

Libros de **Cátedra**

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

**Eduulp**
EDITORIAL DE LA UNLP



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

ENTOMOLOGÍA MÉDICA Y VETERINARIA

BIOLOGÍA Y SISTEMÁTICA DE ARTRÓPODOS DE INTERÉS MÉ-
DICO Y VETERINARIO EN ARGENTINA

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

Facultad de Ciencias Naturales y Museo



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA


Eduulp
EDITORIAL DE LA UNLP

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 Mastropaolo, 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. Marti</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

Calypttrata, 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

Prefacio

Gustavo R. Spinelli

A mediados de la década de 1970 el Dr. Ricardo Arturo Ronderos, quien se desempeñaba como Investigador del CONICET y Profesor adjunto de la asignatura “Zoología General” de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP, advirtió a sus autoridades acerca de la necesidad de que esta Institución contara en los Planes de estudios de la Licenciatura en Zoología y del Doctorado en Ciencias Naturales, con una asignatura optativa que contemplara el tratamiento de la Morfología, Taxonomía e Importancia Sanitaria de los Artrópodos. El Dr. Ronderos era en ese momento, y lo fue hasta su fallecimiento en 1995, uno de los especialistas de mayor renombre a nivel internacional en el estudio de langostas y tucuras (Orthoptera, Acrididae), que como es bien sabido no revisten importancia sanitaria. De todas maneras, los aspectos referidos a la Salud Pública y Animal no eran ajenos a su interés, ya que en los comienzos de su carrera había incursionado en la provincia de Mendoza en el estudio de mosquitos (Diptera, Culicidae) de la Argentina, y realizado prospecciones a campo y estudios taxonómicos en vinchucas (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae). Antes de su ingreso como investigador del CONICET estuvo muy vinculado, en un ámbito de sana camaradería, con el grupo de investigadores del Departamento de Artropodología Sanitaria del Instituto Nacional de Microbiología “Dr. Carlos G. Malbrán”, así como con los socios de la Sociedad Entomológica Argentina. Eran los años dorados de la Entomología Médica en la Argentina.

Luego que el Dr. Ronderos elevara su propuesta a las autoridades de la Facultad, comenzó a dictarse mediante la modalidad de clases teórico-prácticas, la asignatura optativa de grado y de posgrado “Biología y Sistemática de Artrópodos de interés médico y veterinario”, nombre de una extensión tal que esta materia es todavía conocida familiarmente en la Facultad como “Juanita”, tanto por docentes como alumnos y personal administrativo. El Dr. Ronderos se hizo cargo del dictado de esta asignatura como Profesor Titular y el destacado acarólogo, Dr. Ricardo Mauri, como Profesor Adjunto, mientras que jóvenes estudiantes avanzados de grado y/o noveles biólogos (Miguel Di Siervi, Mario Ghilini y Gustavo Spinelli, entre otros) oficiaron como Ayudantes de Cátedra. En esta primera etapa la materia se dictó en forma colegiada, ya que diferentes investigadores eran invitados a estar al frente de clases cuyo contenido era el de su especialidad. En 1993, por razones de salud, el Dr. Ronderos se alejó del dictado de clases, y luego de convocarse a un registro de aspirantes, en 1994 el Dr. Gustavo Spinelli, especialista en Ceratopogonidae (Diptera), comenzó a ejercer como Profesor Adjunto (a cargo), para revistar a partir de 2002 y hasta el momento, como Profesor

Titular, acompañado en la actualidad por la Dra. María Victoria Micieli y el Dr. Arnaldo Maciá como Auxiliares Docentes.

Un aspecto digno de destacar es que, pese a la actualización imprescindible de los contenidos a lo largo del tiempo, la Cátedra ha mantenido el espíritu que le supieron imprimir sus primeros profesores. Es de esperar que las futuras generaciones lo sabrán mantener.

CAPÍTULO 1

Una introducción a los artrópodos vectores

María V. Micieli y Arnaldo Maciá



Metodologías de muestreo utilizadas para la vigilancia entomo-viológica en el contexto de un estudio de epidemiología de enfermedades transmitidas por vectores.

Foto: Evangelina Muttis y María V. Micieli.

Historia de la disciplina

El estudio moderno de los artrópodos que poseen importancia médico-veterinaria comenzó a finales del siglo XIX cuando se probó por primera vez el papel de un insecto hematófago como vector de un patógeno al hombre.

En 1877, el médico inglés Patrick Manson, fue el primero en demostrar la transmisión de un patógeno por un vector al descubrir que los estados larvales de la filaria *Wuchereria bancrofti*, se desarrollaban en el cuerpo del mosquito *Culex pipiens fatigans*. A partir de este descubrimiento

pionero, una rápida sucesión de estudios fueron confirmando el rol vectorial de diferentes artrópodos hematófagos, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- 1891, los americanos Smith y Kilbourne implicaron a la garrapata *Boophilus annulatus* como vector de *Babesia bigemina*, agente causal de la fiebre bovina de Texas, lo cual generó un programa de erradicación de esta garrapata en Estados Unidos.

- 1898, Ronald Ross demostró la transmisión de la malaria de las aves por medio de mosquitos. En el mismo año, Giovanni Grassi describió el desarrollo cíclico de los parásitos de la malaria en los mosquitos del género *Anopheles*.

- 1898, Simond estudió la transmisión del agente etiológico de la peste de rata a rata por medio de pulgas.

- 1901, Walter Reed, Carroll, Lazear y Agramonte comprobaron la transmisión del virus de la fiebre amarilla por medio del mosquito *Aedes aegypti*, lo cual ya había sido postulado en 1881 por el médico cubano Carlos Finlay.

- 1902, Graham verificó la transmisión del virus dengue por medio de mosquitos.

- 1903, Bruce y Navarro demostraron la transmisión de la enfermedad del sueño en el hombre por medio de la mosca tsé-tsé.

- 1907, el brasilero Carlos Chagas comprobó que *Trypanosoma cruzi* era el agente causal de la enfermedad de Chagas, transmitido por triatominos.

Estos descubrimientos prácticamente establecen los fundamentos de la disciplina “entomología médica y veterinaria”, que trata, en síntesis, el estudio de los insectos en relación con la salud humana y animal. Actualmente, el campo de la entomología médica y veterinaria es muy complejo y especializado, siendo absolutamente necesaria la cooperación de especialistas en áreas diferentes, para llevar a cabo investigaciones interdisciplinarias.

Importancia médica y veterinaria de artrópodos

En este libro abordaremos el estudio de los artrópodos (no solamente insectos) que revisten importancia desde el punto de vista médico y veterinario, pudiendo causar condiciones patológicas por sí mismos, por su propia alimentación hematófaga o comportándose como vectores, transmitiendo organismos patógenos al hombre o animales.

Como agentes directos de la enfermedad o el malestar

1. **Entomofobia:** es cuando el miedo a la presencia de insectos, arañas, u otros artrópodos (aún aquellos inocuos) inducen a la aparición de cuadros de desorden nervioso, frecuentemente con reacciones histéricas y alucinaciones.

2. **Molestia:** resulta difícil estimar la importancia de la molestia que pueden ocasionar los insectos. En general la molestia se relaciona con la abundancia de las poblaciones, el pequeño

tamaño, o el hábito de volar cerca o alrededor de ojos, nariz, y oídos; un ejemplo es el contacto accidental con pelos urticantes de lepidópteros transportados por el viento. En algunos casos los insectos pueden convertirse en verdaderas plagas para el hombre especialmente en sitios de recreación al aire libre, como parques, lagos y lagunas. Este malestar que producen, salvo raras excepciones, no es tan importante para humanos; sin embargo la producción animal puede reducirse drásticamente debido a la interferencia con el descanso y alimentación normal del ganado.

3. **Toxinas y venenos:** la acción de inyectar un veneno o toxina en tejidos de un animal es llamado envenenamiento. Las toxinas producidas por artrópodos presentan un amplio rango de sustancias químicas, desde simples compuestos inorgánicos u orgánicos hasta complejos compuestos. Los venenos suelen contener varios componentes farmacológicamente activos y dependiendo del tipo de tejidos o células que afectan, se pueden caracterizar como neurotoxinas, citotoxinas o hemotoxinas. Los síntomas que producen dependerán del tipo de veneno y la cantidad de toxina inoculada, entre otros factores.

4. **Dermatitis:** los artrópodos pueden causar irritaciones debido al simple contacto, por picadura, por secreciones, o por invasión de la piel.

5. **Invasión de tejidos del hospedador:** algunos artrópodos invaden los tejidos y órganos, existiendo varios grados que van desde infestaciones subcutáneas hasta la invasión de órganos como los intestinos. Usualmente los estados inmaduros de los artrópodos parasíticos suelen ser los que invaden tejidos y uno de los más comunes ejemplos es la miasis producida por larvas de dípteros. Ciertos ácaros también invaden la piel y los folículos asociados.

6. **Reacciones alérgicas:** una amplia gama de reacciones alérgicas pueden ocurrir en humanos o animales expuestos a artrópodos o por elementos constitutivos del cuerpo, por picaduras o agujijones o por inhalación de partículas alergénicas. La gravedad de las respuestas alérgicas depende de la susceptibilidad individual (incluida la predisposición hereditaria) y del tipo y tiempo de exposición previa. Los casos mortales son debidos a anafilaxia, generalmente asociada a una exposición previa ligera a artrópodos agujijoneadores (o picadores). Una hipersensibilidad menos severa responde mediante urticaria, eczema o asma.

Como vectores de patógenos

¿Qué es un **vector**? Es todo artrópodo que es capaz de transmitir organismos que causen enfermedades en huéspedes definitivos. La **enfermedad** es la respuesta del hospedador a la invasión y/o infección por un parásito. Puede ocurrir tanto en el vertebrado como en el invertebrado.

La **inmunidad** incluye todas las propiedades del hospedador que confieren resistencia al patógeno y juegan un papel importante en el desarrollo de la enfermedad. Algunos individuos o especies tienen inmunidad natural o innata por lo que son refractarios a la infección. En este caso, este tipo de inmunidad no requiere que el hospedador tenga contacto previo con el parásito. La inmunidad adquirida se relaciona con individuos que luego de infectarse con un parásito, se

recuperan y adquieren protección contra ese patógeno, la cual puede ser parcial o completa. La respuesta parcial puede permitir la infección pero reducir la severidad de la misma, mientras que la completa resulta en la cura de la enfermedad evitando reinfecciones. La inmunidad adquirida puede ser humoral y mediada por anticuerpos o celular la cual resulta en la activación de las células T y de los macrófagos. Los anticuerpos son proteínas llamadas inmunoglobulinas con funciones específicas en la inmunidad. La inmunoglobulina G (IgG) es la más común y se encuentran en altas concentraciones en el suero de individuos, varias semanas después de una infección y pueden persistir y ser detectadas en niveles de protección hasta varios años posteriores a la primera infección. La inmunoglobulina M (IgM) aparece rápidamente luego de la infección pero es de corta duración; es por ello que en los análisis de sangre, la presencia elevada de concentraciones de IgM implica una posible infección actual o reciente.

Componentes de los ciclos de transmisión vectorial

- Un **parásito** que pueda multiplicarse dentro de tejidos de hospedadores tanto vertebrados como invertebrados.
- Un **hospedador vertebrado** que es capaz de desarrollar un nivel de infección del parásito que debe ser infectivo para un vector.
- Un **hospedador artrópodo o vector** que adquiere el parásito del hospedador vertebrado y es capaz de transmitirlo.

Parásitos

Un **parásito** es un organismo (virus, bacteria, protozoo, helminto u artrópodo) que depende de un hospedador para su supervivencia. Un parásito puede o no causar enfermedad. Cuando ocasiona enfermedad entonces se llama **patógeno** o **agente etiológico**. Los parásitos pueden ser **facultativos** (tienen formas parasíticas y de vida libre) u **obligados** (dependen totalmente de su hospedador para cumplir su ciclo de vida). Pueden ser **ectoparásitos** si viven por fuera o sobre el hospedador o **endoparásitos** si viven dentro del hospedador.

Los parásitos transmitidos por vectores han desarrollado mecanismos para tolerar tanto la temperatura alta constante y evadir el complejo sistema inmune de los vertebrados así como para tolerar la temperatura variable corporal y evitar los diferentes sistemas de defensa de los artrópodos.

Protozoos: los huéspedes vertebrados generalmente no desarrollan una fuerte inmunidad hacia este tipo de parásitos, por lo que son posibles infecciones repetidas. Se pueden reconocer, entre otros:

Phylum Apicomplexa: especies de *Plasmodium* transmitidas al hombre por mosquitos *Anopheles*, y a diferentes vertebrados por varias especies de mosquitos; *Babesia* a animales domésticos,

por ácaros; *Hepaticystis* a los monos, por Ceratopogonidae; *Leucocytozoon* y *Haemoproteus* a aves, por Ceratopogonidae y Simuliidae.

Phylum Euglenozoa: *Trypanosoma*, flagelados de la sangre humana, de animales domésticos y de otros vertebrados, transmitidas por moscas tsé-tsé, vinchucas y tábanos. *Leishmania*, flagelado transmitido por flebotominos, al hombre, perro, roedores, y otros vertebrados silvestres.

Phylum Amebozoa: *Entamoeba histolítica*, la ameba de la disentería, puede ser transmitida por cucarachas y muscoideos, por contaminación entre la fuente fecal y los alimentos. Este agente es normalmente transmitido por medio de una variedad enorme de rutas asociadas a la carencia de higiene, jugando los artrópodos un rol menor.

Helmintos: al igual que los anteriores, la respuesta inmunitaria por parte de los vertebrados es débil, y son posibles infecciones repetidas.

Varios insectos y ácaros son huéspedes de Cestodes, Trematodes, Nematodes y Acantocéfalos. Cucarachas y moscas pueden transportar huevos de helmintos en la superficie del cuerpo.

Filaroideos, parásitos de sangre, del sistema linfático, de la musculatura, y cavidades. Los más importantes son los de la familia Onchocercidae. Ejemplos: *Wuchereria bancrofti* y *Dirofilaria immitis* transmitida por mosquitos; *Loa Loa* por tábanos; *Mansonella* por ceratopogónidos y simúlidos; y *Onchocerca volvulus* por simúlidos.

Bacterias: la respuesta inmune por parte de los vertebrados es alta.

Algunos ejemplos de bacterias transmitidas mecánicamente: *Salmonella* por moscas; *Bacillus anthracis* y *Francisella tularensis* por tábanos. También existen bacterias que se multiplican dentro del vector, y se transmiten durante el acto de alimentación como *Yersinia pestis*, el agente etiológico de la peste, transmitido por pulgas.

El grupo de las rickettsias incluye a bacterias pequeñas, que sólo se desarrollan en células vivas del huésped vertebrado, principalmente en el citoplasma, por ejemplo *Rickettsia prowazekii*, agente causal del tifus epidémico, transmitido al hombre por el piojo *Pediculus humanus*.

Virus: constituidos de ácidos nucleicos, rodeados de una cubierta proteica. La respuesta inmune por parte de los vertebrados es alta. Esta respuesta inmune adquirida luego de la infección con un virus, puede proveer protección contra otro virus de la misma familia o grupo. El término **arbovirus** (del inglés *arthropod borne disease*) agrupa a aquellos virus transmitidos por artrópodos. Hay cinco familias: Bunyaviridae, Flaviviridae, Togaviridae, Reoviridae y Rhabdoviridae

Hospedadores vertebrados

Definiciones de tipos de hospedadores

Los **hospedadores primarios** son esenciales para el mantenimiento y la transmisión del parásito, el cual completa parte de su desarrollo en ellos. Los **hospedadores secundarios o incidentales** no son esenciales para el mantenimiento de la transmisión, porque no otorgan al parásito las condiciones que necesita para completar su desarrollo.

Un **hospedador de amplificación** es aquel que incrementa el número de parásitos porque éstos se multiplican en su cuerpo y por lo tanto aumenta el número hipotético de vectores que se infectan cuando se alimentan sobre él.

Un **hospedador reservorio** es aquel en donde se desarrolla el parásito, permanece infectado por un largo período y sirve como fuente de infección del vector pero usualmente no desarrolla infección aguda.

Atributos de hospedadores primarios

Accesibilidad: el hospedador debe ser abundante y además, la fuente de alimento de preferencia para los vectores. Debe existir coincidencia en tiempo y espacio entre hospedadores y vectores.

Susceptibilidad: se refiere a que una vez expuesto al parásito, el hospedador debe permitir el desarrollo y la reproducción del mismo. Aquellos hospedadores que no permiten el desarrollo del número mínimo de parásitos para infectar a un vector o mueren antes de que el parásito complete su ciclo se llaman **hospedadores finales** o vías muertas.

Existen diferentes estrategias en los ciclos de transmisión. Una de ellas es producir un gran número de organismos infectivos en el hospedador definitivo, por relativamente cortos períodos de tiempo, luego del cual el hospedador muere por la infección o desarrolla inmunidad protectora (esto ocurre comúnmente en los parásitos de reproducción asexual como virus y bacterias; por ejemplo los arbovirus que suelen desarrollar, en los hospedadores vertebrados, entre 10^7 a 10^{10} partículas virales por ml de sangre durante 2 a 5 días). Otra estrategia es generar pocos individuos infecciosos en relativamente largos períodos de exposición a los vectores (ejemplos son las filarias, en donde las microfilarias son **menos** de 10 por mm^3 de sangre, en la circulación periférica de los hospedadores vertebrados, pero tanto las filarias como el hombre son de vida larga y la transmisión se aumenta por repetidas exposiciones).

Transmisibilidad: Los porcentajes de transmisión de un parásito son los que inciden en su permanencia en las poblaciones de hospedadores y vectores. La población del parásito se mantiene gracias a un adecuado número de hospedadores vertebrados susceptibles de infección. Aquí podemos referirnos a un constante equilibrio entre el porcentaje de infección y la presencia de hospedadores susceptibles. Los hospedadores deben ser abundantes y/o no desarrollar inmunidad a largo plazo o tener un rápido porcentaje de reproducción que asegure un rápido incremento de potenciales hospedadores susceptibles. Por lo tanto este número de hospedadores susceptibles depende de la inmunología y de la dinámica de la infección en la población hospedadora.

Vectores

Atributos de un vector eficiente

Selección de hospedador: el vector debe ser abundante y alimentarse frecuentemente del hospedador infectivo durante el período en el que el parásito circula en la sangre periférica o en otros tejidos accesibles al artrópodo. Los patrones de selección del hospedador determinan a qué tipo de parásitos estarán expuestos los vectores. Hablamos de **vectores antropofágicos**, los que se alimentan específicamente de humanos por lo que son importantes transmisores de parásitos humanos, los cuales pueden ser **endofilicos** si entran al interior de las viviendas para alimentarse o descansar o **exofilicos** si no lo hacen. Son vectores **zoofágicos** si se alimentan preferentemente de otros vertebrados no humanos, **mamalofágicos** preferentemente de mamíferos y **ornitofágicos** de aves.

Infección: el vector debe ser susceptible de infección y sobrevivir lo suficiente para que el parásito pueda completar su desarrollo y/o multiplicación.

Transmisión: Una vez infectado el vector tiene que volver a alimentarse de un hospedador susceptible para que ocurra la transmisión del parásito. La transmisión puede ser **vertical u horizontal**. La transmisión vertical es el pasaje de los parásitos entre generaciones dentro de las poblaciones del vector mientras que la horizontal es el pasaje entre hospedadores vertebrados y los vectores.

Existen tres tipos de transmisión **vertical**: la **transtadial** (es el pasaje del parásito adquirido en un estado o estadio del ciclo de vida al próximo estado o estadio, por medio de la muda; es importante en ácaros y garrapatas duras que tienen una sola alimentación sanguínea por cada estado); la **transgeneracional** (pasaje vertical desde la generación parental infectada a su descendencia, normalmente ocurre transováricamente en donde los parásitos infectan el tejido germinal del ovario; otra forma es transovum, en este caso la descendencia se infecta pero no a través de la infección de los ovarios, sino por contaminación externa de los huevos). Finalmente la transmisión **venérea** es el paso de los parásitos entre machos y hembras durante la cópula. Se da entre machos infectados transováricamente que infectarán a las hembras durante la inseminación, la cual infectará a su progenie durante la fertilización.

La transmisión **horizontal** es esencial para el mantenimiento de los parásitos transmitidos por vectores. En general involucra a las picaduras (ruta anterior) o la defecación (ruta posterior).

Existen cuatro tipos de transmisión horizontal: la mecánica y la biológica (cíclica, propagativa y ciclopropagativa).

Transmisión mecánica: es la forma más simple de transmisión por medio de la cual el vector lleva al parásito y lo disemina por contacto a sucesivos hospedadores, sin que exista desarrollo del mismo en el vector. Es una transmisión fortuita y suele ser un método alternativo a otros más importantes modos de transmisión del parásito. Ejemplos son los insectos omnívoros que frecuentan las viviendas humanas tales como la mosca doméstica y cucarachas, los cuales suelen

alimentarse sobre heces y alimentos humanos, teniendo potencial de transmitir patógenos entéricos mecánicamente. Hay reportes de insectos hematófagos que pueden transmitir mecánicamente parásitos en pequeñas gotas de sangre sobre sus piezas bucales. La principal limitación de la transmisión mecánica es la viabilidad de los patógenos en un ambiente no propicio como son las superficies externas del vector. Sin embargo, algunos agentes etiológicos pueden ser viables por varios meses sobre las superficies externas de las piezas bucales, lo cual constituye una enorme ventaja de estos patógenos para su diseminación.

Cuando el patógeno no sufre ningún tipo de modificación en su relación con el artrópodo, sino que es meramente vehiculizado se habla de **vector facultativo**. La transmisión mecánica puede ser interna o externa: **Interna** (en este caso se habla de **huésped intermediario**): el patógeno es ingerido por el artrópodo, y es así vehiculizado. Por ejemplo la tularemia, donde *Francisella tularensis* es transportado en el interior (piezas bucales) por el tábano hasta que éste pica a un vertebrado.

Transmisión externa (se denomina **foresia**): el patógeno es transportado pasivamente sobre el cuerpo del insecto. Por ejemplo moscas que transportan en sus patas bacterias *Salmonella* desde una fuente fecal a los alimentos.

Transmisión biológica: la mayoría de los vectores son vectores biológicos (obligados) puesto que hay un estado del ciclo de vida de los parásitos que sufren multiplicación y/o desarrollo en el vector antes de alcanzar un estado infectivo que sea capaz de invadir a un nuevo hospedador. El tiempo entre el ingreso del parásito, su multiplicación y/o transformaciones de los estados del ciclo hasta que el mismo es transmitido a un hospedador se llama **período de incubación extrínseco** y es un importante factor en la epidemiología de las enfermedades transmitidas por vectores. El **período de incubación intrínseco** es el tiempo que transcurre entre la infección en el hospedador vertebrado hasta el inicio de los síntomas.

Existen tres tipos de transmisión biológica:

a. **Cíclica**: el organismo causal experimenta cambios cíclicos o metamorfosis, pero no se multiplica dentro del vector. *Wuchereria bancrofti*, agente causal de la filariasis en mosquito.

b. **Propagativa**: el organismo causal no experimenta cambios cíclicos, pero se multiplica dentro del cuerpo del vector. *Yersinia pestis*, agente causal de la peste, se multiplica dentro de la pulga; las bacterias y los virus son típicamente transmitidos de esta manera.

c. **Ciclopropagativa**: El organismo causal experimenta cambios en relación con su ciclo, y a la vez se multiplica dentro del vector. La malaria es un ejemplo en el cual se produce la maduración y el incremento numérico del *Plasmodium* dentro del mosquito *Anopheles*.

Cuando la transmisión ocurre durante la ingesta sanguínea el parásito puede transmitirse utilizando diferentes vías:

- 1- **Multiplicación en el tubo digestivo y transmisión por las heces**: el estado infectivo es eliminado con la materia fecal del insecto. Como ejemplos: *Rickettsia prowazeki* se multiplica en el interior de las células del tubo digestivo de los piojos, las cuales se rompen entre 8 a 10 días posteriores al ingreso de la bacteria, y son eliminadas con las heces. Estas heces pueden ser infectivas hasta 3 meses; las mismas ingresan a un nuevo hospedador cuando

se rasca a través de las heridas o de las membranas de las mucosas (transmisión propagativa). Otro ejemplo es el caso del protozoo *Trypanosoma cruzi* en donde los estados metacíclicos del parásito (infectivos) son eliminados con las heces y durante el proceso de diuresis (eliminación de exceso de líquidos) luego de la alimentación sanguínea, de ese modo las formas infectivas ingresan al nuevo hospedador por mucosas o por rascado a través de las heridas (transmisión ciclopropagativa).

