Para controlar pulgas sobre perros y gatos, el método más común es el uso de aplicaciones de metopreno o neocotinoides en formulaciones “spot-on” o comprimidos para ser ingeridos. También existen fármacos en polvo y para rociar. Mantas, camas y colchones que usan las mascotas para dormir deben ser tratados simultáneamente, al igual que pisos, alfombras, tapizados y otros sitios donde las larvas pueden desarrollarse. Los ambientes frecuentados por animales pueden tratarse con el piretroide cipermetrina, que combaten además otras plagas (garrapatas, piojos) y tienen efecto residual prolongado pero el primero es tóxico para algunos animales (cachorros, gatos, animales de sangre fría). Los aparatos electrónicos que emiten ultrasonido no son efectivos y no se recomienda su uso.

Bibliografía complementaria

- Anónimo. Fleas (Siphonaptera). Zoological Institute, Saint Petersburg, Rusia. Disponible en <http://www.zin.ru/Animalia/Siphonaptera/index.htm>
- Anónimo. Fleas of the world. Brigham Young University, Provo, Utha, Estados Unidos. Disponible en <https://fleasoftheworld.byu.edu/Home.aspx>
- Autino, A. G. y Lareschi, M. (1998). Cap. 27. Siphonaptera. En J. J. Morrone y S. Coscarón (Dir.) *Biodiversidad de Artrópodos de Argentina* (pp. 279-290). La Plata: Ed. Sur.
- Bland, D. M., Jarrett, C. O., Bosio, C. F., y Hinnebusch, B. J. (2018). Infectious blood source alters early foregut infection and regurgitative transmission of *Yersinia pestis* by rodent fleas. *PLoS pathogens*, 14(1), e1006859.
- Cestari, T. F., Pessato, S., y Ramos-e-Silva, M. (2007). Tungiasis and myiasis. *Clinics in dermatology*, 25(2), 158-164.
- Gage, K. L., y Kosoy, M. Y. (2005). Natural history of plague: perspectives from more than a century of research. *Annual review of entomology*, 50, 505-528.
- Hinnebusch, B. J. (2005). The evolution of flea-borne transmission in *Yersinia pestis*. *Current issues in molecular biology*, 7(2), 197-212.
- Lareschi, M., González, A. y de Villalobos, C. (2005). Capítulo 12. Siphonaptera. Pulgas. En O. D. Salomón (Ed.) *Artrópodos de interés médico en Argentina* (pp. 85-89). Buenos Aires: Fundación Mundo Sano. Serie Enfermedades Transmisibles. Publicación Monográfica 6.
- Linardi, P. M., Beaucournu, J. C., de Avelar, D. M., y Belaz, S. (2014). Notes on the genus *Tunga* (Siphonaptera: Tungidae) II - neosomes, morphology, classification, and other taxonomic notes. *Parasite*, 21(68).
- Pampiglione, S., Fioravanti, M. L., Gustinelli, A., Onore, G., Mantovani, B., Luchetti, A. y Trentini, M. (2009). Sand flea (*Tunga* spp.) infections in humans and domestic animals: state of the art. *Medical and veterinary entomology*, 23(3), 172-186.
- Stenseth, N. C., Atshabar, B. B., Begon, M., Belmain, S. R., Bertherat, E., Carniel, E., y Rahalison, L. (2008). Plague: past, present, and future. *PLoS Medicine*, 5(1), e3.
- Whiting, M. F., Whiting, A. S., Hastriter, M. W., y Dittmar, K. (2008). A molecular phylogeny of fleas (Insecta: Siphonaptera): origins and host associations. *Cladistics*, 24(5), 677-707.