- 2- *Multiplicación en el tubo digestivo y transmisión por las picaduras del vector*: el parásito que ingresó con la ingesta sanguínea se desarrolla en el tubo digestivo y luego se dirige hacia la parte anterior del mismo para ser transmitido cuando el hospedador necesite una nueva ingesta sanguínea. Ejemplo: *Yersinia pestis* genera una especie de tapón en el tubo digestivo anterior, el cual se rompe y es expulsado por regurgitación cuando se genera una nueva ingesta sanguínea. Otro ejemplo es el caso de *Leishmania* en donde el parásito cumple parte de su ciclo en distintos sitios del tubo digestivo de los flebótomos, multiplicándose y dividiendo en la parte media para luego migrar hacia el tubo digestivo anterior y piezas bucales.
- 3- *Penetración del epitelio del tubo digestivo y transmisión por picadura del vector*: muchos parásitos no permanecen en el interior del tubo digestivo por varios factores como los efectos adversos de las enzimas digestivas y la barrera que significa la matriz peritrófica. Estos patógenos penetran rápidamente las células del tubo digestivo, la atraviesan y en el hemocele entran en contacto con el sistema inmune del insecto, al cual deben evadir para lograr exitosamente multiplicarse, desarrollarse o ambas cosas a la vez. Un ejemplo es el de las filarias, entran a sus vectores como microfilarias, atraviesan el tubo digestivo, mudan hasta alcanzar el estado infectivo para luego alcanzar el labio que recubre las piezas bucales. Cuando el insecto se alimenta, las formas infectivas móviles se desprenden del aparato bucal para penetrar al hospedador por el orificio de ingreso que deja la proboscis. En este caso no hay multiplicación de las filarias dentro del vector, solo cambio de estados, como ya fue mencionado. Otros parásitos que invaden el hemocele, se multiplican y circulan antes de alcanzar las glándulas salivales, lo cual es una estrategia efectiva ya que la saliva es producida cada vez que el vector debe alimentarse de sangre y así el parásito es inoculado con alta eficiencia. Ejemplos son los arbovirus (virus dengue, virus de la fiebre amarilla, etc.) y *Plasmodium* o parásitos de la malaria. Entre todos estos ejemplos que mencionamos existen diferentes estrategias para atravesar la importante barrera de la matriz peritrófica: atravesar las células del epitelio del tubo digestivo antes de la formación de la matriz peritrófica, luego de la desaparición de la misma o tener enzimas como las quitinasas que rompen el entramado de la misma.

Conceptos de epidemiología

Epidemiología: es un concepto que tiene en cuenta la historia natural y la propagación de enfermedades en las poblaciones humanas y animales. Las enfermedades de transmisión vectorial son resultado de la interacción de una tríada que incluye un vector artrópodo, un hospedador vertebrado y un parásito. Los factores ambientales como la temperatura y la lluvia afectan estos procesos al afectar la tasa de la maduración del parásito dentro del huésped artrópodo, así como la abundancia de los artrópodos y vertebrados en el tiempo y el espacio.

La **vigilancia epidemiológica** permite detectar el problema precozmente. Es sumamente importante para la adopción de medidas de prevención y control. La enfermedad transmisible debe considerarse desde una perspectiva clínica y otra entomológica. La primera puede ser pasiva (notificación) y activa (basada en pruebas de laboratorio: determinación de serotipos, tiempo de infección, ubicación). La vigilancia entomológica y los programas de control son más efectivos si existe suficiente información sobre el mantenimiento, amplificación, y los patrones de transmisión epidémica así como un conocimiento general, regional y local sobre la dinámica del vector.

Por lo tanto un entendimiento de la epidemiología de las enfermedades donde el agente etiológico es transmitido por vectores requiere de conocimientos que aportan varias disciplinas como son la ecología, fisiología, inmunología y genética poblacional de los parásitos, vectores y hospedadores.

Antroponosis: es una enfermedad parasitaria que normalmente infecta solo a humanos y a uno o más vectores antropofágicos. Ejemplos son dengue, malaria, algunas filariasis. Los humanos son reservorios para estos parásitos que pueden persistir por años como infecciones crónicas. Se llaman **epidemias** cuando el número de casos humanos diagnosticados aumenta durante un periodo específico de tiempo mientras que **endemia** es cuando los casos humanos reaparecen continuamente en tiempo y espacio. **Hiperendemia** se refiere a un incremento gradual por encima del nivel endémico, pero que no alcanza proporciones epidémicas. **Ocurrencia epidémica** es el incremento brusco de la incidencia, muy por encima de lo esperado, en un área dada dentro de un lapso definido. **Pandemia** es una enfermedad epidémica que se ha extendido entre continentes.

Zoonosis: se utiliza este término cuando los patógenos son mantenidos en otros vertebrados no humanos y en este caso nos referimos a **epizootia** para describir una epidemia en poblaciones de animales silvestres.

Incriminación del vector

La incriminación del vector requiere una combinación de investigación de campo y de laboratorio puesto que considera la abundancia de vectores en el tiempo y el espacio, los patrones alimenticios de selección de hospedador, las tasas de infección a campo y la competencia del

vector. Los estudios a corto plazo pueden determinar rápidamente los modos de transmisión, pero entender los ciclos de transmisión y los mecanismos de persistencia de los patógenos típicamente requieren años de estudios ecológicos a campo e investigación y experimentación en laboratorio.

La colecta de artrópodos infectados en la naturaleza es un importante primer paso en la identificación de potenciales vectores, no obstante se debe tener en cuenta que esto solo indica que dichas especies de artrópodos se alimentan sobre hospedadores vertebrados que tienen el parásito. Los datos de infección pueden expresarse como **prevalencia de infección** que es un porcentaje en un punto dado en el tiempo (número de vectores infectados/número examinado X 100). Otro parámetro utilizado comúnmente es la **incidencia de infección** que es el número de casos nuevos en una población específica en un tiempo definido.

Es importante distinguir entonces, entre artrópodos que tienen un parásito (positivos en la detección) de aquellos capaces de transmitirlos a un hospedador. Distinguir entre vectores infectivos de no infectivos, suele ser dificultoso en patógenos que no tienen transmisión cíclica o ciclopropagativa en donde los estados infectivos pueden reconocerse por propiedades bioquímicas, cambios morfológicos o ubicación en el vector. Por ejemplo los virus y bacterias de transmisión propagativa, no sufren cambios pero la ubicación dentro del vector suele ser informativa. En este caso la habilidad para transmitir estos parásitos puede implicar testear ciertas partes del cuerpo del vector como ser glándulas salivales, tórax o cabeza.

Para definir el rol vectorial es necesario además comprobar la competencia vectorial para dicho parásito. ¿Qué es la competencia vectorial?

Competencia vectorial

Se define como la susceptibilidad de una especie de artrópodo a la infección con un parásito y su habilidad para transmitir esta infección adquirida. Se determina experimentalmente por alimentación de los artrópodos sobre un hospedador en donde circulan los estados infectivos del parásito y luego permitiendo una nueva alimentación sanguínea del artrópodo sobre un hospedador vertebrado no infectado y susceptible. Por último, examinando al hospedador para determinar si efectivamente se infectó. Debido a las dificultades que plantean estos experimentos en relación al mantenimiento y cuidado de hospedadores en bioterios, se emplean diferentes sistemas de alimentación artificiales por medio de los cuales se expone el artrópodo a la sangre infectada con el parásito, lo que además permite controlar las concentraciones que se usan para cada patógeno. La susceptibilidad a la infección se expresa como dosis infectiva media (DI50) que es la concentración requerida para infectar al 50% de los artrópodos alimentados. La habilidad para transmitir se expresa como el porcentaje de hembras infectadas que son capaces de transmitir el parásito a un hospedador. Cuando un artrópodo no se infecta o no trasmite un patógeno, esto se atribuye a la presencia de barreras. La más importante barrera suele ser la del

tubo digestivo. Si el parásito es capaz de atravesar dicha barrera, debe multiplicarse y diseminarse hacia las piezas bucales o glándulas salivales. En este caso debe ser capaz de evadir la inmunidad celular y humoral de los artrópodos que puede generar una barrera a la diseminación. Una última barrera es la de las glándulas salivales puesto que el parásito debe ser capaz de infectar y luego salir de las mismas. Los vectores con alguna de esas tres barreras son *refractarios* (concepto ya mencionado para los hospedadores). En el caso de parásitos que se transmiten con las heces, la competencia vectorial se expresa como el porcentaje de artrópodos infectados que son capaces de producir estados infectivos en las heces.

Capacidad vectorial

Este concepto se refiere a atributos ecológicos cuantitativos del vector relacionado con la transmisión del parásito. Fue desarrollado originalmente para los parásitos de la malaria. Se refiere a la habilidad del vector para transmitir un patógeno, en una localidad dada y en un tiempo dado. Una definición en sentido estricto es: tasa diaria a la cual aparecerán nuevas inoculaciones a partir de un caso infectivo, cuando todos los vectores que pican a ese caso se hacen infectivos.

Incluye las interacciones del vector con el patógeno y con el huésped vertebrado, así como las características innatas del vector. El tamaño de la población, la longevidad, la extensión y el número de los ciclos gonadotróficos (ciclo reproductivo de un artrópodo e incluye la búsqueda de un hospedador alimenticio, la alimentación sanguínea, la digestión de la sangre, la maduración de los huevos y la oviposición), el comportamiento de alimentación y la actividad diaria, afectan la capacidad vectorial de esa población de artrópodo.

La capacidad vectorial se expresa por una fórmula y puede determinarse para cada sistema parásito-hospedador siendo más usada para las antroponosis.

¿Cómo se cuantifica?

Hay que partir de un concepto extraído de las tablas de vida: la tasa reproductiva básica o R_0 = número medio de descendientes producido por cada individuo original al final de la cohorte.

$$R_0 = \sum l_x m_x$$

Ese número significa en términos generales la cantidad de hijos que sobreviven. Ese mismo concepto trasladado a la epidemiología se interpreta como el promedio del número de casos secundarios de una enfermedad que surgen de cada caso primario en una población susceptible de hospedadores. Su fórmula es:

$$CV = ma^2 VP^n / -\ln P$$

donde CV es la capacidad vectorial, m es el número de vectores por humano, a es la tasa de picada (frecuencia de alimentación del vector x proporción de la población de vectores que se

alimentan sobre humanos), V es la competencia vectorial, P es probabilidad de supervivencia diaria y n es el período de incubación extrínseco.

Cada uno de los valores se estima en trabajos de campo y laboratorio y entrañan dificultad mayor o menor según las circunstancias. Obsérvese que a está elevado al cuadrado porque como se mencionó, para que un vector pueda transmitir un patógeno, debe picar al menos dos veces (a un hospedador infectado y luego a uno sano).

Lo anterior significa que en esta fórmula intervienen: abundancia de vectores, preferencia de hospedador o patrón de alimentación, capacidad reproductiva y longevidad. Es decir, en la fórmula no solamente interviene la fisiología del vector sino su comportamiento y su ecología, en particular su dinámica poblacional (supervivencia, estacionalidad, emigración e inmigración).

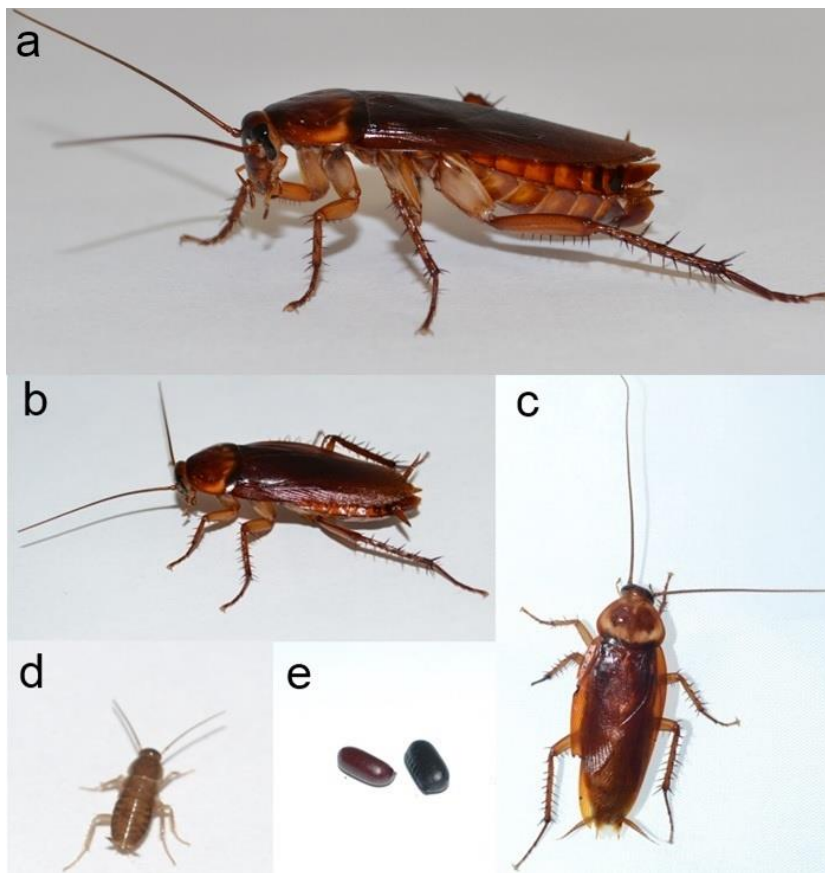
Bibliografía

- Beaty, B. J. y Marquardt, W. C. (1996). *The Biology of Disease Vectors*. Boulder: University Press of Colorado.
- Bonica, M. B., Goenaga, S., Martin, M. L., Feroci, M., Luppo, V., Muttis, E., y Levis, S. (2019). Vector competence of *Aedes aegypti* for different strains of Zika virus in Argentina. *PLoS Neglected tropical diseases*, 13(6), e0007433.
- Cheng, T. C. (2012). *General parasitology*. Orlando: Elsevier.
- Chuchuy, A., Rodriguero, M. S., Ferrari, W., Ciota, A. T., Kramer, L. D., y Micieli, M. V. (2018). Biological characterization of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Argentina: implications for arbovirus transmission. *Scientific reports*, 8(1), 1-8.
- Ciota, A. T., Chin, P. A., Ehrbar, D. J., Micieli, M. V., Fonseca, D. M., y Kramer, L. D. (2018). Differential effects of temperature and mosquito genetics determine transmissibility of arboviruses by *Aedes aegypti* in Argentina. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 99(2), 417-424.
- Lambrechts, L., Paaijmans, K. P., Fansiri, T., Carrington, L. B., Kramer, L. D., Thomas, M. B., y Scott, T. W. (2011). Impact of daily temperature fluctuations on dengue virus transmission by *Aedes aegypti*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(18), 7460-7465.
- Lane, R. P. y Crosskey, R. W. (1993). *Medical insects and arachnids*. London: Chapman & Hall.
- Lehane, M. J. (1991). *Biology of blood-sucking insects*. Cambridge: The University Press.
- Micieli, M. V., Matakchiero, A. C., Muttis, E., Fonseca, D. M., Aliota, M. T., y Kramer, L. D. (2013). Vector competence of Argentine mosquitoes (Diptera: Culicidae) for West Nile virus (Flaviviridae: Flavivirus). *Journal of medical entomology*, 50(4), 853-862.
- Reisen, W. K. (2010). Landscape epidemiology of vector-borne diseases. *Annual review of entomology* 55: 461-483.

CAPÍTULO 2

Orden Blattodea

Alejandra C. Gutierrez, María V. Micieli y Arnaldo Maciá



Periplaneta americana:- (a, b) Hembra, (c) macho, (d) ninfa III, (e) ootecas.
Foto: Jorge A. Barneche y Alejandra C. Gutierrez.

Introducción

Las cucarachas son miembros del orden Blattodea (a veces conocido como Blattaria) que incluye a las termitas, y que junto con las mantis o mamboretá (orden Mantodea) forman el superorden Dictyoptera. Los estudios realizados en las últimas décadas han demostrado que las termitas son en realidad un linaje dentro de Blattodea y no un orden separado de insectos (orden Isoptera) como se pensaba anteriormente. Sin embargo, las relaciones filogenéticas entre cucarachas y termitas siguen siendo tema de debate que no pretendemos desarrollar en este capítulo.

Este grupo es uno de los más viejos y primitivos órdenes de insectos alados, existiendo registros de 250 millones de años atrás. Se considera que Blattodea es ecológica y económicamente importante a escala local y mundial; son componentes importantes de muchos ecosistemas, se encuentran entre los principales descomponedores de madera y varias especies son plaga a nivel mundial. Como grupo, las cucarachas exhiben una notable diversidad de tamaño, forma, coloración y comportamiento; ocupan una amplia gama de hábitats, desde cuevas hasta montañas, desde selvas tropicales hasta desiertos. Tienen amplia distribución geográfica. Actualmente existen unas 4600 especies descritas, siendo silvestres la gran mayoría. Solo el 1% de las cucarachas (menos de 30 especies) colonizan el hábitat humano y a partir de estos hábitos domiciliarios y peridomiciliarios han colonizado todas las áreas habitadas del planeta convirtiéndose en un problema sanitario y económico.

Caracterización

Las características principales del superorden Dictyoptera son: antenas filiformes con muchos segmentos, aparato bucal masticador, tarsos de cinco segmentos, alas anteriores transformadas en tegminas con una vena costa marginal, genitalia del macho asimétrica, ovipositor oculto y reducido, huevos en ootecas.

Este superorden se subdivide en dos órdenes: **Mantodea** (con las patas anteriores raptoras, cabeza no cubierta por el pronoto, tres ocelos) y **Blattodea** (con todas las patas iguales, cabeza cubierta por el pronoto, dos ocelos).

Orden Blattodea

Se reconocen por las alas, venación alar, aparato bucal masticador y cercos prominentes. Con el cuerpo achatado dorsoventralmente.

Cabeza: es hipognata, con los escleritos bien definidos. Ojos compuestos bien desarrollados, ocelos pares, antenas largas y filiformes con numerosos segmentos. Las antenas están equipadas con mecanorreceptores, pero aparentemente no con quimiorreceptores. Aparato bucal masticador formado por mandíbulas con fuertes dientes, palpos maxilares de cinco segmentos, palpos labiales de tres segmentos y una hipofaringe amplia.

Tórax: especializado para la locomoción, tiene tres pares de patas y, en los adultos, dos pares de alas. Formado por un protórax con el pronoto amplio, en forma de escudo, que en vista dorsal recubre gran parte de la cabeza. El protórax es el único segmento del tagma visible en vista dorsal. El mesotórax de posición media y el metatórax posterior son similares en tamaño, de forma rectangular y no visible desde la faz dorsal; están cubiertos por las alas. En vista ventral, el protórax, el mesotórax y el metatórax son visibles y se reconocen por el par de patas que lleva cada segmento. Las pleuras y los esternos están levemente esclerotizados y ocultos por las coxas. Presenta espiráculos meso y metatorácicos. Alas: La mayoría de los taxones tienen alas,

al menos en un sexo, pero no siempre son funcionales. Las alas anteriores, cuando están presentes, están modificadas en **tegminas**, endurecidas con venas bien definidas. Las alas posteriores son membranosas, más grandes, están replegadas sobre sí mismas y poseen un sector radial con numerosas ramas. Patas: presentan tres pares de patas cursoriales, bien desarrolladas. Formadas por fuertes coxas y segmentos largos, las patas traseras son las más largas; estas características le proporcionan la potencia propulsora para realizar movimientos rápidos. Cada pata está formada por una coxa grande y aplanada; el trocánter es pequeño; el fémur y la tibia tienen espinas desarrolladas, las de las tibias pueden ser usadas para defensa contra depredadores. El tarso está formado por cinco segmentos; los tarsómeros 1 a 4 suelen presentar almohadillas ventrales llamadas **pulvilli**. El tarsómero 5 termina con un par de uñas tarsales junto a un **arolio** en forma de almohadilla. El arolio les permite a las cucarachas trepar sobre paredes lisas, por ejemplo, en las especies de *Periplaneta*.

Abdomen: presenta 11 segmentos, pero son visibles 10 porque el 11 se reduce y se fusiona con el 10. Los primeros siete segmentos (pregenitales), son similares, no especializados, visibles y contables. El segmento 9 en los machos y el 8 y 9 en las hembras son los segmentos genitales que están modificados para las funciones reproductivas. El segmento 10 (y el 11, vestigial) son posgenitales y también están modificados. La región abdominal dorsal de machos y hembras son similares. Cada segmento presenta un tergito esclerotizado. Los segmentos 1 a 7 son de tamaño similar y se distinguen fácilmente, pero los tergitos 8 y 9 son más pequeños y suelen estar telescopados debajo del 7. El tergito 10 es una gran placa bilobulada; la región posterior, denominada **epiprocto**, es homóloga al tergito del segmento 11. La región ventral de los machos es muy diferente a la de las hembras. Cada segmento presenta un esternito esclerotizado, el 1º es pequeño y se encuentra en la línea media entre las coxas posteriores. Los esternitos 2 a 6 son placas alargadas y rectangulares. En los machos los esternitos 7 a 9 son similares a los anteriores y visibles externamente. La **placa subgenital** está formada por el esterno 9 y lleva un par de **estilos**; la genitalia queda incluida y oculta en la cámara genital y es asimétrica. Los estilos están ausentes en las hembras maduras, pero están presentes en las ninfas de ambos sexos. En las hembras, el esternito 7 es grande y está modificado en forma de quilla, se denomina **placa subgenital**; los esternitos 8 y 9 se internalizan bajo el tergito 7 y están contenidos entre las paredes de un amplio atrio genital. El ovipositor, formado por tres pares de valvas pequeñas que derivan de los apéndices de los segmentos 8 y 9, se ubican dentro de la cámara genital. El ovipositor guía los huevos desde el oviducto hasta la ooteca en formación. El ano está en el segmento 11 y se encuentra ventralmente con respecto al epiprocto, que es el tergito del segmento 11. Está flanqueado por un par de escleritos triangulares, los **paraproctos**, que son modificaciones del esternito 11. El esternito 10 es vestigial.

La mayoría de los segmentos abdominales carecen de apéndices, pero el segmento 11 tiene un par de **cercos** grandes y segmentados, que son visibles dorsal y ventralmente. En los adultos el segmento 11 está fusionado con el segmento 10. Los cercos se encuentran en ambos sexos y presentan pequeños pelos sensitivos que captan las vibraciones causadas por sonidos de baja frecuencia y movimientos del aire. Su estimulación suele iniciar una respuesta rápida de escape.

Hay ocho pares de espiráculos en el abdomen y se localizan lateralmente en la esquina antero-dorsal de la pleura de los primeros ocho segmentos abdominales.

Se pueden diferenciar machos y hembras por sus caracteres morfológicos. Los machos tienen un par de estilos entre los cercos, ausentes en hembras. Además, existe una clara diferencia en la terminalia o genitalia externa.

Biología

La gran mayoría de las cucarachas son nocturnas y presentan fototactismo negativo, es decir tienden a alejarse de la luz y se ocultan en lugares húmedos y oscuros, en enredaderas presentes en los jardines, árboles huecos, pilas de madera y mantillo. Las cucarachas de hábitos diurnos suelen ser coloridas y con ornamentaciones. La coloración de las cucarachas asociadas a ambientes urbanos, oscila entre un color marrón rojizo a marrón oscuro y del negro rojizo al negro.

Son paurometábolos. Pasan por los estados de huevo, ninfa y adulto. El número de ninfas es variable según las especies; poseen entre cinco y 12 estadios ninfales similares a los adultos pero sin alas.

La cópula es por oposición entre macho y hembra, y durante este proceso el esperma es transferido mediante un espermatóforo, el cual se deposita en el atrio genital de la hembra. Los óvulos son fecundados en el atrio genital y son guiados por las valvas del ovipositor, ubicándose alternadamente a la derecha e izquierda de la línea media de la ooteca en desarrollo, que saldrá en la mayoría de las especies, por la abertura genital. Existen cucarachas ovíparas (los huevos se desarrollan fuera del tracto reproductor de la hembra, quien los transporta en ootecas resistentes, por un tiempo variable; por ejemplo *Blatella germanica*, *Periplaneta americana*, *Blatta orientalis*), ovovivíparas (forman una ooteca membranosa, la cual incuban dentro de una cámara de cría y los embriones absorben agua de la madre, como en *Blaberinae*) y vivíparas (la ooteca es incompleta y membranosa, por lo tanto permite el intercambio de alimento entre la madre y las ninfas, como en el caso de *Diploptera punctata*). *Pycnoscelus surinamensis* es una especie plaga que ha colonizado las regiones tropicales y subtropicales del Nuevo Mundo debido a su capacidad para reproducirse rápidamente a través de la partenogénesis, que produce una descendencia femenina funcional a partir de huevos no fertilizados.

La **ooteca** es una envoltura (suele ser rígida) que contiene una doble hilera de bolsillos divididos por un tabique mediano donde cada huevo ocupa un bolsillo y además cada bolsillo presenta un ducto que desemboca en la quilla (borde dorsal) por donde circula el aire, que conecta con el exterior y donde se escinde para la salida de las ninfas. Suelen ser resistentes a la desecación y a veces a los efectos de los insecticidas químicos. Las ootecas difieren según las especies, en forma, tamaño, ornamentación de la superficie externa y en el número de huevos, existiendo claves taxonómicas de ootecas que permiten diferenciar especies. Suelen tener entre 15 a 50 huevos.

Especies de importancia en Argentina

Sobre la base de su frecuencia en las casas en especies sinantrópicas, el orden de importancia en Argentina varía desde *Blattella germanica* que se encuentra con mucha frecuencia y está ampliamente distribuida, hasta *Supella longipalpa* que no ha establecido con éxito poblaciones permanentes asociadas al humano. El género *Periplaneta* está representado en Argentina por tres especies: *P. americana*, muy extendida; *P. brunnea* limitada al norte del país; y *P. fuliginosa* distribuida como *P. americana*, pero desplazada por esta última cuando ambas especies colonizan la misma zona. *Blatta orientalis* fue recolectada con frecuencia desde el principio hasta la primera mitad del siglo XX, después de lo cual su frecuencia disminuyó abruptamente; siendo una especie muy poco representada en la actualidad. Su prevalencia probablemente se redujo con la introducción de calefacción central en pisos y casas, como sucedió en el Reino Unido.

Familia Blattellidae

Blattella germanica, “cucaracha rubia” o “alemana”. La cucaracha alemana se encuentra en todo el mundo en asociación con los seres humanos; son domiciliarias, su ciclo de vida es relativamente corto y su alta fecundidad permite que rápidamente se conviertan en un problema en el hogar. Habitan preferentemente la cocina y despensas y secundariamente baños y otras habitaciones. Son malas voladoras y no se mueven entre los edificios. El adulto mide 10 a 15 mm de largo, es de color marrón claro a castaño con dos bandas negras longitudinales que corren a lo largo del pronoto. La hembra adulta, lleva la ooteca durante unas tres semanas, hasta la eclosión de las ninfas; pueden eclosionar hasta 45 individuos por ooteca. El número de mudas es de seis y a temperatura ambiente el desarrollo de ninfa a adulto se completa en 60 días. El ciclo de vida completo de huevo a adulto toma alrededor de tres meses.

Familia Blattidae

Periplaneta americana, “cucaracha americana”. Es una especie peridoméstica. Es de gran tamaño, con adultos de entre 34 y 53 mm de largo. Son alados, capaces de volar, de color marrón rojizo, y alrededor del borde del pronoto presentan una banda amarilla. La hembra lleva la ooteca durante 24 horas para luego pegarla en una superficie dura con secreciones de la boca o la deja caer cerca de una zona donde haya alimento y humedad. Las ninfas completan su desarrollo entre un año y medio a dos años y el adulto suele vivir entre siete meses y dos años. El primer estadio de ninfa es de color grisáceo y después de las primeras mudas se vuelven de color rojizo. En general vive en el exterior de las casas, pero pueden moverse hacia el interior si las condiciones son adecuadas; también pueden vivir en tuberías de agua, baños, lavaderos y en las cloacas.

Periplaneta brunnea. Es una especie marrón de menor tamaño que la anterior, aunque la diferencia morfológica más conspicua es el largo y la forma de los cercos, que son robustos y más cortos. Está en cavidades naturales y en edificios, pero no está asociada a drenajes y aguas residuales.

Periplaneta fuliginosa, “cucaracha café ahumada”. Esta cucaracha está estrechamente relacionada con la cucaracha americana y se ha convertido en una plaga importante en muchas partes del mundo; prospera en climas cálidos y húmedos; es principalmente una especie subtropical sensible a la desecación; es peridomiciliaria pero frecuentemente invade las casas. Es de gran tamaño, de color caoba a marrón oscuro brillante, con el pronoto sin patrón; los adultos miden 25 a 38 mm de largo y son macrópteros. Las ninfas del primer estadio tienen el cuerpo negro brillante, con bandas blancas en las antenas, el mesotórax y en los márgenes de los dos primeros segmentos abdominales. Es común observar en el primer y segundo estadio, la parte posterior del abdomen hacia arriba, similar a las tijeretas o los escarabajos estafilínidos. Los últimos estadios ninfales son de color rojizo. Las poblaciones de *P. fuliginosa*, tienen un movimiento continuo hacia el interior del hogar. Sus escondites se encuentran próximos a las casas, por ejemplo, en arbustos, árboles, pilas de madera, sótanos, techos, áticos, garajes, invernaderos, alcantarillas.

Blatta orientalis, “cucaracha oriental”. Es una especie peridoméstica. Los machos tienen alas cortas reducidas y las hembras son braquípteras (alas vestigiales) por lo que esta especie no tiene capacidad de volar. El tamaño de los adultos varía entre 20 y 25 mm de largo y son de color marrón oscuro o negro. El ciclo de vida puede variar de seis meses a dos años dependiendo de las condiciones ambientales. Está asociada a condiciones de alta humedad, colonizan las tuberías con goteras, drenajes de pisos y cloacas. Su habilidad para resistir inmersiones temporarias le permite atravesar el agua retenida en los sifones de drenaje. La movilidad de esta especie suele ser baja por lo que es más sencillo el control.

Supella longipalpa. Es una especie doméstica. El tamaño varía entre 13 y 14 mm. Los adultos tienen dos bandas horizontales en las alas y las ninfas dos bandas prominentes a lo largo del mesonoto y del primer segmento abdominal. Es común que habiten en el interior de las casas calefaccionadas, en áreas donde no hay alimentos como habitaciones, armarios, equipos electrónicos, teléfonos. El tiempo de desarrollo de huevo hasta adulto es aproximadamente de entre cinco y seis meses. Sin embargo, no se considera una plaga establecida en nuestro país.

Importancia sanitaria

Las cucarachas son potenciales vectores mecánicos de patógenos en domicilios, hospitales y restaurantes, debido a su desplazamiento, por ejemplo, entre cloacas y lugares donde se procesan alimentos; además proveen a los organismos infecciosos de un medio de transporte para la contaminación. Pueden contener agentes patógenos en su tracto digestivo, en el tegumento, en las espinas de sus patas y excrementos. La transmisión rápida de agentes etiológicos de enfermedades es favorecida por la capacidad de regurgitación del alimento y además, las bacterias permanecen viables en el tracto digestivo por períodos prolongados, siendo entonces el contagio posible a través de las deyecciones. Existe en la bibliografía una lista de organismos patogénicos que han sido aislados de cucarachas en ambientes domésticos y peridomésticos;

se registraron 32 especies de bacterias, huevos de siete especies de helmintos, 17 especies fúngicas, tres especies de protozoos y dos cepas de virus de la poliomielitis. Otro de los aspectos a tener en cuenta es que las cucarachas son hoy reconocidas como uno de los más importantes alérgenos del interior de viviendas luego de los ácaros del polvo, es decir, aumentan los procesos alérgicos, ya que son agentes de inducción y exacerbación del asma. Las cucarachas son causantes de diferentes niveles de estrés en las personas, que llegan a generar reacciones de terror y ansiedad cuando sufren entomofobia.

Control

Control químico

Las cucarachas son controladas principalmente mediante el uso de insecticidas orgánicos sintéticos (organofosforados, piretroides y carbamatos). Actualmente el mercado de los insecticidas en la Argentina no ofrece muchas opciones para aplicar formulados dentro de estrategias de un control de bajo riesgo. Es importante que exista un amplio espectro de formulaciones de insecticidas de bajo impacto ambiental para aplicar en el hogar. Si bien hay un interés por parte de la población por utilizar productos menos tóxicos, aún continúa la aplicación sistemática de insecticidas orgánicos con las consecuencias que puede traer para la población y el ambiente. Sumado al problema de la resistencia a los insecticidas que se han detectado en diferentes poblaciones de cucarachas, la preocupación por la seguridad ambiental y la salud humana y el mayor costo en el desarrollo de los nuevos insecticidas han intensificado la búsqueda de nuevos métodos de control.

Control cultural y planes de manejo integrado de plagas (MIP)

Actualmente, a nivel mundial, cuando se habla del control químico de cucarachas, se debe detallar la importancia del control cultural antes de la aplicación de un insecticida, es decir, modificar el hábitat de las cucarachas, eliminando refugios potenciales o reales y fuentes de alimento. Diversos estudios han demostrado que no hay un buen control a largo plazo cuando los insecticidas se usan como el único método en comparación con un plan de manejo integrado de plagas. El manejo integrado de plagas (MIP) es un enfoque que combina estrategias no químicas (por ejemplo, técnicas de exclusión, alteración de sitios de refugio y saneamiento adecuado) y la colocación selectiva de pesticidas con preferencia por los productos que son menos perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente. El control debe enfocarse sobre los distintos estados, tanto ninfas y adultos como la remoción de ootecas en los lugares infestados por cucarachas. La reinfestación es frecuente debido a que ingresan desde las áreas vecinas o lindantes del domicilio a través de cloacas, rendijas, desagües y por medio del vuelo en las especies aladas. Es común el uso de cebos (de maltosa,

pasta de maní y otros) combinados con insecticidas, productos como ácido bórico, tierra de diatomeas, inhibidores de la muda e incluso con métodos de control biológico.

Control biológico

El control biológico incluye el estudio, la importación, el aumento y la conservación de los enemigos naturales con el fin de regular la densidad de las poblaciones de plagas. Como enemigos naturales se destacan los depredadores, parasitoides y los entomopatógenos. Los organismos entomopatógenos usados como agentes de control biológico incluyen bacterias, virus, hongos, protistas y nematodos. Es importante destacar que la patogenicidad de muchos de los patógenos descritos para cucarachas es desconocida y pocos han sido probados en el campo. Describiremos dos ejemplos de organismos aislados de cucarachas que fueron o son utilizados en el control biológico de estos insectos.

Virus: Los Densovirus (DNV) son virus de ADN que infectan artrópodos, principalmente insectos y en la mayoría de los casos las infecciones por DNV causan la muerte del hospedador. El densovirus aislado de *P. fuliginosa* (PefuDNV), fue purificado de cucarachas enfermas en 1994 en China y se ha producido comercialmente desde 2008. El producto fue formulado como un cebo en pasta en combinación con una feromona sexual. En 2013, se produjo un total de 5.500 kg de pasta de PefuDNV, que puede tratar un área de cerca de 5,5 millones de m². Actualmente se sigue comercializando en China y es específico para esta especie de cucaracha.

Hongos: En el mercado a nivel mundial existen una gran cantidad de productos formulados a base de hongos entomopatógenos para el control de insectos. Éstos son muy virulentos, fáciles de producir *in vitro* en medios de cultivos sencillos y baratos y se distribuyen y persisten en el ambiente durante períodos prolongados en condiciones variables. Los hongos entomopatógenos *Beauveria* spp. y *Metarhizium* spp. (Hypocreales) han demostrado ser efectivos para el control de ninfas y adultos de varias especies de cucarachas en laboratorio. Para el control de cucarachas la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU registró en 1993 un producto a base de *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales: Clavicipitaceae) llamado Bio-Path, (EcoScience Corporation, Worcester, MA, EE.UU.), pero en el campo la falta de eficacia y el control lento llevó a la suspensión del uso. Estas tres estrategias sociales, químicas y biológicas, deberían ser combinadas en un manejo integrado de plagas a fin de reducir la cantidad de insecticida utilizado y lograr un control eficaz y persistente en el tiempo.

Bibliografía complementaria

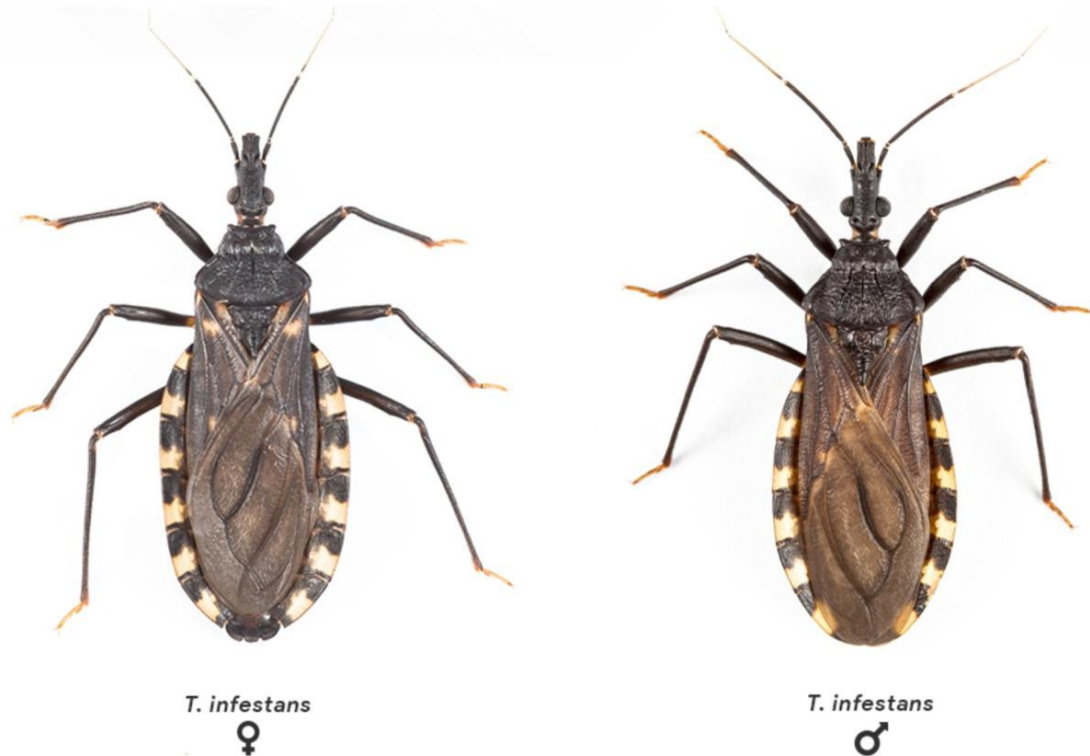
- Appel, A. G. y Smith, L. M. (2002). Biology and management of the smokybrown cockroach. *Annual review of entomology*, 47, 33-55.
- Beccaloni, G. W. y Eggleton, P. (2011). Order Blattodea Brunner von Wattenwyl, 1882. En Z.-Q. Zhang (Ed.) *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa*, 3148, 199-200.

- Crespo, F. A. y Valverde, A. C. (2005). Blattaria. Cucarachas, en: O. D. Salomón (ed.), *Artrópodos de Interés Médico en Argentina*, (pp. 107-113). Buenos Aires: Fundación Mundo Sano, Serie Enfermedades Transmisibles, Publicación Monográfica 6.
- Crespo, F. A. y Valverde, A. C. (2018). Blattaria, new generic and specific records for Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 77, 48-51.
- Donkor, E. S. (2020). Cockroaches and food-borne pathogens. *Environmental health insights*. doi:10.1177/1178630220913365.
- Gutierrez, A. C, García, J.J, Alzogaray, R. A., Urrutia, M. I. y López Lastra, C. C. (2014). Susceptibility of different life stages of *Blattella germanica* (Blattodea: Blattellidae) and *Periplaneta fuliginosa* (Blattodea: Blattidae) to entomopathogenic fungi. *International journal of current microbiology and applied sciences*, 3(12), 614-621.
- Koehler, P. G. y Castner, J. L. (2012). The german cockroach. Document N° SP147. Department of Entomology and Nematology, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Recuperado de: <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Ramírez Pérez, J. (1989). La cucaracha como vector de agentes patógenos. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, 107(1): 41-53.
- Schal, C. y Hamilton, R. L. (1990). Integrated suppression of synanthropic cockroaches. *Annual review of entomology*, 35: 521-555.

CAPÍTULO 3

Orden Hemiptera, Suborden Heteroptera

María V. Micieli, Arnaldo Maciá y Gerardo A. Marti



Triatoma infestans. Foto: Walter Ferrari. Tomada de la aplicación GeoVin.

Orden Hemiptera

El nombre Hemiptera, que literalmente significa *mitad/alas*, deriva de la característica de las alas, donde el par anterior es de mayor consistencia que el par posterior, el cual es completamente membranoso. Las alas anteriores pueden ser uniformes como las del suborden Homoptera, o con una porción basal coriácea, y una porción distal membranosa, los **hemiélitros** de los miembros del suborden Heteroptera.

El orden Hemiptera comprende cerca de 90.000 especies en todo el mundo. Actualmente existen cuatro subórdenes: el suborden Coleorrhyncha (con una familia), el suborden Heteroptera (75 familias) y el antiguo suborden Homoptera que actualmente comprende dos subórdenes:

Auchenorrhyncha (con las piezas bucales que se observan surgir del margen posterior de la cabeza, 28 familias) y los Sternorrhyncha (con las piezas bucales que parecen surgir entre las coxas I o están ausentes, 41 familias).

Las piezas bucales del orden están adaptadas a la extracción de líquidos con una misma estructura básica, el gran y usualmente tubular labio a modo de estuche que incorpora el labro, y a las mandíbulas y maxilas altamente modificadas a modo de estiletos. No presentan palpos labiales ni maxilares. Todo el conjunto del labio más los estiletos es conocido como **rostro** o **proboscis**. Los “Homoptera” se alimentan exclusivamente de jugos de plantas y los Heteroptera incluyen especies fitófagas, predadoras y hematófagas. Los Hemiptera no hematófagos que ocasionalmente pueden picar humanos son tratados en el Capítulo 16.

Suborden Heteroptera

Los Heteroptera, cuyas especies de hábitos hematófagos nos interesan, se caracterizan, como ya se mencionó anteriormente, por su par de alas anteriores, los hemiélitros. Entre otros caracteres diagnósticos del grupo se mencionan: en la cabeza, antenas 4 o 5-segmentadas; ojos compuestos presentes (faltan en algunas familias); ocelos en número de dos o ausentes; aparato bucal picador suctor, con cuatro estiletos. Pronoto ancho; escutelo ancho, triangular o subtriangular; orificio de las glándulas repugnatorias en el metaepisterno. Patas en su gran mayoría cursoriales, las anteriores a veces transformadas en predadoras; tarsos trímeros, terminados en uñas. El abdomen puede presentar laterotergitos en los segmentos pregenitales (el **conexivo**), lo que les permite distender el abdomen durante la ingesta o producción de huevos; ovipositor con la tercera valva generalmente reducida o ausente. Genitalia masculina: noveno segmento modificado en forma de cápsula, que lleva un aedeago bien desarrollado y un par de claspers (los **parámetros**). Huevos operculados. La mayoría son ovíparos, salvo los Polyctenidae, que son vivíparos. En la mayoría, la cópula es por superposición, sujetándose el macho al tórax de la hembra con sus patas anteriores. En Cimicidae y Polyctenidae se presenta un tipo anómalo de fecundación, llamada **hemocélica**: el macho perfora el tegumento abdominal de la hembra con su clasper impar, depositando los espermatozoides en el hemocele, por esta vía llegan a un reservorio de esperma, y luego migran a los oviductos para fecundar a los huevos.

Las especies de Heteroptera hematófagas de mayor importancia médica-veterinaria son las chinches de cama (Cimicidae) y las vinchucas (Triatominae).

Familia Cimicidae

Caracterización

Son insectos de forma aplanada dorso-ventralmente y sin alas funcionales, aunque el par de alas anteriores permanecen en los adultos representadas por dos almohadillas pequeñas sobre la superficie dorsal del tórax. Los ojos son laterales, salientes; ocelos ausentes; la antena es corta, 4-segmentada; el rostro es corto y robusto, 3-segmentado, y en reposo descansa por debajo de la cabeza. El protórax es más ancho que largo, con los bordes laterales curvos, y una muesca anterior para alojar la cabeza. El abdomen de 11 segmentos es capaz de una gran expansión luego de la ingesta sanguínea. La hembra está provista de un **órgano de Berlese o de Ribaga**, una estructura especializada para la recepción del esperma; es una invaginación de la membrana intersegmental, de posición variable según los grupos, cuya función además es la de proteger a las vísceras del clasper del macho durante la cópula, y reducir la pérdida de hemolinfa cuando la hembra es penetrada.

Todas las especies de esta familia son ectoparásitas hematófagas obligadas. Tanto los cinco estados ninfales como los adultos de ambos sexos se alimentan de sangre de vertebrados. Su principal importancia médica y veterinaria radica en la pérdida de sangre y molestias causadas por su alimentación sobre los hospedadores.

Existen 91 especies conocidas de Cimicidae agrupadas en 23 géneros, la mayoría asociadas a murciélagos y aves. Solo dos especies, *Cimex lectularius* (frecuente en regiones templadas) y *C. hemipterus* (común en regiones tropicales), son las chinches de cama comúnmente asociadas al humano, ambas de distribución cosmopolita. Estas especies depositan sus huevos en grietas de la estructura de casas y edificios. Cada hembra suele poner de 200 hasta 500 huevos; los adultos se alimentan preferentemente de noche cuando sus hospedadores duermen, aunque el comportamiento de alimentación y el tiempo de desarrollo suele estar muy influido por las condiciones de temperatura y humedad del ambiente. Los huevos no resisten más de tres meses por debajo de los 13°C, y no pueden sobrevivir al invierno en casas no calefaccionadas de áreas templadas. Sin embargo, las ninfas y adultos pueden sobrevivir un año sin alimentarse a 18°C, esto los hace además eficientes ectoparásitos de aves en nidos, y capaces de sobrevivir largos períodos en ausencia temporaria de sus hospedadores (durante migraciones). Los distintos estados de desarrollo pueden ser fácilmente transportados en ropa de cama, colchones o en huecos o grietas de muebles, siendo éste el principal mecanismo de dispersión e infestación de casas.

Evidencia experimental muestra que estas chinches pueden ser infectadas con diferentes parásitos y patógenos de humanos pero sin evidencia de su implicancia como vectores de estos patógenos. Un ejemplo es la transmisión bidireccional de *Trypanosoma cruzi* demostrada entre ratones y chinches. De todos modos, las infestaciones de casas por *Cimex* suelen generar problemas de irritación, dermatitis e infecciones secundarias a sus moradores, incluso casos de alergia y de anemia en infantes.

En la Argentina hay tres géneros: *Cimex*, *Ornithocoris* y *Bertilia*. Especies pertenecientes a los dos primeros producen trastornos en el humano y animales domésticos. *Cimex lectularius* es la única especie de chinche de cama, parásita del humano que se encuentra a lo largo de todo el territorio argentino. Las chinches del género *Ornithocoris* también pueden picar al humano, aunque sólo accidentalmente. Sus hospedadores naturales son diferentes aves silvestres y domésticas. Para la Argentina están citadas *O. furnari*, *O. toledo*, y *O. uritui*. El género *Bertilia* está representado en Argentina por una especie, *B. valdiviana*, con un registro cerca de Bariloche. No se conocen sus hospedadores naturales, aunque se supone son pequeños roedores.

En las últimas décadas y por causas no del todo conocidas (aumento de viajes internacionales, transporte de materiales a nivel global, cambios en los métodos de control) se ha observado un incremento y persistencia de estos insectos en varios países del mundo, como Estados Unidos, Inglaterra, Australia y Brasil. Argentina no escapa de esta situación que conlleva un impacto económico en la industria del turismo llevando a una reducción de la clientela en los hoteles, incrementado costo de manejo de plagas y litigios de personas afectadas.

La limpieza metódica de las viviendas es el mejor método para prevenir el problema de la invasión. Sin embargo, frente a severas infestaciones se debe recurrir al empleo de insecticidas residuales sobre superficies; y también se han observado buenos resultados con el uso de insecticidas de menor poder residual como los piretroides. Se conocen varios predadores de cimícidos como arañas, hormigas, pseudoescorpiones y otros hemípteros pero ninguno se ha probado como un eficaz biocontrolador.

Familia Reduviidae

Caracterización

La reconocemos por presentar la cabeza libre, estrechándose por detrás en un cuello; el rostro trisegmentado, es curvado en forma de gancho o recto, cuando se encuentra en reposo el mismo está plegado debajo de la cabeza, llegando distalmente a un surco prosternal estriado, el **surco estridulatorio** (carácter diagnóstico); las antenas son filiformes 4-segmentadas, a veces con segmentos subdivididos. El tórax es de forma trapezoidal, dividido en dos lóbulos por un surco transversal; presenta un escutelo pequeño, triangular. Las patas son cursoriales. Los hemiólitros con corion, clavus y membrana bien desarrollados. El abdomen presenta el conxivo.

La gran mayoría se alimenta de la hemolinfa de otros insectos, y algunos de la sangre de vertebrados. Los primeros son importantes como predadores de insectos plaga, siendo su picadura paralizante por acción de la saliva tóxica; cuando un redúvido entomófago pica accidentalmente al humano o a un animal, el dolor es muy intenso, pero sin consecuencias colaterales.

Existen 23 subfamilias dentro de la familia Reduviidae, con alrededor de 6000 especies. La subfamilia Triatominae es relativamente pequeña pero muy importante desde el punto de vista médico-veterinario pues incluye a las vinchucas.

Subfamilia Triatominae

Características diferenciales

Se diferencian por su aparato bucal sucto-picador o rostro **recto** y trisegmentado, formado por el labio, que lleva en su interior las piezas bucales en forma de estiletes, las cuales son modificación de las mandíbulas y las maxilas. Las maxilas se encuentran yuxtapuestas y alojan dorsalmente el canal alimenticio por donde pasa el alimento y ventralmente el canal salival. Los estiletes aserrados mandibulares son usados para cortar la epidermis del hospedador y los maxilares acceden al vaso sanguíneo. Cuando el insecto no se alimenta, el rostro está paralelo a la parte ventral de la cabeza.

El abdomen presenta 11 segmentos y suele ser agudo en la parte terminal de las hembras y levemente redondeado en los machos, pudiéndose diferenciar los sexos a través de esta característica.

Esta subfamilia se divide en cinco tribus con 17 géneros, con la mayoría de las especies conocidas en el Nuevo Mundo, unas pocas especies del género *Linshcosteus* encontradas solo en India y algunas especies de *Triatoma* en el sudeste asiático y África, destacándose *T. rubrofasciata*. Las especies de triatominos del Nuevo Mundo se distribuyen desde Estados Unidos (zona de los Grandes Lagos) hasta el sur de Argentina. Todos los triatominos tienen el potencial de transmitir *T. cruzi*, el agente etiológico de la enfermedad de Chagas. De todas las especies (alrededor de 150), se han encontrado aproximadamente 70 infectadas naturalmente con este parásito y menos de 20 especies son consideradas vectores de mayor importancia epidemiológica.

Biología

Los triatominos son hemimetábolos o paurometábolos, por lo que pasan por el estado de huevo, cinco estadios ninfales y el estado adulto. Todos los triatominos son hematófagos obligados, alimentándose preferentemente sobre mamíferos y aves. Tanto los estados ninfales como los adultos se alimentan de sangre de sus hospedadores.

Es posible distinguir las ninfas de los adultos debido a que las ninfas presentan ojos pequeños, ausencia de ocelos y alas, y en el lugar donde se desarrollarán las alas, presentan lóbulos torácicos.

La cópula envuelve la transferencia de un espermátforo desde el aedeagus, mientras el macho se posiciona dorso lateralmente con respecto a la hembra, sujetando con sus claspers el extremo terminal del abdomen de la misma. La oviposición comienza entre los 10 a 30 días posteriores a la cópula. Cada hembra suele depositar entre uno y dos huevos diarios produciendo un total de 10 a 30 huevos por cada alimentación sanguínea. Los huevos son ovoides, con el extremo opercular romo. Dependiendo de la especie, una hembra puede producir entre 100 y 600 huevos durante toda su vida. En general los depositan individualmente, aunque algunas especies lo hacen en masas o pequeños grupos. Después de eclosionar las ninfas podrán tomar su primera alimentación sanguínea entre las 48 a 72 horas post eclosión. El ciclo completo desde huevo hasta adulto puede ser tan corto como tres a cinco meses (posibilitando que tengan dos ciclos anuales), algunas especies de seis a 11 meses (una generación anual) y en otras especies el mismo dura entre uno y dos años. Este tiempo de desarrollo varía con la especie, la temperatura, humedad, disponibilidad de hospedadores sanguíneos, etc.

Se han verificado cópulas entre especies distintas dando lugar a híbridos tanto en laboratorio como en la naturaleza. Uno de los híbridos más estudiados en el laboratorio en Argentina es *T. infestans* x *T. platensis* también hallado en nidos de aves de la provincia de Chaco.

Son de hábitos nocturnos, pero pueden picar de día en la oscuridad. Pueden sobrevivir en ayunos prolongados, facilitando de este modo la supervivencia en nidos, en los cuales los hospedadores suelen permanecer de un modo intermitente. Las especies de triatominos que son eficientes vectores tienden a causar poco dolor cuando pican. Se conoce una sustancia en la saliva de estos insectos que tiene efectos analgésicos. Las reacciones de prurito de la piel luego de la picadura tienden a aumentar la eficacia de la transmisión del patógeno *T. cruzi* al estimular al individuo a rascarse, haciendo que el estado infectivo que está en las heces del insecto ingrese al torrente sanguíneo por el sitio de la herida.

Se ha mencionado que pican preferentemente en la cara, pero esto sólo se debe a que esa zona es la más expuesta durante el sueño; y que son atraídos por el CO₂ del humano emitido mientras respira. Después de alimentarse, la mayoría de las especies defecan sobre o cerca del hospedador antes de ir a buscar un refugio. Este comportamiento es el principal factor en la determinación de la efectividad de una especie como vector de *T. cruzi*.

Respecto al hábitat de los triatominos, se pueden categorizar principalmente tres tipos: silvestres, peridomésticos y domésticos. Si bien todas las especies se encuentran en el ámbito silvestre, en muchas ocasiones invaden los domicilios y los peridomicilios, de modo que algunas han podido colonizarlos. Las formas silvestres habitan nidos, madrigueras, cuevas, rocas, agujeros de árboles, bromelias, troncos caídos, etc. Estos sitios atraen anfibios, reptiles, roedores, armadillos, murciélagos, de los cuales se alimentan los triatominos. Las especies peridomésticas utilizan animales domésticos como hospedadores porque viven en gallineros, corrales, establos, etc. Las especies domésticas o domiciliarias colonizan las habitaciones humanas y dependen de las personas o los animales domésticos como fuente de alimento sanguíneo. De todos modos

esta clasificación no es estricta en tanto suele haber desplazamiento de especies que han mantenido adaptaciones silvestres y pueden migrar desde hospedadores silvestres hacia el ambiente peridoméstico o doméstico, dependiendo de la disponibilidad de hábitat y alimento.

Importancia sanitaria

Enfermedad de Chagas: *Triatoma infestans* es una de las especies de vinchucas más importante en la transmisión del tripanosoma al humano en un amplio rango geográfico de Sudamérica, debido fundamentalmente a su sinantropía. Otros importantes vectores son *Rhodnius prolixus* en América Central y norte de Sudamérica (no presente en Argentina) y *Panstrongilus megistus* en las regiones costeras del este de Brasil. El parásito no solo afecta a humanos ya que existen más de 100 reservorios mamíferos asociados al ciclo de *T. cruzi*.

Ciclo del parásito en el insecto: las formas infectivas o **tripomastigotas** circulan en la sangre del hospedador vertebrado y son las formas que ingresan al insecto cuando toma la ingesta sanguínea de su hospedador. En el proventrículo cambian a las formas **esferomastigotas** y **epimastigotas**. Estas últimas se multiplican por fisión binaria en el intestino medio y entre el sexto al séptimo día posteriores a la ingesta, se convierten en las formas metacíclicas infectivas (tripomastigotas) que serán eliminadas con las heces del insecto (transmisión ciclopropagativa). Este ciclo del parásito se desarrolla en el tubo digestivo del insecto y las formas infectivas ocurren solo en el intestino posterior y el recto. El tiempo de desarrollo del parásito varía entre seis a 15 días dependiendo de la temperatura ambiente y del estado de desarrollo del insecto. Una vez infectados la ninfa o el adulto, serán infectivos durante toda su vida.

No existe transmisión vertical del tripanosoma (de madre a huevos) ni por vía de los espermatozoides. El canibalismo y la coprofagia, que son dos hábitos observados en triatominos, no han sido comprobados como medios de transmisión de este patógeno. La vía oral ocurre por el consumo de alimentos o bebidas (principalmente en zonas tropicales) que contengan partes de triatominos infectados o restos de su materia fecal. También puede ocurrir por consumir carne poco cocida de pequeños mamíferos infectados (por ejemplo, mulitas). Un dato interesante es que los tripanosomas pueden permanecer viables en el tubo digestivo del insecto muerto hasta 30 días y mantener su infectividad. En este sentido se sabe que la contaminación inadvertida con heces de triatominos infectadas con el parásito es una de las vías más comunes de transmisión al humano; algunas prácticas culturales que envuelven el uso de triatomas como afrodisíacos, son usuales en algunas culturas. Otros modos de transmisión no vectoriales son las transfusiones sanguíneas, el trasplante de órganos, la vía vertical (cuando el parásito pasa de una mujer con Chagas a su bebé, durante el embarazo o el parto) y los accidentes de laboratorio.

La enfermedad de Chagas puede ser aguda o crónica (asintomática/sintomática). La fase aguda comienza con el **chagoma** de inoculación (zona de la piel enrojecida y dura donde el

parásito ingresa al hospedador). Generalmente es una fase asintomática, con algunas excepciones. Si los patógenos ingresan por las mucosas de los ojos, suele aparecer un edema en la zona periorbital llamado **signo de Romaña**. Esta hinchazón, que a veces se acompaña con agrandamiento de los nódulos linfáticos, puede durar entre dos a seis semanas y es un signo característico de Chagas agudo. Estos cambios tisulares se corresponden con la multiplicación de las formas amastigotas en el tejido subcutáneo y muscular. Luego los parásitos se transforman en tripomastigotas que entran en el torrente sanguíneo, permaneciendo como tales entre 15 y 60 días en la sangre. Complicaciones de Chagas agudo pueden ser miocarditis y encefalomielititis que pueden incluso llevar a la muerte. Sin embargo, la mayoría de las personas sobreviven a esta fase aguda y entran en la fase indeterminada o crónica, asintomática, que puede durar varios años o incluso toda la vida. No se presentan síntomas como se dijo previamente y solamente se puede detectar a través de un análisis de sangre. Es importante mencionar que la mayoría (alrededor de un 70%) de las personas que tienen Chagas se encuentran en esta situación. Aproximadamente tres de cada 10 personas con esta enfermedad entran en la llamada fase crónica sintomática, manifestando algún cuadro clínico, entre 20 y 30 años después de haber adquirido el parásito. Esta fase está caracterizada por síntomas cardíacos (arritmias, palpitaciones, etc.), y puede conducir a la muerte súbita por el desarrollo de las formas amastigotas en el músculo cardíaco con degeneración de las fibras musculares cardíacas que conduce a una falla cardíaca.

El Chagas es considerada la más seria enfermedad parasitaria de América, con un número estimado de al menos seis millones de personas infectadas por *T. cruzi*; el 10% conoce su diagnóstico y solo el 1% accede al tratamiento. Los países más afectados son Brasil, Argentina, Bolivia, Paraguay y Venezuela. En Argentina se estima que al menos existen 1,5 millones de personas infectadas con el parásito y que cada año al menos nacen 1500 bebés infectados.

La incidencia de infección históricamente fue asociada con el tipo de construcción (adobe) de las viviendas de áreas rurales de bajos recursos, con la proximidad de hábitats silvestres y la presencia de corrales de animales. Si bien estas estructuras son características del norte argentino, la presencia de los mismos no está directamente vinculada al material sino a las grietas que presentan los mismos. Debido a las migraciones de muchas personas con Chagas hacia las grandes ciudades de Argentina y del mundo y la reinfestación de triatominos en algunas capitales como Mendoza, San Juan y Catamarca, esta problemática ha dejado de ser estrictamente rural.

Especies de vinchucas más importantes de la Argentina

En la Argentina históricamente se mencionaron 17 especies de los géneros *Psammolestes*, *Panstrongylus* y *Triatoma*: *Panstrongylus geniculatus*, *P. guentheri*, *P. megistus*, *P. rufotuberculatus*, *Psammolestes coreodes*, *Triatoma breyeri*, *T. delpontei*, *T. eratyrisiformis*, *T. garcibesi*, *T. guasayana*, *T. infestans*, *T. limai*, *T. patagonica*, *T. platensis*, *T. rubrofasciata*, *T. rubrovaria* y *T. sordida*.

Actualmente se reporta la presencia de 15 especies ya que dos de ellas han sido eliminadas de la lista:

Triatoma limai, por ser una especie mal citada. Esta especie fue mencionada en sólo dos publicaciones con reportes en la provincia de Córdoba, de colectas de hace más de 50 años, encontrándose material entomológico dudoso en Argentina.

Triatoma rubrofasciata, porque hace casi 100 años que no se reporta. Es una especie cosmopolita que está asociada a los puertos y se sospecha que fue transportada en barcos entre algunos países. Es posible que esta especie llegara accidentalmente a Argentina ya que hay un solo reporte de 1924.

También hay dos especies con pocos registros: *P. megistus* y *P. rufotuberculatus*, seguramente atribuidos a la falta de reportes o a la falta de muestreos en las áreas silvestres.

Panstrongylus megistus: El último reporte en Argentina es de 1995 pero los registros de Brasil y Bolivia permiten suponer que sigue estando presente en el país. Es un importante vector en Brasil, no así en Argentina, donde se la ha hallado en huecos de árboles, bajo cortezas y en axilas de bromeliáceas (puede encontrarse en los domicilios atraídas por la luz). Se ha reportado en Misiones, Corrientes y Salta.

Panstrongylus rufotuberculatus: Aunque solo se encontró un registro en la ecorregión de las Yungas en 1997, la especie ha sido detectada en Tarija (Bolivia) varias veces, lo que indica que seguramente permanece en la zona.

Psammolestes coreodes: Silvestre, se halla en nidos de aves, sobre las que se alimenta. A pesar de haber sido infectada experimentalmente con *T. cruzi*, no se ha logrado transmisión. Se ha reportado para el NEA, NOA y Centro, llegando hasta la provincia de Córdoba.

Panstrongylus guentheri: Silvestre (cuevas de mamíferos, nidos de aves, huecos de árboles) y también en domicilios y peridomicilios. Ha sido hallada infestada naturalmente por *T. cruzi*, pudiendo ser un transmisor alternativo en zonas de monte, al invadir viviendas transitorias. Se ha reportado para el NEA, NOA y Centro, llegando hasta la provincia de Río Negro.

Panstrongylus geniculatus: Hábitat similar a la anterior. Se ha reportado en el NEA principalmente en Formosa, Chaco, norte de Santa Fe y oeste de Corrientes. Silvestre, asociada a cuevas de mamíferos.

Triatoma infestans: Es la más ampliamente distribuida, desde el norte hasta la provincia de Chubut. Es la más importante transmisora de tripanosomas. Tiene hábitos casi absolutamente domiciliarios y peridomiciliarios, aunque también se la ha reportado en varias provincias en el medio silvestre (palmeras, troncos, nidos, etc.). Coloniza viviendas situadas desde el nivel del mar y hasta los 4100 msnm. Es un habitante conspicuo de las viviendas humanas, ocupando todo resquicio de paredes y techos y enseres domésticos. En el peridomicilio ocupa todo soporte próximo a una fuente de alimento: corrales, gallineros, huecos de árboles próximos a dormideros de animales domésticos, perreras, etc. La distribución espacial en la vivienda está directamente relacionada con la proximidad de la fuente de alimento (camas y dormideros de animales domésticos, frecuentes en zonas rurales). Su presencia es detectable por las marcas de deyecciones en las paredes y enseres, las que semejan manchas de tinta china. La existencia de glándulas

repugnatorias en los adultos determina que las viviendas infectadas tengan un olor particular, fácil de detectar cuando se tiene experiencia en las prospecciones. Se ha reportado a lo largo de todo el país a excepción de Santa Cruz y Tierra del Fuego.

Triatoma guasayana: Si bien es de hábitos silvestres (chaguares, cardones secos, nidos de aves, etc.), se la suele hallar en baja proporción en viviendas, siendo abundante en el peridomicilio. Se ha reportado para el NEA, NOA y Centro, llegando hasta las provincias de Buenos Aires y La Pampa.

Triatoma sordida y *T. garciabesi*: Si bien son de hábitos silvestres (nidos, palmeras, troncos secos, etc.) también se encuentra en domicilios y peridomicilios. La delimitación de las distribuciones geográficas de las especies *T. garciabesi* y *T. sordida* requiere una consideración particular porque su clasificación taxonómica está actualmente en debate. *Triatoma garciabesi* se reporta en el NOA mientras que *T. sordida* se reporta para el NEA; los registros pertenecientes a ambas especies, considerados como '*T. garciabesi-T. sordida*' corresponden al área que involucra el este de Jujuy y Salta, norte de Santiago del Estero y oeste de Chaco y Formosa. Sumado a esta dificultad, en 2020 se ha propuesto una nueva especie, *T. rosai* reemplazando a *T. sordida*, que hace que sea todavía más complicada la determinación taxonómica de estas especies.

Triatoma patagonica: Hábitos silvestres (en cuevas de mamíferos y debajo de piedras), aunque es frecuente hallarla en el peridomicilio, principalmente en gallineros, o en pircas próximas a lugares frecuentados por animales domésticos. Se ha reportado para el NEA, NOA y centro, llegando hasta la provincia de Chubut.

Triatoma rubrovaria: Hábitos silvestres; es común en zonas pedregosas. Se ha reportado principalmente en Corrientes y Entre Ríos compartiendo su distribución con Uruguay y el sur del Brasil.

Triatoma breyeri: Es silvestre, se la encuentra asociada a cuevas de mamíferos, en palmeras, rocas, etc. Son comunes en los corrales de cabras. En los últimos 20 años solo se ha reportado en el este de La Rioja y noroeste de Córdoba.

Triatoma eratyrusiforme: Silvestre. Se pueden encontrar en nidos y troncos secos, frecuentemente en todo tipo de peridomicilio; son atraídas por las viviendas rurales próximas a sus escondrijos, aunque nunca se demostró que las colonicen. Se ha reportado en el oeste del país desde Catamarca y Tucumán hasta Río Negro.

Triatoma delponteii: Habita casi exclusivamente nidos de cotorras, de las cuales se alimenta, aunque se puede encontrar en nidos de otras especies. No solo se alimenta sobre aves ya que ha sido hallada en nidos de cotorras abandonados y habitados por pequeños marsupiales y roedores. Se ha reportado para el NEA, NOA y Centro, llegando hasta la provincia de Córdoba.

Triatoma platensis: Especie muy próxima a *T. delponteii*, con la que es frecuente confundir, aunque se ha reportado para el NEA, NOA y Centro, llegando hasta la provincia de Río Negro. Habita nidos de aves, y al igual que la anterior, adhiere los huevos a los soportes de sus nidos, lo que le permite que su descendencia obtenga rápidamente el alimento sanguíneo. Coloniza fácilmente los gallineros, debido al abandono de los nidos en que habitualmente se desarrollan.

Control

El control de la enfermedad de Chagas implica, sin dudas, un problema cultural en el cual el estado de la vivienda en las zonas endémicas es uno de los puntos clave en la problemática en su conjunto. Entre las medidas también se cuentan el control de bancos sanguíneos para la detección del parásito y el manejo de Chagas vertical tratando a mujeres embarazadas y niños recién nacidos, siendo fundamental la detección precoz del *T. cruzi*.

En cuanto al control vectorial la principal medida es reducir el contacto entre el humano y las vinchucas, evitando entonces no solo la posibilidad de transmisión del agente etiológico de la enfermedad de Chagas sino también las molestias ocasionadas por las picaduras. En el Continente Americano, los insecticidas ampliamente utilizados para el control de triatominos son los piretroides (con aplicaciones sobre las paredes de las viviendas infestadas y en los peridomicilios), obteniéndose muy buenos resultados en Uruguay y Chile. Sin embargo, en dos provincias del Norte Argentino (Chaco y Salta), se han detectado poblaciones de *T. infestans* con alta resistencia a los piretroides como consecuencia de su aplicación durante las últimas décadas, provocando que estos productos sean ineficaces. Es en este contexto de suma necesidad, poder contar con agentes de control biológico que puedan ser incorporados en el contexto del manejo integrado de este vector.

El empleo de enemigos naturales para el control de triatominos o control biológico, constituye una alternativa valiosa al uso de productos de síntesis, eficiente en el mediano y largo plazo y que raramente desarrolla resistencia; además este método es generalmente altamente selectivo y sin riesgo para el medio ambiente. La introducción o el incremento de enemigos naturales en poblaciones naturales de triatominos en zonas endémicas de la Argentina pueden lograr, a lo largo del tiempo, una reducción del número de vectores a niveles que aseguren la interrupción de la transmisión del parásito en la población susceptible. Aun considerando los atributos y ventajas de los métodos de control biológico, éstos no han sido incluidos hasta el presente en los programas de control de triatominos en la Argentina. La escasez de estudios sobre la diversidad, patogenia, ecología y epizootiología de los depredadores, parásitos y patógenos de triatominos en la Argentina es uno de los principales motivos que ha limitado su empleo. En el mundo, muchas especies de triatominos han sido halladas en la naturaleza afectadas por depredadores, parasitoides, ecto y endoparásitos y patógenos (virus, bacterias, hongos, protozoos y nematodos), así como por asociaciones simbióticas. La ecología de organismos asociados a triatominos como agentes de control biológico es poco conocida. De los entomopatógenos hallados en el campo en Argentina, los más estudiados son el Triatoma Virus, los hongos *Beauveria bassiana* y *Paecilomyces lilacinus* y el protozoo flagelado *Blastocrithidia triatome*. También se han mencionado bacterias y rickettsias que podrían ser contaminantes o flora infrecuente del tracto digestivo del insecto. La mayoría de los microorganismos aislados de triatominos, junto a otros aislamientos obtenidos de otros hospedadores (no vinchucas) como por ejemplo nematodos entomopatógenos de las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae, han sido probados en ensayos de laboratorio ocasionando un alto nivel de mortalidad. Pero a pesar de estos resultados, la mayoría de estos patógenos no han sido probados aún a gran escala a excepción del hongo *B. bassiana* y las avispas parasíticas *Telenomus fariai*.

Bibliografía complementaria

- Ceccarelli, S., Balsalobre, A. Cano, M., Canale, D., Lobbia, P., Stariolo, R., Ravinovich, J. E. y Marti, G. A. (2020). Analysis of Chagas disease vectors occurrence data: the Argentinean triatomine species database. *Biodiversity data journal*, 8: e58076.
- Ceccarelli, S., Balsalobre, A., Medone, P., Cano, M. E., Gurgel Gonçalves, R., Feliciangeli, D., Vezzani, D., Wisnivesky-Colli, C., Gorla, D. E., Marti, G. A. y Rabinovich, J. E. (2018). DataTri: a database of American triatomine species occurrence. *Scientific data*, 5:180071.
- Ceccarelli, S., Balsalobre, A., y Susevich, M. L., Gorla, D. E. y Marti, G. A. (2015) Modelling the potential geographic distribution of triatomines infected by *Triatoma virus* in the southern cone of South America. *Parasites and vectors*, 8(153): 2-9.
- Cecere, M. C., Castañera, M. B., Canale, D. M., Chuit, R. y Gürtler, R. E. (1999). *Trypanosoma cruzi* infection in *Triatoma infestans* and other triatomines: long-term effects of a control program in a rural area of northwestern Argentina. *Pan American journal of public health*, 5: 392-399.
- Coscarón, M. C., Loíacono, M. S. y De Santis, L. (1999). Predadores e parasitoides Cap. 20. En R. U. Carcavallo, I. Galíndez Giron, J. Juberg y H. Lent (Eds.), *Atlas of Chagas' Disease Vectors in the Americas 3* (pp 891-924). Rio de Janeiro: Fiocruz.
- Galvão, C. y Justi, S. (2015). An overview on the ecology of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae). *Acta Tropica*, 151: 116-125.
- Geovin (2022). <https://geovin.com.ar/>
- Justi, S. y Galvão, C. (2017). The evolutionary origin of diversity in Chagas disease vectors. *Trends in parasitology*, 33(1): 42-52.
- Lent, H. y Wygodzinsky, P. (1979). Revision of the Triatominae (Hemiptera, Reduviidae), and their significance as vectors of Chagas' diseases. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 163: 123-520.
- Marti, G. A., Echeverría, M., Susevich, M., Becnel, J., Pelizza, S. y García, J. J. (2009). Prevalence and distribution of parasites and pathogens of Triatominae from Argentina, with emphasis on *Triatoma infestans* and *Triatoma virus* TrV. *Journal of invertebrate pathology*, 102: 233-237.
- Segura, E. L., Cura, E. N., Sosa Estani, S. A., Andrade, J., Lansetti, J. C., de Rissio, A. M., Campanini, A., Blanco, S. B., Gurtler, R. E. y Alvarez, M. (2000). Long-term effects of a nationwide control program on the seropositivity for *Trypanosoma cruzi* infection in young men from Argentina. *American journal of tropical medicine and hygiene*, 62: 353-362.
- World Health Organization (2017). *Fourth WHO report on neglected tropical diseases: Integrating neglected tropical diseases into global health and development*. Geneva: World Health Organization.

CAPÍTULO 4

Orden Phthiraptera

María V. Micieli y Arnaldo Maciá



Pediculus humanus. Foto: Gilles San Martin, bajo licencia Creative Commons 2.0, recuperado de <https://commons.wikimedia.org>

Introducción

El orden Phthiraptera comprende los piojos, un grupo muy diverso (unas 5000 especies) de gran importancia médica y veterinaria porque son ectoparásitos de aves (aproximadamente 4000 especies) y mamíferos (alrededor de 800 especies) que raramente abandonan al hospedador. Un representante conocido es el piojo humano, que transmite patógenos muy importantes, como los del tifus epidémico, tifus murino, fiebre de las trincheras y fiebre recurrente. El orden abarca dos grupos diferenciados principalmente por sus hábitos alimenticios: los piojos masticadores y los piojos chupadores. El primero comprende insectos asociados a aves y mamíferos que se

alimentan de plumas, piel y sus derivados (subórdenes Amblycera, Ischnocera y Rhynchophtirina), mientras que el segundo incluye hematófagos obligados de las mismas clases de vertebrados, de modo que es el más importante de ambos grupos (suborden Anoplura).

Caracterización

Son insectos pequeños o muy pequeños (aproximadamente desde 0,5 hasta 10 mm), ápteros, de cuerpo aplanado. La cabeza tiene aparato bucal masticador o picador-suctor, con palpos de hasta cinco segmentos o ausentes, antenas filiformes y libres o en maza y ocultas en fosetas, ojos compuestos muy reducidos o ausentes y no tiene ocelos. El tórax tiene los segmentos libres o fusionados, patas adaptadas a la fijación al hospedador y espiráculos dorsales. El abdomen posee ocho a 10 segmentos, placas esclerotizadas (tergitos, paratergitos y esternitos) asociadas a setas, y carece de cercos.

Biología

Son hemimetábolos. Hay tres estadios ninfales. Los huevos tardan de cuatro a 15 días en eclosionar, el estado ninfal abarca entre 15 y 40 días y los adultos pueden sobrevivir unos 35 días. Los piojos masticadores utilizan las mandíbulas para morder o cortar pequeños fragmentos de plumas o de piel, y pueden nutrirse de sangre o exudados cuando raspan tejidos cutáneos hasta producir sangrado. En cambio los piojos chupadores son solenófagos. En éstos, existen simbiontes obligados que aportan al insecto vitaminas esenciales y que son transmitidos transováricamente. La especificidad por el hospedador es marcada (son monoxénicos) y se puede trazar una evolución paralela de parásitos y hospedadores en muchos casos; asimismo es común la tendencia a la ocurrencia en cada especie a determinadas regiones del cuerpo del hospedador, que va desde predominio en un área corporal hasta la existencia exclusiva en una única parte acotada. La especificidad motiva que los piojos hematófagos sobreviven unas pocas horas fuera del cuerpo del hospedador, mientras que los piojos masticadores logran subsistir varios días. Las reacciones de defensa del hospedador (como el rascado) son importantes para el mantenimiento de un nivel bajo de ectoparásitos. La transferencia entre hospedadores es primariamente por contacto directo, por compartir nidos o madrigueras, en el amamantamiento (en mamíferos), o por foresia (en algunos piojos masticadores en forma facultativa). La hembra fija los huevos (llamados **liendres**) individualmente con sustancias adhesivas a los pelos o las plumas, cerca de sus bases.

Clasificación

El orden se relaciona filogenéticamente con los Psocoptera, con quienes comparten un ancestro común no parásito del cual divergieron hace unos 100 a 150 millones de años. Antiguamente se reunían a los piojos masticadores en el orden Mallophaga, pero actualmente se afirma que este grupo es polifilético. Actualmente se clasifican como se enuncia a continuación.

Suborden Amblycera

Antenas con cuatro o cinco antenitos, cortas, frecuentemente en maza y escondidas en surcos a los costados de la cabeza; aparato bucal masticador, con mandíbulas con articulación dorsal y ventral (se mueven horizontalmente); palpos maxilares con dos a cinco segmentos (más frecuentemente cuatro); palpos labiales con un segmento o ausentes; meso y metatórax generalmente separados, a veces fusionados; viven sobre aves y mamíferos. Comprende seis familias.

Suborden Ischnocera

Antenas con tres a cinco antenitos, filiformes, libres, en machos de algunas especies modificadas para la fijación; aparato bucal masticador, con mandíbulas con articulaciones en plano horizontal (se mueven verticalmente); sin palpos maxilares; palpos labiales con un segmento; meso y metatórax fusionados; viven sobre aves y mamíferos. Comprende tres familias.

Suborden Rhynchophtirina

Antenas con cinco antenitos, filiformes, libres; aparato bucal masticador en el ápice de un rostro largo, con mandíbulas con movimiento hacia afuera; maxilas y labio reducidos; pro, meso y metatórax fusionados. Comprende una familia (Haematomyzidae) con un género y tres especies: *Haematomyzus elephantis* (piojo del elefante), *H. hopkinsi* y *H. porci* (piojos del jabalí).

Suborden Anoplura

Antenas con cinco antenitos, filiformes, libres; aparato bucal formado por un saco trófico con tres estiletos, sin palpos; pro, meso y metatórax fusionados; viven sobre mamíferos euterios. Comprende 16 familias.

Los anopluros se reconocen además por su cabeza cónica más angosta que el tórax, el aparato bucal picador-suctor único con tres estiletes, la presencia de un par de espiráculos torácicos dorsales, patas prensiles con la tibia y el tarso con una uña formando una quela, y abdomen con nueve segmentos visibles y seis pares de espiráculos laterales en los segmentos 3° a 8°; el extremo caudal de la hembra es bifurcado por la presencia de gonopodos, y el del macho es redondeado y con la genitalia esclerotizada, prominente y visible en la línea media. El desarrollo implica tres estadios ninfales.

Importancia médica y veterinaria

Amblycera

Menoponidae

Viven sobre aves de varios órdenes. En Argentina, dos especies cosmopolitas son plagas importantes que afectan las aves de corral. *Menacanthus stramineus* se encuentra principalmente sobre la piel del animal más que en las plumas; produce irritación y enrojecimiento de la piel; puede embeberse de sangre al causar incisiones con las mandíbulas en la base de plumas jóvenes y plumones. Deposita los huevos en masa. Ante infestaciones muy altas, hay pérdida de peso y disminución del número de huevos puestos por la gallina e incluso se puede producir la muerte de los pollitos. *Menopon gallinae* ocupa el cálamo de las plumas y produce daños similares a la especie anterior; deposita los huevos individualmente.

Boopidae

El único representante de la familia presente en Argentina es *Heterodoxus spiniger*, piojo del perro doméstico, en cualquier parte del cuerpo; en otras partes del mundo está restringida a una especie de canguro y cánidos silvestres (zorro, coyote, chacal).

Trimenoponidae

Los hospedadores naturales son roedores y marsupiales de Sudamérica (chinchilla, cuis, mara). *Trimenopon hispidum* parasita cobayos.

Ischnocera

Philopteridae

Parásitos de aves de varios órdenes. Es la familia más diversa del suborden. *Columbicola* es ectoparásito de Columbidae en América, Europa, África y Asia; *Goniocotes* lo es en Galliformes de América del Norte, Europa, África y Asia; *Paragoniocotes*, presente en Psittacidae neotropicales; *Brueelia*, de distribución cosmopolita, parasita tucanes, tordos, horneros, calandrias y otras aves; *Philopterus* es frecuente en passeriformes y otros órdenes de aves.

Trichodectidae

Son parásitos de varios órdenes de mamíferos. *Damalinia* vive sobre cérvidos, ovejas, caballos, cabras y vacas; *Trichodectes* sobre úrsidos, vivérridos, mustélidos y cánidos, incluido el perro (*T. canis*); *Felicola subrostrata* es el único piojo del gato doméstico. Ante infestaciones altas los hospedadores sufren pérdida de pelos, irritación, inflamación de la piel, más evidentes en crías jóvenes o animales viejos o desnutridos. *Trichodectes canis* es hospedador intermediario de *Dipylidium caninum* (junto con algunas especies de pulgas).

Anoplura

Polyplacidae y Hoplopleuridae

Ambas familias reúnen la mayor diversidad dentro de los piojos chupadores. Son piojos de roedores y lagomorfos con alta especificidad. En Argentina las especies principales pertenecen a los géneros *Polyplax* y *Hoplopleura*.

Haematopinidae

Las especies de *Haematopinus* viven sobre ungulados. *Haematopinus suis* es el piojo del cerdo y prefiere las zonas de la cara, cuello y orejas; *H. asini* parasita equinos, sobre todo en la crin y patas traseras; *H. eurysternus* es el piojo más importante de la vaca, abundando en el cuello y pecho; también se deben mencionar para dicho hospedador a *H. tuberculatus* y *H. quadripertusus*. Aún las parasitosis bajas tienen un impacto apreciable en la salud, pero cuando la infestación por estos piojos es muy alta (generalmente en invierno), se genera estrés en los animales, que se manifiesta como comportamiento anormalmente intranquilo y rascado muy intenso, incluso contra alambrados o troncos, que lleva a importantes lesiones en la piel e incluso sangrado. Se observan áreas depiladas, dermatitis y prurito. Los síntomas se agravan cuando los hospedadores son débiles, mal nutridos o con deficiencia en el sistema inmune. Todo ello redundando en baja calidad del cuero, disminución del crecimiento, anemia e incluso abortos espontáneos. La consecuencia final es la baja producción y la pérdida de valor de mercado del ganado.

Linognathidae

Dos géneros (*Linognathus* y *Solenopotes*) presentes en Argentina están asociados a mamíferos carnívoros (*L. setosus* en el perro) y artiodáctilos (*L. pedalis* y *L. ovillus* en las ovejas; *L. vitulus* y *S. capillatus* en vacas). Tienen importancia veterinaria porque producen trastornos en las vacas y ovejas cuando se presentan en alto número o infestando conjuntamente con otras especies de piojos, dando lugar a pérdida de peso y de la calidad del cuero o la lana.

Microthoraciidae

Hay un solo género, *Microthoracius*, que vive exclusivamente en camélidos; en nuestro país, tres especies parasitan llama, guanaco, alpaca y vicuña; disminuyen la calidad de la

lana que producen e inducen estrés en esos mamíferos, sobre todo cuando hay más de una especie parasitando.

Pediculidae

Incluye un solo género con cuatro especies, dos parásitas del humano (*Pediculus humanus* y *P. capitis*) y dos parásitas de primates Cebidae y Pongidae (*P. mjobergi* y *P. schaeffi*).

El piojo del hombre ha sido tratado como una única especie con dos subespecies: *P. humanus capitis* y *P. humanus humanus*, por algunos especialistas, pero otros consideran al piojo de la cabeza y al del cuerpo como especies diferentes: *P. capitis* y *P. humanus*, respectivamente. Bajo condiciones experimentales, los individuos de la cabeza y los del cuerpo pueden cruzarse y producir descendencia fértil; las diferencias entre ambas formas obedecen al desarrollo de adaptaciones particulares de comportamiento y fisiología promovidas por vivir en hábitat distintos (cuero cabelludo y cuerpo). Hay diferencias evidentes entre el piojo de la cabeza y del cuerpo. En cuanto a la morfología, en promedio, el de la cabeza es más pequeño, sus antenas son más cortas y anchas y las indentaciones de los segmentos abdominales son más pronunciadas que en el piojo del cuerpo. En cuanto a la fisiología y el comportamiento, el piojo de la cabeza tiene una tasa de oviposición de cuatro a cinco huevos/día, los deposita en la base de los pelos, tiene una longevidad de hasta 27 días en estado adulto y toma de cuatro a 10 comidas sanguíneas por día, mientras que el piojo del cuerpo, ovipone a una tasa de ocho a 12 huevos/día, los deposita en las fibras de la ropa, especialmente en costuras, vive hasta 60 días como adulto y solo se alimenta una a cinco veces/día.

Estudios genéticos indicaron que hay diferencias genotípicas entre piojos de un mismo individuo humano y entre piojos de diferentes humanos de una misma localidad geográfica. Las hembras han perdido la espermateca durante la evolución y esto las obliga a repetidas cópulas, lo cual va en contra de la endocría. La asociación íntima con el hospedador (*P. capitis* solo puede vivir unas dos horas fuera del cuero cabelludo) explica en parte la coespeciación mayor que en cualquier otro insecto. En general los análisis desde la biología molecular arrojaron resultados contradictorios con respecto a la identidad de los taxa, considerándolos especies diferentes, subespecies o líneas (“strains”).

La infestación se denomina **pediculosis**. En años recientes hay una reemergencia de los problemas para la salud humana ocasionados por los piojos, por aumento de resistencia a pediculicidas e incremento de infestaciones en algunos grupos demográficos (refugiados, migrantes, “homeless”, países no desarrollados, sitios con hambrunas o desastres naturales).

Pediculus humanus capitis habita el cuero cabelludo. Las personas de cabello fino son más propensas a la pediculosis, siendo frecuente en niños de tres a 12 años. No revisten gran importancia médica porque no son vectores de patógenos. Sin embargo pueden generar irritación de la piel de la cabeza, prurito, pápulas y vesículas (prurigo agudo infantil), cuando aparecen en gran número; el rascado agrava el cuadro. Pueden aparecer infecciones secundarias porque suelen ser portadores mecánicos de bacterias (piodermatitis). En personas indigentes o con alteraciones psiquiátricas la falta de higiene y las condiciones de vida pueden llevar a un cuadro

extremo llamado **plica**, donde hay endurecimiento y fusión de la cabellera en una masa con formación de costras de la piel mezcladas con liendres, ninfas y adultos.

Pediculus humanus humanus cumple su ciclo en la indumentaria y típicamente se desplaza al cuerpo para succionar sangre. Actualmente es mucho menos prevalente que *P. capitis* en todo el mundo, pero persiste como problema sanitario en partes de África, Asia y Centro y Sudamérica. Es vector de patógenos de enfermedades cuya importancia es baja comparada con el nivel que alcanzaban cuando no existían antibióticos y métodos de control químico de la pediculosis. Dichas enfermedades son el tifus epidémico, el tifus murino, la fiebre de las trincheras y la fiebre recurrente.

El **tifus epidémico** tiene su agente patógeno en *Rickettsia prowazekii*. Es una enfermedad grave con alto porcentaje de mortalidad en poblaciones hacinadas y/o con desnutrición. Hubo epidemias notables registradas en la historia: en México luego de la llegada de los españoles (1576), durante el avance de las tropas de Napoleón a Rusia (1812), en la migración desde Irlanda a Estados Unidos (1847), en la Primera Guerra Mundial en la cual hubo más de 30 millones de casos en el Viejo Continente y 10 millones de muertes, y en la Segunda Guerra Mundial; en esta última el uso de DDT permitió el control del tifus. Actualmente existe en partes de África, Asia y Sudamérica. La transmisión se produce a través del piojo del cuerpo, y aunque las pulgas son susceptibles se cree que su rol como vector es menor. El patógeno se multiplica en el mesenterón de *P. humanus* y sale con las heces, las cuales tienen un papel importante en la transmisión. No invade las glándulas salivales ni los ovarios. La entrada al humano ocurre como consecuencia del rascado, que abre micro heridas en la piel por donde entra *R. prowazekii*, por inhalación de las heces del piojo (las bacterias permanecen infectivas en ellas por largo tiempo), o a través de la conjuntiva de los ojos. El piojo muere unos 10 días después de adquirir el patógeno. El reservorio es el hombre (el patógeno permanece en los ganglios linfáticos por años). Puede haber recrudescencia de la enfermedad, aún sin piojos infectados. Los síntomas son fiebre, tos, dolor corporal, debilidad y salpullido con picazón, en una modalidad ascendente desde las partes inferiores del cuerpo a las superiores. Se trata con antibióticos (tetraciclina o dioxiaciclina).

El **tifus murino** es producido por *Rickettsia typhi*. Los reservorios son ratas y otros roedores; la infección es mantenida entre los roedores por pulgas (principal vector), y otros anopluros como *Poliplax spinulosa*. Es una enfermedad esporádica y menos severa que el tifus epidémico. La transmisión al humano por *P. humanus* es similar, a través de heces del piojo infectadas.

La **fiebre de las trincheras** es causada por *Bartonella quintana*. El nombre de la enfermedad obedece a las muertes masivas que ocurrieron entre los soldados de la Primera Guerra Mundial. La transmisión también se produce por las heces de *P. humanus* pero la enfermedad se caracteriza por dos ataques sucesivos de fiebre (“fiebre de los cinco días”), aunque también puede ser asintomática. El piojo no es afectado por el patógeno.

La **fiebre recurrente** es consecuencia de la infección por la espiroqueta *Borrellia recurrentis*, que entra en *P. humanus* a través de la comida sanguínea a partir de una persona infectada. El patógeno se multiplica en la hemolinfa del insecto; por lo tanto, la infección sólo se produce

por aplastamiento del piojo. Se trata de una antroponosis. Se caracteriza por fiebre de inicio repentino, dolores musculares, jaqueca, anorexia, náuseas, vómitos y trombocitopenia, por lo cual puede confundirse con fiebres hemorrágicas. La recurrencia se manifiesta porque hay períodos de varios días de fiebre alta seguidos por varios sin fiebre. Sin tratamiento con antibióticos puede haber una alta mortalidad. El piojo muere como resultado de la infección, como en el tifus epidémico.

Pthiridae

Incluye un solo género con dos especies, una parásita del humano (*Pthirus pubis*), conocida como “ladilla” y una parásita del gorila (*P. gorillae*). La infestación por *Pthirus pubis* (**ftiriasis**) ocurre en los pelos gruesos del pubis, zona inguinal, perineo y a veces las cejas, pestañas, barba, bigote y axila. La transferencia de persona a persona ocurre durante el acto sexual; raramente a través de objetos compartidos (ropas, sábanas, etc.). Es mucho más sedentario que *Pediculus*; la supervivencia fuera del hospedador es de apenas unas horas. Los huevos eclosionan luego de siete a ocho días; el desarrollo ninfal abarca 13 a 17 días; los adultos pueden vivir 20 días. La picazón en la piel suele estar acompañada por la aparición de pequeñas manchas púrpuras (“**mácula cerúlea**”) en el punto donde pican repetidas veces, y manchas negras en la ropa interior. *Pthirus pubis* es cosmopolita y no transmite patógenos.

Control

En el ganado bovino, equino, porcino y ovino se realiza empleando antiparasitarios de acción residual aplicado en forma tópica (“pour-on” o “spot-on”) como cipermetrina o fipronil para el control de piojos masticadores (por ejemplo *Damalinea* spp.), o inyectables y de administración oral como la avermectina para los piojos succionadores (por ejemplo *Haematopinus* spp., *Linognathus* spp., *Solenopotes* spp.). Otros métodos de aplicación externa utilizados en animales son los baños y el rociado con carbamatos, piretrinas o piretroides. El uso de insecticidas debe complementarse con la prevención a través de la adecuada limpieza de las instalaciones donde se mantiene el ganado, no permitir su hacinamiento, mantener bien nutridos los animales y evitar la introducción de ejemplares infestados en rodeos sanos.

Para el control de *Pediculus*, el método más recomendado es el uso de peines finos, que desprenden liendres, ninfas y adultos. Se debe evitar contacto íntimo con personas infestadas; los objetos usados como indumentaria, peines, sábanas, etc., deben lavarse preferentemente a diario. También se aplican pediculicidas en forma de champú, lociones y geles con permetrina y otros productos químicos, siguiendo sin excepciones las indicaciones médicas. Las aplicaciones suelen requerir repeticiones. Para el caso de ftiriasis, es importante evitar las relaciones sexuales con múltiples personas y mejorar la higiene de la ropa de cama. Un desafío para el control de piojos con insecticidas químicos es el desarrollo de resistencia, que motiva la búsqueda de nuevos agentes y formulaciones en forma permanente.

Bibliografía complementaria

- Alonso, R., Ruiz, M., Lovera, R., De Oca, D. M., Cavia, R. y Sánchez, J. P. (2020). Norway rat (*Rattus norvegicus*) ectoparasites in livestock production systems from central Argentina: Influencing factors on parasitism. *Acta Tropica*, 203, 105299.
- Bonilla, D. L., Durden, L. A., Eremeeva, M. E. y Dasch, G. A. (2013). The biology and taxonomy of head and body lice - implications for louse-borne disease prevention. *PLoS Pathogens*, 9(11), e1003724.
- Boutellis, A., Abi-Rached, L. y Raoult, D. (2014). The origin and distribution of human lice in the world. *Infection, Genetics and Evolution*, 23: 209-217.
- Castro, D., y Cicchino, A. (1998). Cap. 8. Amblycera. En J. J. Morrone y S. Coscarón (Dir.) *Biodiversidad de Artrópodos de Argentina* (pp. 84-103). La Plata: Sur.
- Castro, D., y Cicchino, A. (1998). Cap. 9. Ischnocera. En Morrone, J. J. y S. Coscarón (Dir.) *Biodiversidad de Artrópodos de Argentina* (pp. 104-124). La Plata: Sur.
- Castro, D., y Cicchino, A. (1998). Cap. 10. Anoplura. En J. J. Morrone y S. Coscarón (Dir.) *Biodiversidad de Artrópodos de Argentina* (pp. 125-139). La Plata: Sur.
- González, A., Castro, D. C. y Villalobos, C. (2005). Cap. 7. Phthiraptera. Piojos. En O. D. Salomón (Ed.) *Artrópodos de interés médico en Argentina* (pp. 41-46). Buenos Aires: Fundación Mundo Sano. Serie Enfermedades Transmisibles. Publicación Monográfica 6.
- Smith, V. S, Broom, Y. y Dagleish, R. Phthiraptera.info (sitio de internet). Recuperado de <http://phthiraptera.info/>

CAPÍTULO 5

Simuliidae

María V. Micieli y Arnaldo Maciá



Hábito de un adulto de Simuliidae. Foto: "Blood-sucking black fly (Simuliidae)" de servitude, bajo licencia Creative CommonsBY-NC 2.0

Introducción

La familia comprende organismos que ocupan hábitat lóticos debido a que sus estados inmaduros deben desarrollarse en aguas con movimiento. Su distribución es cosmopolita, y en el continente americano, se conocen simúlidos desde Canadá hasta Tierra del Fuego. Son insectos de pequeño tamaño, de uno a seis mm de longitud, de aspecto robusto, que en la Argentina se conocen con el nombre vulgar de "jejenes", "mbarigui", o "paquitas".

Caracterización

Los simúlidos son fácilmente identificados en sus distintos estados del ciclo de vida.

La larva se reconoce porque presenta dos **pseudópodos torácicos** o también llamados **pies retráctiles** (su presencia es carácter diagnóstico para la familia debido a que siempre están presentes) ubicados posteriormente con respecto a la cabeza, con los cuales puede trasladarse o moverse; y un par de **cepillos cefálicos** (pueden faltar en algunos géneros o estar reducidos), estructuras filamentosas que utilizan en la filtración del agua, lo que les permite alimentarse de pequeños crustáceos, protozoos, algas, bacterias y materia orgánica disuelta. Las larvas son cilíndricas, de aproximadamente 10 a 15 mm, con la extremidad posterior ensanchada y provista de una ventosa, con la cual se adhieren a rocas o vegetación emergente. Presentan un par de glándulas de seda que se extienden desde la parte anterior de la cabeza hacia la parte posterior del abdomen. La adhesividad de la seda se correlaciona con la velocidad del agua a la que se adapta cada especie.

La pupa es reconocida por estar dentro de un capullo o cocón. Presenta branquias espiraculares o **filamentos branquiales** pares sobre el tórax y filas transversales de cuatro ganchos tergaes sobre el segmento abdominal 3° y el 4° y, dos ganchos esternales en los segmentos 5° y 7°, también caracteres diagnósticos de la familia Simuliidae. Además la cantidad de filamentos y el tipo de ramificación sirven para reconocer especies. Las pupas son fijas y no se desplazan.

Los adultos aparte de su forma jorobada (debido a que el tórax se proyecta hacia adelante de la cabeza), son fácilmente reconocidos por sus alas, ojos, antenas y porción abdominal. Las alas son cortas y amplias con un gran lóbulo anal, desnudas o iridiscentes, con las nervaduras anteriores muy juntas o marcadas, y las restantes casi imperceptibles. Los ojos, voluminosos, están separados en la hembra (dicóptica) y son contiguos en el macho (holóptico). Las antenas son cortas, con 11 segmentos. Otra característica diagnóstica es una modificación del primer tergito abdominal para formar un borde prominente, la **escama basal**. Presentan un aparato bucal sucto-picador y tienen como características en el tórax, el **katapisterno**, el cual está usualmente delimitado por un surco, el **surco katapisternal** que está ubicado a la altura de la coxa de la pata media; además, la membrana pleural es muy grande en Simuliidae comparada con la de otros dípteros. Dos estructuras únicas de Simuliidae se presentan en las patas traseras de ambos sexos, la **calcipala** y el **pedisulcus**, aunque no están en todas las especies. La calcipala es un borde semicircular en el ápice del basitarso de la pata trasera y el pedisulcus es un surco a lo largo de la parte basal del segundo tarsómero de la pata posterior.

Biología

Son holometábolos, pasan por los estados de huevo, larva, pupa y adulto. Los huevos son puestos en un número que varía entre 200 y 500 aproximadamente, comúnmente los colocan en

sustratos duros, como la vegetación acuática o las rocas que se encuentran en los ríos y generalmente no tienen capacidad para resistir la desecación. Las larvas pasan en la mayoría de los casos por seis o siete (excepcionalmente nueve) estadios, incluso este número puede variar dentro de una misma especie; las pupas se hallan en un capullo que teje la larva en el último estadio; es de estructura y forma variable según las especies.

Se los encuentra en aguas muy frías (cercasas al punto de congelación) hasta por encima de los 20°C; desde el nivel de mar hasta los 5000 m de altitud; en aguas dulces, pero pueden tolerar cierto grado de salinidad; cristalinas hasta ligeramente turbias.

Los adultos pueden volar hasta 12 km desde sus criaderos, aunque pueden realizar migraciones mayores (hasta 450 km). El néctar de las flores provee, tanto al macho como a la hembra, de los hidratos de carbono para la energía requerida en el vuelo, siendo las hembras además hematófagas. La mayoría de las diferentes especies se alimentan de sangre tanto de aves como de mamíferos. Algunas especies son autogénicas (no ingieren sangre y desarrollan sus lotes de huevos a partir de las reservas del cuerpo graso larval). La mayoría de las especies no lo son, por lo que deben tomar una ingesta sanguínea para obtener las proteínas necesarias para la maduración de los huevos. Todas aquellas que no son autogénicas muestran concordancia gonadotrófica (cada ovipostura se corresponde con la ingesta sanguínea inmediatamente anterior). El tiempo entre la ingesta y la oviposición suele ser de tres a siete días dependiendo de la temperatura. Las hembras adultas suelen vivir en la naturaleza entre tres y cuatro semanas, pudiendo completar varios ciclos gonadotróficos durante este tiempo. Pueden formar enjambres para el apareamiento, aunque la cópula generalmente no ocurre en el aire sino sobre una superficie sólida; el macho engancha la terminalia de la hembra y transfiere el esperma en una bolsa similar a un espermátforo que es colocado en el receptáculo genital de la hembra hasta que la misma pueda alimentarse. Suelen copular una sola vez y esa única inseminación sirve para fertilizar diferentes lotes de huevos. Son picadores diurnos y de ambientes abiertos. La actividad suele ser estacional en especies de la zona templada y durante todo el año en áreas tropicales.

Clasificación

La familia Simuliidae incluye dos subfamilias: Parasimuliinae (exclusivamente neártica), y Simuliinae (con 25 géneros). En esta última se reconocen dos tribus:

Prosimuliini, cuyas hembras son zoófilas, presentan el cocón de la pupa con forma poco definida o sin ella, surco incompleto entre el katapisterno y el resto del tórax, y la pata posterior sin pedisulcus ni calcipala. En la Argentina se registran los siguientes siete géneros: *Araucnephia*, *Araucnephioides*, *Cnesia*, *Cnesiamina*, *Gigantodax*, *Paraustrosimulium* y *Lutzsimulium*.

Simuliini, cuyas hembras son antropófilas, presentan el cocón de la pupa con forma definida, surco completo entre katapisterno y el resto del tórax, y pata posterior con pedisulcus y con calcipala. El único género es *Simulium* (que comprende todos los simúlidos con la antena 11-

segmentada, y con presencia de pedisulcus y calcipala). En la Argentina, existen aproximadamente 67 especies de *Simulium*, algunas bien conocidas por las molestias ocasionadas, entre las que pueden citarse a *S. dinelli* ("mosco rubio"), *S. jujuyense* ("negrito"), *S. paraguayense*, *S. chaquensis*, *S. exiguum*. En la Patagonia se conocen alrededor de 30 especies, algunas de las más conocidas por las molestias que ocasionan son *S. bonaerense*, *S. jujuyense* y *S. wolffhuegeli*, en los valles de Río Negro y Neuquén y en el valle del Río Chubut. En la región cordillerana es muy abundante *S. annulatum*. En la zona de Cuyo hay información sobre tres especies para San Juan y San Luis, y cinco para Mendoza.

La uniformidad morfológica de los simúlidos genera una importante dificultad para la identificación de especies. Por ello es necesario un enfoque integrador, utilizando caracteres morfológicos de larvas, pupas, machos y hembras adultas así como información sobre distribución y datos ecológicos. Además, los cromosomas gigantes politénicos, que están muy desarrollados en las glándulas de seda de las larvas, proveen herramientas útiles para la identificación específica así como el código de barras genético utilizando ADN mitocondrial. Los patrones de bandas de los cromosomas gigantes, han mostrado que muchas especies consideradas como especies únicas son en realidad complejos de dos o más especies conocidas como crípticas o especies hermanas, cada una de las cuales tiene características biológicas únicas.

Importancia médica y veterinaria

Las reacciones locales como prurito intenso y grandes ronchas con rubor, producidas por simúlidos, están relacionadas directamente con el número de picaduras, y con la sensibilidad del individuo afectado ante la acción tóxica de la saliva, pudiendo generar además reacciones alérgicas, que pueden ser más severas en niños.

El síndrome conocido como *black fly fever* incluye dolor de cabeza, fiebre, náuseas, dermatitis y asma alérgico. Este problema se relaciona con ataques masivos de simúlidos, que suelen ser estacionales, pudiendo generar impacto económico en la comunidad, llevando a pérdida de trabajo y en algunos casos incluso hasta la hospitalización.

En Brasil, se descubrió una enfermedad cutánea llamada "síndrome hemorrágico de Altamira", siendo afectados individuos inmigrantes a través de la ruta transmazonica; el jején involucrado es *S. amazonicum*. Otra patología recientemente asociada con *Simulium* es una dermatitis bacteriana purulenta llamada "exantema hemorrágico de Bolivia".

En animales domésticos, la acción expoliatriz es muy bien conocida como resultado del ataque por simúlidos. Las molestias ocasionadas por el ataque masivo impiden la buena alimentación y el descanso, lo que se traduce en pérdidas de producción de proteínas de la carne o capacidad de trabajo. En las aves pican en lugares desprovistos de plumas, como barbillas y crestas en gallinas y pavos; en vacunos y equinos, las ubres de las vacas y los pabellones auditivos de los caballos son lugares preferenciales.

Respecto a su capacidad como vectores de enfermedades, todos los simúlidos involucrados en ciclos de transmisión pertenecen al género *Simulium*.

Entre los protozoarios transmitidos, se pueden citar a plasmodios del género *Leucocytozoon* (Apicompleja: Plasmodiidae). En América del Norte se lo considera como un problema serio en los criaderos de aves, ya que producen una enfermedad de curso rápido que puede producir abundantes muertes con consecuencias económicas. Con respecto a los mamíferos, les transmiten varias filarias de los géneros *Dirofilaria* (osos), *Mansonella* (hombre) y *Onchocerca* (al hombre y otros mamíferos).

Las más importantes enfermedades ocasionadas por estos vectores en humanos son la **mansonellosis** y la **oncocercosis**.

La mansonellosis es importante en el noroeste de Argentina, el sur de Panamá y la Región Amazónica occidental. Respecto a *Mansonella ozzardi*, *S. amazonicum* es el vector en la Amazonia de Colombia y Brasil. En un estudio llevado a cabo en el noroeste de Argentina, se encontró que la especie *S. exiguum* fue competente para la transmisión de esta filaria, aunque especies de *Culicoides* (Ceratopogonidae) que también permitieron el desarrollo completo de microfilarias hasta la etapa infecciosa, fueron más competentes que *S. exiguum*. El ciclo de vida del nematodo es similar al de *O. volvulus*. Un número de mamíferos y algunas aves y anfibios pueden infectarse, pero los humanos son los únicos reservorios importantes. La mansonellosis no causa una patología importante, no obstante puede producir dolores articulares, dolores de cabeza, urticaria y síntomas pulmonares.

La oncocercosis es una enfermedad tropical, no fatal, transmitida sólo por especies del género *Simulium*, siendo el agente causal el filarioideo *Onchocerca volvulus*. Se la conoce como "ceguera de los ríos". No existe reservorio, por lo tanto es una antroponosis. El hombre es el hospedador definitivo y el vector actúa como hospedador intermediario. Los adultos de *O. volvulus* se encuentran en nódulos subcutáneos del huésped definitivo. Las microfilarias producidas vivíparamente por la hembra adulta, migran hacia la piel, donde son ingeridas por el vector cuando succiona la sangre. En el insecto migran a los músculos torácicos del vuelo, donde se transforman en el 2° y luego el 3° estado (infectivo), dirigiéndose luego a la cabeza y proboscis e ingresan a un nuevo hospedador definitivo cuando el insecto toma otra ingesta sanguínea. La incriminación vectorial ocurre cuando se constata la presencia de L3 en la cabeza de los simúlidos analizados. El período de incubación extrínseco, que se ve influido por la temperatura ambiente, requiere típicamente de seis a 12 días; considerando el tiempo entre sucesivas ingestas de sangre de entre tres a cinco días, las larvas infecciosas pasarían a un huésped humano no antes de la tercera ingesta. En los seres humanos, las larvas infecciosas mudan al estadio L4 y la muda siguiente produce adultos juveniles, que crecen hasta convertirse en adultos maduros después de 12 a 18 meses; éstos luego empiezan a reproducirse. La reproducción y multiplicación ocurre sólo en el huésped vertebrado. Los adultos se encapsulan en nódulos fibrosos; donde ocurre el apareamiento entre los machos y hembras para producir las microfilarias, que migran desde los nódulos de la piel, hacia ganglios linfáticos, piel, pulmones e hígado. El trastorno más importante es la ceguera, que ocurre en el 10 a 15% de la población afectada: ella resulta de la migración

de las microfilarias desde los nódulos cercanos a la cabeza, a través de la piel de la cara y la conjuntiva, hacia los ojos. Aunque la infección debe ser masiva para producir la ceguera (ocasionada probablemente por la muerte de las microfilarias), la visión impar tiene lugar en más del 30% de la población afectada. Aproximadamente el 95% de todos los casos ocurren en África donde la enfermedad es endémica. La otra región del mundo donde ocurren casos de oncocercosis es la parte tropical de América Latina, habiéndose introducido probablemente desde África con el comercio de esclavos infectados. En el Nuevo Mundo, existen en la actualidad pequeños focos, en México, Guatemala y en el noreste de Sudamérica (Brasil, Colombia y Ecuador).

En África, el complejo *S. damnosum* comprende las especies de simúlidos responsables del 95% de casos de oncocercosis del continente y el 90% del mundo. Este complejo de especies está restringido a África, pero con una distribución mayor que la enfermedad. La Organización Mundial de la Salud implementó en áreas endémicas de África en 1974 un programa de control de la oncocercosis que disminuyó significativamente los casos de la enfermedad a través del uso de insecticidas contra larvas de simúlidos; en una etapa posterior la estrategia cambió a la aplicación masiva en humanos del antiparasitario ivermectina, que se administró a lo largo de los años a más de 100 millones de personas, lográndose interrumpir virtualmente la transmisión en la mayoría de los países involucrados en el programa.

Los vectores en Sudamérica comprenden especies del complejo *S. metallicum* (vector primario) y *S. exiguum* como vector secundario, en el noreste de Venezuela. Este último es el único vector reconocido en Colombia y Ecuador, mientras que en Brasil, *S. guianense* se menciona como vector implicado.

Control

Los medios más eficaces de control de las poblaciones de simúlidos se basan en estrategias de control larvario en los ambientes lóticos, debido a que los estados inmaduros se concentran en dichos hábitats, y suelen ser fácilmente identificables. En este caso, la utilización del larvicida biológico *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti), cuyas proteínas tóxicas ingresan por ingestión en los estadios larvales filtradores, produciendo daño en el tejido digestivo de los mismos con la consiguiente muerte en un tiempo corto, posibilita una alternativa de manejo de esos vectores. El confinamiento de las larvas en cursos de ríos, restringe el área para la aplicación del larvicida y asimismo, el flujo de agua corriente abajo permite focalizar la aplicación del mismo en algunos puntos, el cual será distribuido a considerable distancia desde el punto de aplicación.

Una alternativa o complemento del uso de Bti es la eliminación física de sustrato donde los estados inmaduros se adhieren, impidiendo el desarrollo de las formas preimaginales.

Otro método usual y recomendable es el desarrollo de obras hidráulicas que modifiquen la velocidad y continuidad del curso de agua, aunque el impacto ambiental de este tipo de intervención debe ser evaluado convenientemente.

La aplicación de pesticidas químicos sobre los adultos suele utilizarse como una medida paliativa para disminuir localmente el número de adultos. Se hace por medio de termonieblas o pulverizaciones espaciales, y conlleva los riesgos de generación de resistencia en las poblaciones.

El potencial para explotar enemigos naturales que infectan naturalmente poblaciones de simúlidos debe ser considerado. Especies de parásitos y patógenos, como nematodos mermítidos, microsporidios, hongos, bacterias y virus ha sido explorados para su uso en el manejo de las poblaciones, aunque en la actualidad no existe aún un producto comercial en base a estos agentes biológicos, con la excepción del Bti ya comentado previamente.

Los simúlidos adultos tienen simbiosis al igual que las larvas. El descubrimiento de bacterias endosimbióticas *Wolbachia* en filarias como *M. ozzardi* y *O. volvulus* abre la posibilidad de un tratamiento con antibióticos como medio preventivo para las enfermedades que producen, que puede desarrollarse en el futuro.

El uso de protección personal para los seres humanos implica principalmente el empleo de repelentes, tanto naturales como sintéticos, que son aplicados directamente sobre la piel o impregnados en la ropa. Entre los repelentes más eficaces se encuentran aquellos con N, N-dietilmeta-toluamida (DEET) como ingrediente activo. Además se recomienda el uso de ropa de colores claros y minimizar aberturas. Asimismo se han ideado varias técnicas para proteger el ganado y otros animales, que van desde el uso de repelentes (con aceites y grasas) y de refugios para proteger al ganado y aves de corral. Se puede aplicar vaselina blanca en el interior de las orejas de los caballos para reducir los problemas de las picaduras.

Bibliografía complementaria

- Adler, P. H. y Crosskey, R. W. (2008). World blackflies (Diptera: Simuliidae): a fully revised edition of the taxonomic and geographical inventory. Clemson: Clemson University. Recuperado de: <http://entweb.clemson.edu/biomia/pdfs/blackflyinventory.pdf>
- Casiraghi, M., Favia, G., Cancrini, G., Bartoloni, A. y Bandi, C. (2001). Molecular identification of *Wolbachia* from the filarial nematode *Mansonella ozzardi*. *Parasitology Research*, 87, 417-420.
- Coscarón, S., Sarandon, R., Coscarón-Arias, C. L. y Drago, E. (1996). Análisis de factores ambientales que influyen en la distribución de los Simuliidae (Diptera: Insecta) en el cono Austral de América del Sur. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 20, 549-573.
- Coscarón-Arias, C. (2002). Los simúlidos de Patagonia (Simuliidae, Diptera, Insecta). En O. D. Salomón (Ed.) *Actualizaciones en artropodología sanitaria argentina* (pp. 69-83). Buenos Aires: Fundación Mundo Sano, Serie Enfermedades Transmisibles.
- Coscarón, S., Coscarón-Arias C. y Papavero, N. (2013). Manual of Neotropical Diptera. Simuliidae. *Neotropical Diptera*, 3, 1-64.
- Coscarón, S. y Wygodzinsky, P. (1973). Notas sobre simúlidos neotropicales V. Aportes para el conocimiento del subgénero *Simulium* (Notolepria) Enderlein (Diptera-Simuliidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 34(3-4), 277-288.

- Gil, M., Vallania, E. A. y Corigliano, M. D. C. (1998). Abundancia y distribución de Simuliidae (Diptera) en arroyos de las sierras de San Luis, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 57, 1-4.
- Shelley, A. J. y Coscarón, S. (2001). Simuliid blackflies (Diptera: Simuliidae) and ceratopogonid midges (Diptera: Ceratopogonidae) as vectors of *Mansonella ozzardi* (Nematoda: Onchocercidae) in northern Argentina. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 96(4), 451-458.
- Wygodzinsky, P. W. y Coscarón, S. (1973). A review of the Mesoamerican and South American blackflies of the tribe Prosimuliini (Simuliinae, Simuliidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 151(2), 130-199.

CAPÍTULO 6

Ceratopogonidae

Gustavo Spinelli, Arnaldo Maciá y María V. Micieli



Culicoides insignis. Foto: Arnaldo Maciá

Introducción

Ceratopogonidae (Diptera) es una familia perteneciente al infraorden Culicomorpha, que exhibe una gran diversidad. Los estados inmaduros habitan ambientes acuáticos y semiacuáticos de todas las regiones biogeográficas del Mundo (aunque algunos *Forcipomyia* pueden ser considerados “semiterrestres”), mientras que las hembras adultas de cuatro géneros tienen hábitos hematófagos. En general, y particularmente las formas hematófagas, pueden distinguirse de las familias afines del infraorden por la combinación de los siguientes caracteres: adultos con aparato bucal picador-

suctor con seis estiletes robustos; tórax robusto, metanoto sin surco longitudinal; alas membranosas, transparentes, mantenidas superpuestas sobre el dorso en reposo, ligeramente oscurecidas u ofreciendo un diseño determinado por áreas claras y oscuras, presencia de dos celdas radiales), nervadura mediana bifurcada; patas largas y delgadas; larvas acuáticas vermiformes, apnéusticas; pupas obteatas con cefalotórax con cuernos respiratorios y abdomen con segmentación evidente. Las formas hematófagas, y en particular algunas especies del género *Culicoides*, actúan como vectores de importantes patógenos, entre los cuales se cuentan virus que producen enfermedades en el hombre (v. gr., virus Oropouche) y otros vertebrados (v. gr., virus de la lengua azul del ganado). Se conocen algo más de 6200 especies vivientes en el planeta (con alrededor de 300 especies fósiles) (Borkent y Dominiak, 2020), de las cuales 330 están presentes en la Argentina. En la Argentina, las formas hematófagas son conocidas vulgarmente como “jejenes” (mote que comparten con los Simuliidae), “mbarigüi-mini”, o “polvorines”, “maruim” en Brasil, “manta blanca” en Perú, “purrujas” en Costa Rica y “chaquistes” en México, mientras que en los países de habla inglesa se los conoce como “biting midges”, “punkies” o “no see ums”.

Caracterización

Los adultos son pequeños (largo del ala 0,5-6 mm, aunque en las especies hematófagas no excede 2,5 mm). Los ojos compuestos ocupan la mayoría de la cabeza, con un espacio entre ellos en ambos sexos, o menos frecuentemente se hallan contiguos; con pequeñas áreas circulares sobresalientes en lugar de ocelos. Las antenas tienen 13 flagelómeros, aunque en las especies del género hematófago *Leptoconops* son de 11-12 flagelómeros; en los machos son verticilados porque poseen setas largas (antena plumosa); los ocho flagelómeros basales de la hembra son en la mayoría de los casos de menor tamaño que los cinco distales. El aparato bucal está integrado por seis estiletes: labro-epifaringe, hipofaringe y mandíbulas y maxilas pares en forma de hojas alargadas, débiles en machos y en especies que no pican; palpos maxilares de cuatro o cinco segmentos, aunque en la gran mayoría son 5-segmentados.

Tórax con gran desarrollo del escudo en vista dorsal, convexo y provisto anterolateralmente de fosetas humerales. Las alas son hialinas, redondeadas en el ápice. En el género *Culicoides* es característico un diseño ofrecido por áreas claras y oscuras, debidas a la coloración de las microtriquias; es muy común la presencia de macrotriquias. Ese diseño se utiliza para diagnosticar subgéneros o grupos de especies, y en muchos casos también como carácter clave para el reconocimiento específico. Las nervaduras alares son muy importantes para la sistemática; las anteriores son fuertes, compactas y muy cercanas al margen anterior y finalizan hacia la mitad del ala; la nervadura transversal r-m es característica, bien marcada (excepto en *Leptoconops*); también es característica la presencia de dos celdas radiales bien marcadas (excepto en *Leptoconops*, y en algunas especies de otros géneros existe sólo una celda radial); la nervadura mediana es bifurcada, y esa “mediana bifurcada” es peciolada si la bifurcación surge posteriormente a la nervadura transversa, o sésil si surge a nivel de la transversa r-m o anteriormente a ella. Las

patas son gráciles, largas, el tercer par es el más largo; los tarsos son 5-segmentados, y el tarsómero 5 finaliza en dos uñas; en *Atrichopogon* y *Forcipomyia* el empodio está bien desarrollado. Las hembras de especies depredadoras tienen patas raptoras.

Abdomen de 10 segmentos. Poseen una o dos espermatecas de importancia en la clasificación, mientras que una tercera, generalmente rudimentaria, se desarrolla ocasionalmente. Los machos exhiben una genitalia conspicua con claspers grandes, mientras que las hembras poseen cercos redondeados (lo más frecuente) o en forma de lamelas triangulares en *Leptoconops*.

Las larvas tienen una cabeza desarrollada, con mandíbulas fuertes no oponibles y de movimiento vertical y un aparato faríngeo robusto; poseen tres segmentos torácicos y nueve abdominales, bien marcados; en *Atrichopogon* y *Forcipomyia* existe una pata espúrea en el tórax; los espiráculos son no funcionales. La estructura varía según las subfamilias.

Las pupas, en cambio, se mantienen uniformes en toda la familia. Son compactas, se diferencian bien el cefalotórax y el abdomen; en la parte anterior se distinguen dos cuernos con múltiples pequeñas aberturas respiratorias y varios tubérculos espinosos, y en el segmento distal del abdomen hay dos procesos posteriores puntiagudos y otras estructuras con importancia taxonómica.

Biología

Las larvas de Ceratopogonidae pueden encontrarse en cualquier hábitat asociado con el agua, temporarios como cúmulos de algas en la playa, charcas en los costados de los caminos, pisadas de animales inundadas, o permanentes como márgenes de ríos, arroyos o lagos y lagunas, y desde el nivel del mar hasta gran altura, en todos los biomas. Son muy frecuentes en ambientes lénticos, y algunas especies habitan en la vegetación acuática flotante. También son componentes habituales de la fauna de fitotelmata, como la del agua acumulada en huecos de árboles y bromeliáceas; las larvas de algunas especies de diferentes géneros se desarrollan dentro de cañas de bambú. Pueden ocupar el suelo en sitios con alto contenido de materia orgánica, como por ejemplo en los alrededores de los bebederos del ganado, donde se acumulan deyecciones de animales y barro. Son detritívoras, herbívoras o depredadoras. El estado larval comprende cuatro estadios, y el desarrollo abarca desde unas semanas hasta un año, dependiendo de las especies y las condiciones ambientales, fundamentalmente la temperatura. Se han registrado casos de ciclos de desarrollo prolongado por la ocurrencia de diapausa larval en especies de climas templados y fríos del Hemisferio Norte.

Hay una enorme diversidad en cuanto a la biología de las especies, aunque se pueden establecer algunas particularidades de la historia de vida para las subfamilias. Las larvas de Leptoconopiinae frecuentan suelos arenosos húmedos y playas, donde se alimentan de microorganismos cavando en la arena. Las de Forcipomyiinae, de la tribu Forcipomyiini (los géneros *Atrichopogon* y *Forcipomyia*) se desplazan por medio de las patas espúreas anteriores y posteriores y pueden

trepar a superficies fuera del agua; tienen pelos secretores que repelen el ataque de los depredadores, mientras que aquellas de la tribu *Dasyheleini* (integrada sólo por el género *Dasyhelea*) suelen habitar pequeñas acumulaciones de agua retenida en vegetales (epífitas, huecos de árbol, bambús, etc.) o en recipientes artificiales, alimentándose de detritos. Las de *Ceratopogoninae* son voraces depredadoras de otros pequeños invertebrados, frecuentemente larvas de otros insectos; se desplazan con movimiento serpenteantes muy rápidos.

Las pupas flotan con burbujas de aire alojadas bajo los esbozos alares y respiran a través de los cuernos del cefalotórax. Las de *Forcipomyiinae*, tribu *Forcipomyiini*, retienen la exuvia del último estadio larval en el extremo posterior del abdomen, lo que facilita su identificación en el campo.

Los machos emergen antes que las hembras; la cópula comienza en enjambres de machos donde entran las hembras una a una, y se completa sobre un sustrato como el suelo o la vegetación. Existe rotación de la genitalia masculina, pero a diferencia de lo que ocurre en otros nematóceros, es temporaria y dura solo el momento de la unión de los sexos. Usualmente cada hembra copula una sola vez y el esperma retenido fertiliza todos los ovocitos que produce en toda su vida. La oviposición se produce en forma de grupos sobre sustratos húmedos. Los huevos tardan dos a 10 días en eclosionar y no resisten condiciones de sequedad. Los adultos exhiben marcada estacionalidad, con tendencia a ser más abundantes en algunos meses en particular. Pueden ser de actividad diurna, nocturna o crepuscular, según las especies. Hay preponderancia de especies multivoltinas.

El estado adulto de la gran mayoría de las especies se alimenta de néctar de flores, tanto machos como hembras. Algunos representantes de *Forcipomyia* son ectoparásitos de otros invertebrados, en general insectos de gran talla (odonatos, ortópteros, hemípteros, coleópteros, orugas de lepidópteros), de los que succionan la hemolinfa. Las hembras de *Austroconops* (género no presente en la región Neotropical), *Leptoconops*, *Culicoides* y del subgénero *Forcipomyia* (*Lasiohelea*) son hematófagas (además de succionar líquidos azucarados) y atacan a vertebrados. Los *Ceratopogoninae*, excepto *Culicoides*, depredan insectos en vuelo; a veces se introducen en los enjambres para capturar sus presas, de las que ingieren tejidos disueltos después de inyectarles enzimas proteolíticas que forman parte de la saliva.

Las especies hematófagas revisten importancia médica y veterinaria. La ingesta de sangre es del tipo telmatófago y es indispensable para el desarrollo gonadotrófico, aunque existen unas pocas especies autógenas. Algunas son serias plagas para el hombre y otras están asociadas a otros animales en particular. En cuanto a la selectividad de hospedadores, pueden alimentarse sobre una clase de vertebrados (mamíferos, aves, reptiles o anfibios), aunque es frecuente que elijan grupos dentro de cada una, si la oferta del recurso es amplia; también hay especies generalistas. Atacan en algunas situaciones en cantidades enormes, sobre todo en las cercanías de los criaderos de estados inmaduros y durante los períodos favorables de año. Existe a veces marcada preferencia para picar determinadas partes del cuerpo; asimismo, existen especies de actividad de vuelo diurna, crepuscular o nocturna; algunas son activas en todas las horas de luz pero con un incremento notable en el crepúsculo vespertino; otras tienen picos de abundancia al amanecer y al final de la tarde.

Clasificación

Considerando sólo la fauna viviente, la familia Ceratopogonidae incluye tres subfamilias (Bor-kent y Dominiak, 2020):

Leptoconopinae, con dos géneros: *Austroconops* y *Leptoconops*, ambos con hembras hematófagas. Distribución tropical y subtropical. En la Argentina se registran cinco especies de *Leptoconops*, mientras que *Austroconops* está restringido a Australia.

Forcipomyiinae con tres géneros: *Atrichopogon* y *Forcipomyia* (en la tribu Forcipomyiini), y *Dasyhelea* (único género de la tribu Dasyheleini). Las hembras del subgénero *Forcipomyia* (*Lasiohelea*) son hematófagas. Cosmopolitas, en la Argentina se registran tres especies de *Forcipomyia* (*Lasiohelea*).

Ceratopogoninae con 106 géneros. Incluye al género *Culicoides*, cuyas hembras son hematófagas, y se distribuye en todas las regiones biogeogeográficas. En la Argentina se registran 51 especies de *Culicoides*.

En la Tabla siguiente se consignan algunas de las diferencias morfológicas útiles para distinguir los géneros (subgénero en el caso de *Forcipomyia* (*Lasiohelea*)) hematófagos neotropicales que se hallan presentes en Argentina.

	<i>Leptoconops</i>	<i>Forcipomyia</i> (<i>Lasiohelea</i>)	<i>Culicoides</i>
Pilosidad del cuerpo	moderada	densa	moderada
Separación ojos	ampliamente separados	cercanos	cercanos
Palpos maxilares	4 segmentos	5 segmentos	5 segmentos
Antena	11 o 12 flagelómeros	13 flagelómeros	13 flagelómeros
Nervadura transversa r-m	ausente	presente	presente
Celdas radiales	fusionadas formando el "estigma" al final de la nervadura costal	2	2 (raramente 1)
Alas	hialinas, macrotriquias ausentes	hialinas, macrotriquias muy abundantes	con diseño de áreas claras y oscuras, macrotriquias escasas (excepcionalmente ausentes) o abundantes
Cercos	alargados, aplanados, las "lamelas"	cortos	cortos
Cabeza de la larva	hipognata, poco esclerotizada	prognata	prognata
Abdomen de la larva	con lóbulos cortos terminales	con pseudópodos pro-torácico y anal	con 4 pares de setas caudales

Importancia médica y veterinaria, con especial referencia a la Argentina

La importancia sanitaria de los “jejenes” o “polvorines” de la familia Ceratopogonidae está bien documentada en la literatura especializada. En efecto, son numerosas las menciones de los problemas ocasionados por las picaduras de especies pertenecientes a los géneros *Culicoides*, *Leptoconops* y *Forcipomyia*, en este último caso sólo aquellas del subgénero *F.* (*Lasiohelea*). Además del prurito y las eventuales reacciones alérgicas que provocan sus picaduras, estos pequeños dípteros están involucrados en la transmisión de nematodos, protozoos y virus. Son muy numerosos los agentes patógenos mencionados en la literatura especializada. A continuación, se detallan los problemas más importantes, que efectiva o potencialmente afectan a la Salud Pública y/o animal en la Argentina. Una reseña actualizada de la importancia sanitaria de los Ceratopogonidae en el resto del Mundo puede ser hallada en Mullen y Durden (2019).

Nematodos: en la Argentina, el rol de vector de los ceratopogónidos es conocido hasta el presente sólo para el caso de *Mansonella ozzardi*, una microfilaria parásita del hombre relativamente poco patogénica. Es nativa del Nuevo Mundo, y se distribuye en la Cuenca Amazónica del Brasil, la franja norte de América del Sur, Haití y otras islas del Caribe, Panamá, y ciertas zonas de Perú, Bolivia y Argentina.

Produce una enfermedad conocida como mansonelosis, una antroponosis cuya tasa de infección es variable, llegando al 95% en poblaciones indígenas de Venezuela y Colombia. La microfilaria permanece en los capilares de la piel y tejidos dérmicos vecinos, donde provocan una molestia menor, mientras que los adultos se hallan principalmente en el tejido graso asociado al peritoneo y otras cavidades del cuerpo, pudiendo causar conjuntivitis e hinchazones oculares. Ocasionalmente, puede causar problemas más serios, tales como dolores articulares, eosinofilia, agrandamiento del hígado y bloqueo o inflamación de vasos linfáticos. Se ha combatido con éxito mediante la aplicación de Ivermectina (Mullen y Durden, 2019).

En la Argentina los focos están restringidos a las provincias de Tucumán y Jujuy, y se determinó que *Culicoides lahillei* se comporta como vector principal, mientras que *C. paraensis* (junto con el simúlido *Simulium exiguum*) lo hace como vector secundario (Shelley y Coscarón, 2001).

Virus: desde el punto de vista médico humano, son importantes en la transmisión del virus **Oropouche**. En efecto, este virus perteneciente a la familia Peribunyaviridae es el más importante agente etiológico de una enfermedad humana vehiculizado por una especie de Ceratopogonidae. Se aisló por primera vez en 1955, en un paciente febril proveniente de la Vega de Oropouche, Trinidad, y posteriormente fue registrado en numerosas localidades selváticas de Brasil, Perú y Panamá, donde los brotes epidémicos afectaron a cientos de miles de personas (Pinheiro et al, 1998).

Aunque no es fatal, esta enfermedad febril puede ser debilitante por un período de hasta dos semanas, caracterizándose por una intensa cefalea, artralgias, mialgias, escalofríos y fotofobia, y en algunos casos náuseas, vómitos, diarreas y congestión conjuntival. La fase aguda dura entre

dos y cinco días, y cerca del 60% de los pacientes experimentan una o más crisis de recurrencias luego de una o dos semanas de desaparecer los síntomas iniciales (Mullen y Durden, 2019).

Es una zoonosis, en la cual se reconocen dos ciclos: el silvestre, en el cual la infección transcurre de modo asintomático en perezosos (de los cuales fue aislado el virus), aves, primates y roedores (de quienes se aislaron anticuerpos neutralizantes), y aunque no se conoce con certeza, se sospecha que es transmitido por alguna especie de Ceratopogonidae y aún por mosquitos de la familia Culicidae (el virus fue aislado de las especies *Aedes serratus* y *Coquillettidia venezuelensis*). El ciclo urbano, por otra parte, se manifiesta por epidemias que afectan al hombre, y la enfermedad tiene lugar donde *Culicoides paraensis* es muy abundante; por otra parte, esta especie resultó ser un vector eficiente en ensayos experimentales de transmisión al hámster, y el hombre desarrolla una viremia de suficiente nivel como para infectar a los *Culicoides* y, a su vez, estos pueden retransmitir el virus al hámster. El hombre se comportaría como un amplificador del virus en condiciones urbanas.

La gran abundancia de *C. paraensis* en el NOA, particularmente en áreas situadas en la selva tucumano-oranense, sumado al hecho de la aparición de epidemias en países vecinos, lejos de crear una voz de alarma, pone de manifiesto la necesidad de realizar estudios tendientes a dilucidar aspectos biológicos de esta especie, así como de poner en marcha un programa de monitoreo entomológico.

Desde el punto de vista médico-veterinario, la importancia principal radica en los problemas ocasionados por el virus de la **lengua azul** o **virus bluetongue (BTV)**, el cual es sólo transmitido por especies de *Culicoides*. BTV pertenece a la familia Reoviridae, y representa un complejo antigénico, con al menos 27 serotipos actualmente reconocidos, los que varían significativamente en su patogenicidad.

Produce una enfermedad que afecta a rumiantes de cría, principalmente al ganado ovino, causando serios daños, incluso la muerte del animal. La enfermedad no se contrae por contacto directo entre animales, aunque se ha detectado la transmisión vía placenta y vía semen. Los vectores primarios difieren según de qué zona biogeográfica se trate, y la especie sospechada de comportarse como vector primario en la Neotrópica es *Culicoides insignis*, una de las más abundantes en la Argentina y frecuentemente asociada al ganado vacuno.

Los principales síntomas incluyen una alta temperatura temprana, luego la boca y las narinas se hinchan y lesionan, dando lugar a úlceras que pueden escararse, lo que causa un intenso dolor y la consecuente dificultad para alimentarse. Frecuentemente la lengua toma una coloración azulada, a lo que debe el nombre el virus y la enfermedad; también se inflaman y enrojecen las pezuñas, lo que es muy doloroso y da lugar a una cojera intensa. En muchos animales se observa enrojecimiento de la piel, generalmente iniciada en la cabeza, para luego extenderse a todo el cuerpo. Es común que los animales más afectados permanezcan con su cabeza y cuello hacia un lado, y con el dorso arqueado, mientras que otros son incapaces de permanecer parados.

También afecta al ganado bovino, y aunque en este caso los síntomas de la enfermedad son ligeramente perceptibles, el daño reside en que la capacidad reproductiva se afecta seriamente.

Menos del 5% de los bovinos adultos muestran signos de la enfermedad. Estos últimos son similares a los señalados para los ovinos (las lesiones en las pezuñas hacen que en algunos casos se confundan con aftosa), aunque es muy común también la inflamación de los pezones en vacas lecheras. Las cabras parecen ser más resistentes que ovejas y vacas, aunque aquí también se verifica la enfermedad.

En general, las lesiones post-mortem más obvias responden a los signos patológicos de la membrana bucal, narinas y piel. Se tratan de congestión inflamatoria, hemorragias múltiples, decoloración rojiza o azulada, etc. También pueden ser observadas hemorragias en las membranas mucosas del corazón, tracto digestivo, nódulos linfáticos, riñones y músculos, así como congestión pulmonar y neumonía en algunos animales.

La enfermedad, que fue reconocida por primera vez en Sudáfrica a fines del siglo XVIII, ha sido luego registrada en diferentes sitios del Viejo Mundo (sur de Europa, India, Pakistán, Medio Oriente) y en América del Norte.

En lo referente a la región Neotropical, desde los comienzos de la década de 1980 hasta los comienzos de la década de 1990, BTV ha sido detectado en la gran mayoría de los países de América Central y de las islas del Caribe, merced al trabajo realizado por el Equipo Regional de Lengua Azul (Regional Bluetongue team) y el Equipo Interamericano de Lengua Azul (Interamerican Bluetongue team), los que llevaron a cabo un exhaustivo trabajo de vigilancia en 11 países de la región. Sus hallazgos incluyeron detecciones serológicas en ganados bovino, ovino y caprino, así como aislamientos virales. Con respecto a las especies de *Culicoides* sospechadas de ser responsables de la transmisión entre rumiantes, BTV fue aislado de *C. insignis*, *C. pusillus* y *C. filarifer*, consideradas estas tres especies como las sospechadas de la transmisión de BTV entre los rumiantes, particularmente *C. insignis*, una de las especies más frecuentes y abundantes desde el SE de USA hasta la Argentina (Legisa et al., 2014).

En América del Sur, el virus ha sido aislado en Brasil, Argentina, Perú, Ecuador y Guyana. En Brasil, en el estado de Paraná se detectó una importante seroprevalencia en vacunos y ovinos, y desde allí el virus se ha propagado efectivamente a Paraguay, Uruguay y NE de la Argentina, donde BTV ha sido detectado y aislado. En junio de 2013 fue confirmado un brote de BTV en un rebaño de 99 ovejas lecheras de la raza Lecauna en el Estado de Rio de Janeiro, con el resultado de la muerte de cuatro ovejas preñadas y seis que resultaron gravemente enfermas, mientras que 37 hembras no gestantes se vieron afectadas, 16 corderos machos enfermaron y dos murieron (Legisa et al., 2014). En la Argentina, la infección por BTV es reconocida como una enfermedad enzoótica cuyo límite austral es la región central del país, en la latitud 40°S. La presencia de BTV no ha sido bien documentada en Argentina, aunque desde 1996 ha sido considerada como serológicamente positiva de acuerdo a los parámetros de la OIE (Gorchs y Lager, 2001; Legisa et al., 2014). El virus fue detectado por Lager et al. (2004), quienes llevaron a cabo dos vigilancias en 1995-1996 y 1998. Estos autores detectaron seroconversión y aislaron el virus a partir de bovinos centinelas en la provincia de Corrientes, detectando valores de seroprevalencia de hasta 40,7% en bovinos y de 95% en ovinos, ambos en la provincia de Misiones, mientras que en Corrientes estos valores fueron mucho menores, y la seroprevalencia para BTV no fue

detectada en Chaco, Formosa, Entre Ríos y Santa Fe. A partir de este momento, no se volvieron a ejecutar tareas formales de vigilancia, aunque en 2009 y 2010 el virus fue aislado de bovinos que habían sido detectados como seropositivos (Legisa et al., 2013).

Control

El control de poblaciones de ceratopogónidos ha tenido resultados relativamente poco fructíferos. La eliminación o disminución de los estados preimaginales entraña dificultades relacionadas con el amplio rango de ambientes donde pueden desarrollarse, algunos de ellos crípticos; los hábitos acuáticos, semiacuáticos y terrestres de sus representantes hacen que las tareas que se intentan para lograr su control deben llevarse a cabo en múltiples entornos. Se ha intentado el control ambiental alterando las condiciones hídricas de los criaderos (cuando éstos pudieron identificarse convenientemente), pero ese método posee la desventaja de que puede generar un impacto ecológico indeseado. Con respecto al estado adulto, los ataques de las especies hematófagas pueden prevenirse con la aplicación de repelentes sobre la piel o la indumentaria; puede ayudar el uso de prendas de mangas largas y pantalones largos; asimismo, se puede morigerar en parte el contacto si se evitan sitios infestados regularmente o las épocas del año favorables para la actividad de las hembras en búsqueda de sangre. Las aplicaciones de insecticidas en forma de nubes no es de gran utilidad pues los insectos reaccionan desplazándose hacia otras zonas no tratadas pues son buenos voladores. Ante especies que prefieren picar al ganado, una medida efectiva es el encierro de los animales en establos, al menos durante la noche para prevenir el ataque de ceratopogónidos de actividad nocturna; la instalación de mallas finas puede contribuir a disminuir los ataques.

Bibliografía

- Borkent, A. y Dominiak, P. (2020). Catalog of the biting midges of the World (Diptera: Ceratopogonidae). *Zootaxa*, 4787, 001–377.
- Borkent, A., y Spinelli, G. R. (2007). Neotropical Ceratopogonidae (Diptera: Insecta) (Vol. 4). En J. Adis, J. R. Arias, G. Rueda-Delgado y K. M. Wantzen (Eds.), *Aquatic biodiversity in Latin America*. Sofia-Moscú: Pensoft.
- Gorchs, C. y Lager, I. (2001). Lengua Azul. Actualización sobre el agente y la enfermedad. *Revista Argentina de Microbiología*, 33, 122–132.
- Harwood, R. F. y James, M. T. (1979). *Entomology in human and animal health*. New York: Macmillan Publishing Co., Inc.
- Kettle, D. S. (1995). *Medical and Veterinary Entomology*. Wallingford: Cab International.
- Lager, I., Duffy, S., Miquet, J., Vagnozzi, A., Gorchs, C., Draghi, M., Cetra, B., Soni, C., Hamblin, C., Maan, S., Samuel, A. R., Mertens, P., Ronderos, M. y Ramirez, V. (2004). Incidence and

- isolation of bluetongue virus infection in cattle of the SantoTomé Department, Corrientes Province, Argentina. *Veterinaria Italiana*, 40,141–144.
- Lane, R. P. y Crosskey, R. W. (Eds.) (1993). *Medical insects and arachnids*. London: Chapman y Hall.
- Legisa, D., Gonzalez, F., De Stefano, G., Pereda, A., Dus Santos, M. J. (2013). Phylogenetic analysis of bluetongue virus serotype 4 field isolates from Argentina. *Journal of general virology*, 94(3), 652-662.
- Legisa, D. M., González, F. N. y Dus Santos, M. (2014). Bluetongue virus in South America, Central America and the Caribbean. *Virus Research*, 182, 87-94.
- Mullen, G. R. y Durden, L. A. (2019). *Medical and Veterinary Entomology*. 3rd ed. London: Academic Press, Elsevier.
- Pinheiro, F. P., Travassos da Rosa, A. P. A. y Vasconcelos, P. F. C. (1998). An overview of Oropouche fever epidemics in Brazil and neighbour countries. En A. P. A. Travassos da Rosa, P. F. C. Vasconcelos y J. F. S. Travassos da Rosa (Eds.), *An overview of arbovirology in Brazil and neighbouring countries* (pp. 186-192). Belém: Instituto Oswaldo Chagas.
- Ronderos, M. M., Spinelli, G. R. y Diaz, F. Ceratopogonidae (Diptera: Culicomorpha) species from Argentina. Recuperado de <https://biodar.unlp.edu.ar/ceratopogonidae/>
- Shelley, A. J. y Coscarón, S. (2001). Simuliid blackflies (Diptera: Simuliidae) and ceratopogonid midges (Diptera: Ceratopogonidae) as vectors of *Mansonella ozzardi* (Nematoda: Onchocercidae) in Northern Argentina. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 96, 451-458.
- Spinelli, G. R., Ronderos, M. M., Díaz, F. y Marino, P. I. (2005). The bloodsucking biting midges of Argentina (Diptera: Ceratopogonidae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 100, 137-150.
- Wirth, W. W., Dyce, A. L. y Spinelli, G. R. (1988). An Atlas of wing photographs, with the summary of the numerical characters of the Neotropical species of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae). *Contributions to the American Entomological Institute*, 25, 1-72.

CAPÍTULO 7

Psychodidae, Subfamilia Phlebotominae

María S. Santini, María V. Micieli y Arnaldo Maciá



Adulto de Flebotominae. Foto: Gabriela Quintana.

Introducción

Los flebotomos son dípteros nematóceros de la familia Psychodidae, subfamilia Phlebotominae. Son un grupo de insectos que tiene una amplia distribución mundial con excepción de Nueva Zelanda e Islas del Pacífico. Sólo los que viven en áreas tropicales pueden realizar su ciclo vital completo durante todo el año, mientras que los que viven en las regiones subtropicales solo lo pueden completar durante los meses cálidos. Se los encuentra en un amplio rango de hábitats desde selva húmeda hasta regiones muy áridas, desde el nivel del mar hasta alti-

tudes de 2800 metros; sin embargo, cada especie presenta requerimientos ecológicos específicos. De las aproximadamente 700 especies conocidas en el mundo, cerca de 70 están involucradas en ciclos de transmisión de patógenos al ser humano. El nombre común en inglés “sand fly” (cuya traducción literal es “moscas de arena”) deriva del estudio de flebótomos de las regiones más áridas del continente europeo, aunque son muy comunes en las regiones húmedas tropicales y subtropicales.

Caracterización

La familia Psychodidae es considerada la más antigua de las familias de Dípteros, con fósiles que datan del período Jurásico tardío, de aproximadamente hace 200 millones de años. Existen seis subfamilias y solo dos de ellas son hematófagas, **Sycoracinae** y **Phlebotominae**. Sycoracinae, de regiones tropicales de América, obtiene sangre de anfibios y por lo tanto no tiene importancia médica. Por otro lado, la subfamilia Psychodinae comprende especies no hematófagas, que revisten interés médico, aunque menor, porque algunas especies del género *Psychoda* han sido registradas como causantes de algunas miasis accidentales o pseudomiasis (ver Capítulo 11); *Psychoda alternata* es la “mosquita de las letrinas”, especie cosmopolita sinantrópica que es común en estructuras sanitarias domiciliarias, donde se desarrollan las larvas.

La subfamilia Phlebotominae se caracteriza y se diferencia de las otras subfamilias, porque los adultos tienen un aparato bucal picador-suctor, de longitud similar o mayor que la cabeza, con palpos maxilares de cinco segmentos y porque las alas se disponen en forma de “V” en estado de reposo. Son de pequeño tamaño, miden entre dos y cuatro mm, de color marrón oscuro a ocre claro. La cabeza presenta un par de ojos muy conspicuos y no tiene ocelos. Las antenas tienen flagelómeros casi cilíndricos y constan del escapo, pedicelo y 14 flagelómeros. El largo relativo de estos segmentos es usado para distinguir especies relacionadas. Receptores llamados **ascoides**, están presentes en la mayoría de estos segmentos y son de importancia taxonómica pues varían en forma y tamaño relativo a los segmentos. Las hembras ingieren sangre para el desarrollo de los huevos. Otras características importantes para la taxonomía morfológica del grupo son el número, tamaño y arreglo de los dientes del cibario. Las patas son largas y delgadas. El tórax, con forma de giba o joroba, posee un par de alas angostas, con presencia casi exclusiva de nervaduras longitudinales paralelas y una vena radial con cinco ramas. La superficie dorsal del tórax está cubierta por escamas largas las que le dan la característica apariencia de insectos peludos. El estado adulto presenta dimorfismo sexual. Los machos son más delgados y en general más pequeños que las hembras de la misma especie; el último segmento abdominal termina con una serie de estructuras que conforman la genitalia externa muy conspicua, en tanto que la porción terminal de la hembra es roma; ambas estructuras encastran como llave-cerradura. La genitalia conforma otro carácter taxonómico en los flebótomos. La externa de los ma-

chos, está formada por los **claspers**, los **parámeros** y el **aedeagus** esclerotizado. En las hembras, la estructura genital es interna y consiste de una **furca** esclerotizada que se abre en el orificio genital y lleva un par de espermatecas. Tanto las espermatecas como sus ductos muestran una enorme diversidad en su forma.

Las larvas son muy peculiares y fáciles de distinguir. Presentan una cápsula cefálica muy esclerotizada con mandíbulas robustas y cortas antenas. El cuerpo tiene filas de setas multiramificadas con forma de fósforo y dos pares de setas largas caudales en el extremo posterior, adyacentes a los espiráculos, presentes desde el 2º al 4º estadio, mientras que las larvas de 1º estadio solo llevan un par de setas caudales.

La pupa se fija al sustrato por la muda del último estadio larval. Es obtecta, con antenas, patas y alas visibles a través de la cutícula. El protórax lleva un par de órganos respiratorios cortos, en forma de tubo y el abdomen tiene numerosas setas y espinas.

Biología

Son insectos holometábolos. Su ciclo de vida, que se extiende por unas 11 semanas aproximadamente, presenta cuatro estados: huevo, larva (con cuatro estadios), pupa y adulto. Los tres primeros estados se desarrollan en suelos húmedos, ricos en materia orgánica de la que se alimentan, en tanto que el estado adulto es aéreo y se alimenta de líquidos vegetales azucarados. En el caso de las hembras, éstas ingieren sangre para el desarrollo de los huevos. El vuelo es corto, silencioso y en pequeños saltos. Las especies americanas tienen principalmente actividad crepuscular y nocturna, aunque también pueden estar activas durante el día.

Los huevos los depositan individualmente o en grupos. El tiempo que transcurre desde la oviposición hasta la emergencia del adulto suele ser desde 20 días hasta varios meses. La duración de los estadios larvales varía con la temperatura. En algunas especies existe diapausa en el estado de huevo aunque también puede darse en el último estadio larval, sobre todo en especies que viven en áreas con inviernos fríos. La pupa es usualmente inactiva, el adulto emerge luego de cinco a 10 días. Una vez emergidos los machos rotan la genitalia 180° durante las primeras 24 horas.

Para que ocurra la cópula los flebótomos responden a una variedad de señales químicas. Para localizar fuentes de sangre y sitios de oviposición, requieren kairomonas provenientes del hospedador y del ambiente. Las feromonas de agregación sexual son producidas por los machos (en sinergia con los olores del huésped) atrayendo al sitio de apareamiento tanto a las hembras, como a otros machos de la misma especie. En algunas especies también pueden existir sonidos de cortejo producidos por vibraciones de las alas de los machos para atraer a las hembras. Un ejemplo son los machos de *Lutzomyia longipalpis* que producen diferentes tipos de feromonas sexuales y cantos de cortejo; este último desempeña un papel fundamental en el éxito de la inseminación de la hembra.

El microhábitat ocupado por diferentes especies de flebótomos está en parte determinado por la elección de refugios utilizados como lugar de descanso; en especies que se distribuyen en áreas cálidas y desérticas los adultos presentan actividad nocturna, ya que en la noche la temperatura del ambiente disminuye mientras aumenta la humedad. En general, ambos sexos son de actividad crepuscular o nocturna, y algunas especies pueden presentar además un pico de actividad durante el amanecer. Como ocurre con otros dípteros, solo las hembras succionan sangre para el desarrollo de los huevos. Pocas especies son endofílicas, las cuales son mayoritariamente peridomésticas como *Lutzomyia longipalpis*. La mayoría son exofílicas y prefieren alimentarse cerca de sus sitios de cría y refugios. Presentan concordancia gonadotrófica (una ingesta sanguínea se corresponde con cada puesta de huevos) aunque la autogenia ha sido registrada en algunas poblaciones de ciertas especies. Usualmente tienen poca capacidad de vuelo aunque se registró que pueden desplazarse hasta dos kilómetros en áreas abiertas. Existen especies selváticas que exhiben una zonación vertical en su distribución espacial, donde diferentes especies ocupan distintos estratos de la vegetación, zonación que responde al comportamiento de los hospedadores, según éstos frecuenten las cercanías del suelo o las diferentes alturas del dosel arbóreo.

Clasificación y distribución

La subfamilia Phlebotominae está representada por más de 900 especies. En Europa, África y Asia se identifican tres géneros, *Phlebotomus*, *Sergentomyia* y *Chinius*. En América existen más de 540 especies. No obstante, los machos, las hembras, o ambos, son indistinguibles morfológicamente entre algunas especies, existiendo además complejos de especies. La clasificación tradicional, que adoptan algunos investigadores con un enfoque conservador basándose en criterios prácticos, reconoce solo tres géneros para América: *Lutzomyia*, *Bruptomys* y *Varileya*, de los cuales solo el primero es antropófilo y los otros zoófilos. Sin embargo, después de la reestructuración de la taxonomía de este grupo, se elevó el número de géneros del Nuevo Mundo a 23. Los géneros que se abordan a continuación responden a la nueva clasificación e incluyen las especies de interés médico-veterinario de Argentina: *Lutzomyia*, *Nyssomyia* y *Migonemyia* (antes tradicionalmente incluidos en *Lutzomyia*). De las 45 especies identificadas en Argentina, las que poseen interés sanitario son *Nyssomyia neivai*, *Ny. whitmani*, *Migonemyia migonei*, y *Lu. longipalpis*. De ellas, la de distribución más amplia en América es *Lu. longipalpis* debido a que ha sido encontrada en otros 12 países: Brasil, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Paraguay, Venezuela y Uruguay. Las otras tres especies tienen una distribución mucho más acotada, dado que *Ny. neivai* se observó en Brasil, en tanto que *Ny. whitmani* y *Mg. migonei* están registradas en Brasil y Paraguay.

La distribución de los flebótomos en Argentina es microfocal y está determinada por condiciones ecológicas específicas. Esto genera una distribución geográfica discontinua en el territorio caracterizada por parches entremezclados con grandes áreas sin presencia de flebótomos.

Nyssomyia neivai presenta una amplia distribución espacial; fue registrada en Jujuy, Salta, Tucumán, Catamarca, Santiago del Estero, Chaco, Formosa, Corrientes, Misiones, Entre Ríos y Santa Fe.

Migonemyia migonei es la principal especie en la ecoregión Chaco Seco.

Estas últimas dos especies se caracterizan por colonizar ambientes modificados, por lo que son responsables de transmisión de enfermedades en ambientes peridomésticos.

Nyssomyia whitmani se observó en Misiones, Corrientes y Entre Ríos con transmisión activa de patógenos en ambientes selváticos.

Lutzomyia longipalpis es la especie más relacionada con ambientes urbanizados. Se ha citado para Salta, Formosa, Chaco, Misiones, Corrientes y Entre Ríos (hasta la ciudad de Concordia).

Importancia médica y veterinaria

Existen problemas asociados a reacciones alérgicas o urticaria en áreas donde la densidad de estos insectos es alta y relacionados a la picadura de especies peridomésticas. Sin embargo, su mayor importancia radica en la transmisión de agentes etiológicos como virus, bacterias y protozoos que causan enfermedades en el ser humano y otros animales. La ecología, la estacionalidad y el comportamiento de los flebótomos son algunos de los factores que determinan la dinámica de transmisión de esos agentes.

Virus

Entre los virus transmitidos se mencionan varios *Phlebovirus* (familia Bunyaviridae). El virus causante de la enfermedad conocida como “sand fly fever” pertenece a este género y fue uno de los primeros arbovirus identificados, a comienzos de 1900. Otro nombre de la enfermedad es “**fiebre papatasi**”. Cinco serotipos de estos virus han sido aislados de humanos y agrupados en dos grupos de acuerdo a su ubicación geográfica: (1) virus Chandiru, Chagres y Punta Toro de América Central y del Sur; y (2) virus de Nápoles y Sicilia del sur de Europa y norte de África. Provocan enfermedades no letales y autolimitantes, de corta duración, cuyos síntomas son dolor de cabeza, fiebre, malestar, náuseas, dolor de extremidades, de espalda y retroorbitario; en algunos casos puede ocurrir encefalitis. Algunos de los vectores conocidos del Nuevo Mundo son *Lu. trapidoi*, y en el Viejo Mundo, *Phlebotomus papatasi* y *Ph. perniciosus*.

Otro arbovirus transmitido por flebótomos pertenece a la familia Reoviridae, género *Orbivirus*, conocido como **Changuinola virus**. Ocurre en Panamá, Colombia y Brasil, y afecta mamíferos. En el hombre ocurre como una fiebre indiferenciada.

También se han descrito vesiculovirus de la familia Rhabdoviridae presentes en América, causantes de **estomatitis vesicular**, cuya sintomatología comprende fiebre, escalofríos y mialgia en el hombre. En los animales (vacas, caballos, cerdos) producen lesiones orales y también

en pezones y pezuñas, semejantes a las de la fiebre aftosa. Dos especies de flebótomos son vectores probados en la naturaleza: *Lu. shannoni* transmite el serotipo de Nueva Jersey entre cerdos en EE.UU. y *Lu. trapidoi* transmite el serotipo Indiana en América Latina. La epidemiología de la enfermedad ocasionada por el virus de la estomatitis vesicular es compleja y poco conocida. Las infecciones humanas ocurren comúnmente en trabajadores en asociación con el ganado, como ganaderos y veterinarios que corren riesgo cuando entran en contacto con fluidos vesiculares y tejidos de animales infectados, aunque no se descarta la transmisión vectorial. Otros vectores de las familias Simuliidae y Ceratopogonidae pueden estar involucrados también en la transmisión.

Bacterias

La infección producida por la bacteria *Bartonella bacilliformis* es causante de una enfermedad conocida como **bartonelosis** o **enfermedad de Carrión**, que se manifiesta en dos formas clínicas diferentes: la **fiebre de Oroya** y la **verruga peruana**, encontradas exclusivamente en la Cordillera de los Andes de Perú, Colombia y Ecuador. Es endémica de estas áreas entre 750 y 2700 metros por encima del nivel del mar. El flebótomo adquiere el patógeno a partir de una persona infectada, aunque existe actualmente una fuerte evidencia de que roedores como *Rattus* spp. actúan como reservorio. La transmisión es posiblemente mecánica con presencia del patógeno en las piezas bucales y en el tubo digestivo del insecto. En Perú los vectores considerados son *Lu. verrucarum* y *Lu. peruensis*, y *Lu. colombiana* en Colombia. Se presenta bajo dos formas clínicas: **visceral** en forma de anemia febril aguda (fiebre de Oroya) y **cutánea** en forma de una erupción dérmica benigna (verruga peruana). La fiebre de Oroya se caracteriza por fiebre, dolor de cabeza, dolores musculares y articulares, agrandamiento de los ganglios linfáticos y anemia grave, con una tasa de letalidad entre el 10% y el 90% si no se trata. La bacteria se multiplica dentro o sobre los glóbulos rojos, e intracelularmente en un gran número de órganos, especialmente en las células endoteliales de los nódulos linfáticos. La forma cutánea se manifiesta por dolor muscular, óseo y articular, seguido de erupciones que pueden consistir en pequeños nódulos, o nódulos más grandes y profundos en las extremidades, los cuales pueden agrandarse y ulcerarse. La bacteria puede persistir durante meses o años, pero rara vez es fatal. Para el tratamiento de estas enfermedades bacterianas la penicilina, la estreptomycinina, y las tetraciclinas son eficaces para reducir la fiebre y la bacteremia.

Protozoos

Las **leishmaniasis** son enfermedades zoonóticas de transmisión vectorial, consideradas un problema de salud pública debido a su magnitud y distribución geográfica y a que producen formas clínicas que pueden causar muerte, incapacidad y mutilaciones. Están presentes en los

cinco continentes y son endémicas en 102 países. Se estima que cerca de 350 millones de personas viven en regiones en las que existe el riesgo de adquirir la infección. Se registran 1,3 millones de casos nuevos de leishmaniasis y de 20.000 a 30.000 muertes cada año. De acuerdo con el análisis global de la carga de enfermedades infecciosas, las leishmaniasis en sus diferentes formas clínicas son responsables de 2,35 millones de años de vida perdidos ajustados por discapacidad (AVAD). En América, los principales factores de riesgo, resultado de los procesos sociales, económicos y ambientales locales, aumentan en gran medida el número de la población en peligro de infección. Las leishmaniasis son causadas por parásitos del género *Leishmania* (Trypanosomatidae), transmitidos exclusivamente por flebótomos hembra previamente infectados.

Leishmania es un protozoo relacionado con los tripanosomas flagelados. En el vertebrado, es un parásito obligado intracelular en las células de la sangre (monocitos) y del sistema linfático (macrófagos), en su forma **amastigota**. Se multiplica por fisión binaria dentro de las células hospedadoras, proceso que le permite invadir y destruir más células. Cuando el flebótomo toma una alimentación sanguínea adquiere esas formas a partir de los macrófagos y monocitos de la sangre y en el interior del tubo digestivo del insecto se hacen extracelulares y se transforman en **pro** y **paramastigotas**. Los promastigotas adquieren una forma muy móvil, la de **promastigotas metacíclicos**, que alcanzan la parte anterior del intestino del insecto y el aparato bucal, y como son las formas que se transmiten a un nuevo hospedador vertebrado en la siguiente toma de sangre, se constituyen en las formas infectantes. La colonización del aparato bucal interfiere parcialmente con el flujo de sangre, resultando en varios intentos de succionar e incremento en la probabilidad de transmisión de *Leishmania*.

Según la especie de *Leishmania*, existen diferentes tipos de leishmaniasis en el mundo, siendo las tres formas clínicas principales en América, **leishmaniasis cutánea**, **leishmaniasis mucosa** y **leishmaniasis visceral**. Cada una de estas enfermedades representa una problemática sanitaria distinta, y se caracterizan por tener una dinámica eco-epidemiológica particular, debido a la relación existente entre la especie de parásito, la especie de flebótomo y la forma clínica de la enfermedad. Dado que en América la LC y la LM pueden ser causadas por la misma especie de parásito, comúnmente se habla de leishmaniasis tegumentaria americana (LTA).

Leishmaniasis cutánea (LC): La manifestación clínica de esta enfermedad se expresa con úlceras en el sitio de la picadura del flebótomo, a menudo con los bordes bien definidos y elevados (lesiones similares a un cráter), donde abundan los parásitos. Las lesiones pueden ser desde húmedas con una zona central con tejido necrótico, hasta secas con escara, indoloras. En nuestro país, la LC es **endémica**, siendo el principal protozoo que la produce *L. braziliensis*, y *Ny. neivai* es su principal vector. Sin embargo, *Ny. whitmani* y *Mg. migonei*, fueron también incriminadas en su transmisión. Con respecto a los reservorios, en Argentina aún no se han identificado las especies responsables de mantener los parásitos en el ambiente. No obstante, micromamíferos como comadrejas o roedores como *Rattus rattus* y *Akodon arviculoides*, entre otros, han sido incriminados con tales.

La **leishmaniasis mucosa** (LM), es causada y transmitida por los mismos agentes biológicos que la LC. Es una complicación generada por metástasis a través del sistema circulatorio (sanguíneo o linfático) de una lesión cutánea distante, o más raramente, por la extensión de la LC a mucosas en la cara, o por la picadura del vector en la mucosa. El sitio inicial y comúnmente afectado es la mucosa del tabique nasal, aunque el avance de la zona afectada puede provocar mutilaciones y en algunos pocos casos puede llevar a la muerte.

La **leishmaniasis visceral** (LV), **epidémica** en la Argentina, es la forma clínica más grave dado que de no tratarse, provoca la muerte. *Leishmania infantum* es el agente etiológico, *Lu. longipalpis* es el principal vector y el perro doméstico el reservorio. El primer caso autóctono de LV en la Argentina fue en 2006. Cuando los parásitos ingresan son fagocitados por los macrófagos, los que invaden órganos y tejidos hematopoyéticos (hígado, bazo, médula ósea, ganglios linfáticos, etc.) donde se multiplican e infectan nuevos macrófagos locales. El período inicial de la enfermedad puede confundirse fácilmente con diferentes procesos infecciosos. Entre de los signos y síntomas más frecuentes están la fiebre, que puede ser constante o irregular, la esplenomegalia discreta, la hepatomegalia que puede o no estar presente, las linfadenopatías, frecuentemente generalizadas y con ganglios que no duelen durante la palpación, la palidez mucocutánea causada por anemia grave, y finalmente, la pérdida de peso, que ocurre en forma lenta y progresiva. Los sangrados pueden llegar a ser graves y comprometer la vida del paciente; su patogénesis obedece principalmente a la disminución de las plaquetas en la sangre, la infección de la médula ósea por los parásitos y al secuestro de plaquetas en el bazo agrandado. La anorexia es un síntoma frecuente de la enfermedad. Los individuos que sufren de leishmaniasis visceral son tratados con fármacos de tipo antimoniales pentavalentes con la finalidad de prevenir su evolución en el paciente.

La distribución y la epidemiología de estas enfermedades en las zonas urbanas y periurbanas han ido cambiando a medida que avanza el desarrollo y la urbanización. Mientras que *Lu. longipalpis* en las últimas décadas se ha adaptado a los ambientes urbanos o periurbanos, los vectores de *L. braziliensis* (varias especies de *Lutzomyia*), responsable de producir LTA, se encuentran en zonas forestales y rurales pero también muestran una tendencia a colonizar zonas periurbanas

Control

Para la prevención y control de las problemáticas sanitarias causadas por flebótomos, se recomienda el manejo integrado de vectores, que integra procesos **ambientales, mecánicos, químicos y biológicos**. Para obtener buenos resultados, las medidas aplicadas deben tener en cuenta la biología del vector y su comportamiento, así como las ventajas y desventajas de los métodos en los contextos locales, como la aceptación de la comunidad. En términos de efectividad y sustentabilidad, diversos determinantes socio-ambientales deben ser considerados en los

modelos de intervención en el marco del manejo integrado de vectores. En este sentido, es esencial que se fortalezcan e integren los métodos alternativos, como la gestión del ambiente y la educación sanitaria, y ser aplicados en la rutina de los programas de salud.

El **control ambiental** se basa en el reordenamiento del ambiente, incluyendo la mejora de las viviendas, la recolección de residuos y otros materiales, etc. Este tipo de control es una herramienta destinada a reducir el contacto humano-vector y, por lo tanto, disminuir la probabilidad de ocurrencia de nuevos casos. Las medidas ambientales como limpieza, la eliminación de residuos orgánicos (hojarasca, frutos caídos, heces de animales, etc.), la poda de árboles y la reducción de las fuentes de humedad, son medidas que pueden tener impacto en el desarrollo de las formas inmaduras de flebótomos, que requieren de materia orgánica y temperatura y humedad adecuadas para su desarrollo, siendo, por lo tanto, estrategias que tienen un impacto local sobre la dinámica poblacional de los vectores. Las estrategias de **control mecánico** o **físico** también están enfocadas a reducir el contacto humano/vector, pero en este caso por medio del uso barreras físicas como telas mosquiteras, malla en puertas y ventanas, y uso de vestimenta adecuada. Para la protección personal pueden ser de utilidad el uso de repelentes con DEET aplicado sobre la ropa; para especies con hábitos peri domiciliarios se recomiendan barreras mecánicas como puertas y ventanas con tela mosquitera. El **control químico** está enfocado en la reducción de la densidad de flebótomos a través del rociado con productos de acción residual. Los principios activos son únicamente adulticidas, por lo que en Argentina se recomiendan solo para control de foco y no como método de prevención. El uso de insecticidas debe ser racional, incluyendo la planificación y el acompañamiento sistemáticos.

Para la prevención de estas enfermedades la participación de la comunidad implica un proceso que integra el conocimiento popular, y las percepciones y prácticas a las estrategias de manejo integrado de vectores. La educación sanitaria permite la formación e internalización de conocimientos sobre la transmisión de la enfermedad y la biología de los insectos vectores. Estas actividades participativas, de comunicación y educación disparan procesos de prevención y control de manera consistente, efectiva y sostenible en el tiempo. Asimismo, es fundamental la vigilancia entomológica para determinar las áreas de mayor riesgo de transmisión de la enfermedad.

Los métodos de control **biológico** y genético han tenido poco desarrollo en este grupo. Se han estudiado gregarinas (Apicomplexa), microsporidios (Microspora), parásitos (Nematoda) y bacterias endosimbiontes (*Wolbachia*) en el Nuevo y el Viejo Mundo así como depredadores como *Anaxipha gracilis* (Orthoptera: Gryllidae) en América y *Ploiaria domestica* (Hemiptera: Reduviidae) en el Viejo Mundo.

Bibliografía complementaria

- Akhoundi, M., Kuhls, K., Cannet, A., Votýpka, J., Marty, P., Delaunay, P. y Sereno, D. (2016). A historical overview of the classification, evolution, and dispersion of *Leishmania* parasites and sandflies. *PLoS neglected tropical diseases*, 10(3), e0004349.
- Fernández, M. S., Lestani, E. A., Caviac, R. y Salomón, O. D. (2012). Phlebotominae fauna in a recent deforested area with American Tegumentary Leishmaniasis transmission (Puerto Iguazú, Misiones, Argentina): Seasonal distribution in domestic and peridomestic environments. *Acta Tropica*, 122: 16-23.
- Galati, E. A. B. (2003). Morfología e taxonomía: morfología, terminología de adultos e identificação dos táxons da América. En E. F. Rangel y R. Lainson (Eds.), *Flebotomíneos do Brasil* (pp. 53-175). Rio de Janeiro: Fiocruz.
- Ives, A., Ronet, C., Prevel, F., Ruzzante, G., Fuertes-Marraco, S., Schutz, F., ... y Masina, S. (2011). Leishmania RNA virus controls the severity of mucocutaneous leishmaniasis. *Science*, 331(6018), 775-778.
- Minnick, M. F., Anderson, B. E., Lima, A., Battisti, J. M., Lawyer, P. G. y Birtles, R. J. (2014). Oroya fever and verruga peruana: bartonellosis unique to South America. *PLoS neglected tropical diseases*, 8(7): e2919.
- REDILA (Red de Investigación de las Leishmaniasis en Argentina) (2015). *Vigilancia de insectos transmisores de leishmaniasis*. Buenos Aires: Ministerio de Salud, Presidencia de la Nación INMET-PT 6/2015.
- Santini, M. S. y Salomón, O. D. (2012). Eco-epidemiología de las leishmaniasis Argentina. *Revista argentina de parasitología*, 1:16-24.
- Santini, M. S., Manteca Acosta, M., Utgés, M. E., Aldaz, M. E. y Salomón, O. D. (2018). Presence of *Lutzomyia longipalpis* and *Nyssomyia whitmani* in Entre Ríos-Argentina. *Revista do Instituto de Medicina Tropical*, 60: e55.
- Travi, B. L. (2014). Ethical and epidemiological dilemmas in the treatments of dogs of visceral leishmaniasis in Latin America. *Biomedica*, 34(1): 7-12.

CAPÍTULO 8

Culicidae

Arnaldo Maciá y María V. Micieli



Larva (arriba) y adulto macho (abajo) de Culex pipiens. Fotos: Walter Ferrari

Introducción

La familia Culicidae comprende los insectos conocidos como **mosquitos** y constituye uno de los grupos más importantes de los artrópodos por las enfermedades que transmiten al humano, de tal manera que es probablemente el más estudiado en el mundo por la entomología médica.

Está presente en todos los continentes excepto Antártida, pero exhibe mayor diversidad en las zonas tropicales y subtropicales. Se ubica en el Orden Diptera, Suborden Nematocera, Infraorden Culicomorpha. Existen más de 3500 especies. Los adultos se caracterizan por ser pequeños a medianos, de cuerpo grácil y cubierto de escamas de color muy variado según las especies, opacas o a veces iridiscentes, con una proboscis larga que contiene un fascículo de seis estiletes picadores-suctores, antenas filiformes en las hembras y plumosas en los machos, alas angostas con seis nervaduras longitudinales además de la C y Sc, y patas delgadas y largas. El desarrollo es holometábolo; las larvas son ápodas, eucéfalas y provistas en el extremo posterior de un sifón respiratorio o un aparato espiracular; las pupas son adécticas y obtectas; ambos estados son acuáticos. Entre las especies de Culicidae se encuentran los vectores de los patógenos de malaria, varias arbovirosis y filariasis.

Caracterización

Los adultos poseen una cabeza globosa, cubierta en su mayor parte por los ojos compuestos por 300 a 900 omatidias, arriñonados. Carecen de ocelos. En la región frontal y occipital poseen escamas erectas (dispuestas perpendicularmente con respecto a la superficie de la cabeza) o decumbentes (dispuestas horizontalmente). El clípeo es más o menos triangular y convexo y su vértice marca la base del aparato bucal. La proboscis es prorecta, visible a simple vista ya que es tan o más larga que la longitud de la cabeza y el tórax juntos, y está cubierta de escamas. El labio es grueso, con un surco abierto dorsal y longitudinalmente para alojar el resto de los estiletes, y con una labela distal. El labro forma el canal alimenticio y la hipofaringe el canal salival, ambos estiliformes; las maxilas y mandíbulas también estiliformes, completan el fascículo. En machos y especies no hematófagas las mandíbulas están atrofiadas. Los palpos maxilares están formados por uno o cinco segmentos y poseen numerosas sensilas; son tan largos como la proboscis en ambos sexos (Anophelinae) o cortos en las hembras y largos en los machos (Culicinae); los últimos dos palpómeros pueden estar ensanchados (Anophelinae) o no (Culicinae). Las antenas tienen un escapo pequeño y oculto bajo el pedicelo; éste tiene forma de copa o anillo grueso (**torus**) y en su concavidad se inserta el flagelo, el cual está integrado por 13 flagelómeros. En las hembras hay en cada antenito un verticilo de setas cortas; en los machos son más numerosas y largas, lo cual les confiere aspecto plumoso.

El tórax está representado mayormente por un gran mesotórax que da espacio a los músculos del vuelo, muy desarrollados. El tergo del protórax se reduce a dos **lóbulos antepronotales** de posición lateral y dorsal, poco conspicuos excepto en algunos géneros (*Haemagogus*, *Wyeomyia*). El mesotórax tiene el mesonoto o **escuto** grande, sin sutura transversa, de forma aproximadamente cuadrangular y con setas que forman grupos (**acros-ticales, dorsocentrales, supraalares**) y escamas en patrones y colores variados; posterior-

mente hay un escutelo redondeado (Anophelinae) o trilobulado (Culicinae) y un **mesopost-noto**. Lateralmente, la mesopleura está muy desarrollada e integrada por varios escleritos; entre ellos, dos placas en la base del tagma tienen importancia en la clasificación: el **mesokatepisterno** (ubicado entre las coxas I y II) y el **mesómero** o **meron** (entre las coxas II y III). El espiráculo mesotorácico tiene o no asociadas **setas pre y postespiraculares**, útiles para diferenciar géneros. El espiráculo metatorácico, más grande y de forma alargada, evidencia la posición del metatórax, junto con un pequeño **metanoto** poco visible dorsalmente.

Las alas son membranosas, alargadas, redondeadas en el ápice. En el borde posterior hay un **fleco** de escamas, y cerca de la inserción con el tórax, un **álula**. La nerviación no tiene mucha variación entre los grupos dentro de la familia. La Costal rodea la membrana del ala, la Subcostal está en un plano levemente inferior respecto a las demás nervaduras, y el resto de las nervaduras son más o menos paralelas, existiendo pocas nervaduras transversales. Las escamas que surgen de las nerviaciones pueden ser muy delgadas o anchas, y simétricas o asimétricas.

Las patas son similares entre sí, delgadas y largas, terminadas en cinco tarsómeros y un pretarso de dos uñas; en algunos géneros (por ejemplo, *Culex*) hay **pulvillos**.

El abdomen, de nueve segmentos, posee pleuras membranosas que permiten la distensión. Los segmentos 8º y 9º del macho rotan en forma obligatoria y permanente uno a dos días después de la emergencia, de modo que las estructuras terminales originalmente dorsales pasan a tener una posición ventral, de modo que en ese sexo el ano es ventral con respecto a las estructuras genitales, mientras que en la hembra el ano es dorsal con respecto a la vagina. Los machos poseen una **genitalia** compleja, en la que destacan el **basistilo** y el **dististilo**, que integran una estructura en forma de pinza. La genitalia es de importancia fundamental para reconocer especies, sobre todo en algunos grupos en los cuales las hembras son difícilmente diferenciables por la anatomía externa, como en el subgénero *Culex* (*Culex*). El abdomen de las hembras puede ser posteriormente truncado o aguzado y los cercos pueden ser cortos y redondeados o alargados.

Las larvas tienen una cápsula cefálica bien esclerotizada, con pocas suturas. Poseen un par de manchas oculares laterales. Las antenas son unisegmentadas. Es característica de la familia la presencia de **cepillos bucales**, grupos de cerdas alargadas asociadas a las piezas bucales masticadoras con la función de coleccionar y filtrar las partículas alimenticias antes de su ingreso a la boca; en *Toxorhynchites* están fusionados para formar piezas prensiles. El tórax es más ancho que el abdomen y los tres segmentos que lo integran están fusionados. El abdomen es subcilíndrico, con los segmentos 1º a 7º similares entre sí, el 8º y el 9º están unidos y dorsalmente llevan las estructuras respiratorias larvales, y el 10º, o **segmento anal**, tiene una disposición en ángulo (hacia abajo) con respecto al del resto del cuerpo y distalmente lleva cuatro papilas anales, láminas con función osmorreguladora. Las estructuras respiratorias pueden ser en forma de placa con dos aberturas (**aparato espiracular** en Anophelinae), o en forma de tubo de forma variada (**sifón**), dirigidos ambos dorsal-

mente. El aparato espiracular y el sifón tienen continuidad con dos troncos traqueales principales que son visibles por transparencia y recorren el cuerpo de la larva hasta el tórax. Otros elementos cuticulares son importantes para la taxonomía: la **quetotaxia** de los tres tagmas, el **peine** (serie de escamas a cada lado del segmento 8° + 9° cuya forma, número y disposición varía en los grupos), el **pecten** (espinas cuticulares en una doble fila en la cara ventral del sifón), la **brocha ventral** (grupo de cerdas largas que surge ventralmente del segmento anal), y la **silla de montar** (placa esclerotizada rodeando total o parcialmente el segmento anal), entre otras.

Las pupas tienen forma de coma, con un cefalotórax compacto y provisto de dos **trompetas respiratorias** cónicas dorsales, a través de las cuales se realiza el intercambio gaseoso con la atmósfera (en *Mansonia* se utilizan para fijarse a raíces de plantas acuáticas flotantes); hay dos grandes manchas oculares y a través del tegumento pueden verse las estructuras en desarrollo que se encontrarán en el adulto. El abdomen presenta segmentación evidente y culmina en un par de **paletas natatorias** anchas y redondeadas.

Los huevos tienen un **exocorion** muchas veces esculturado, que en Anophelinae forma dos **flotadores** laterales y le dan forma de bote; otros mosquitos se caracterizan por poner huevos redondeados, ovals o con prolongaciones. Poseen una micrópila que permite la respiración del embrión. Los que son depositados en la superficie del agua tienen estructuras hidrófobas que impiden el hundimiento.

La anatomía interna no difiere mayormente del patrón general de los insectos. Como particularidades, en los adultos existen **glándulas salivales** muy desarrolladas y que ocupan una parte del tórax. Hay tres ciegos gástricos o **divertículos** que parten de la zona de unión entre el estómago y el mesenterón; dos, más pequeños, de posición dorsal respecto al tubo digestivo y uno ventral de mayor capacidad, que aloja los líquidos azucarados de la alimentación; mientras que la parte posterior ensanchada del intestino medio, o **estómago**, aloja la sangre en las especies hematófagas; el proctodeo forma un **recto** ancho inmediatamente posterior con respecto a la unión de cinco **túbulos de Malpighi**.

Biología

Los mosquitos habitan potencialmente todo ambiente que esté ligado a la presencia de cuerpos de agua lénticos, ya que en ellos se desarrollan los estados preimaginales. Puede tratarse de hábitats acuáticos de una enorme variedad en cuanto a sus características: de grandes dimensiones (márgenes de lagos, lagunas, embalses, campos de cultivo de arroz inundados, pantanos, orillas de ríos o arroyos donde la vegetación o la topografía hacen que la corriente sea escasa o nula) o pequeños (charcos de agua de lluvia, huellas de ganado o de vehículos, cavidades en rocas); naturales o artificiales (piletas de natación descuidadas, recipientes de plástico, vidrio, cemento, metal u otros materiales, cisternas, bocas de tormenta, canaletas); son miembros habituales de las comunidades de fitotelmata (axilas de

hojas y brácteas, huecos de árbol, cañas de bambú, bromeliáceas), y cualquier otro hábitat con agua dulce estancada.

Los huevos son depositados en forma individual directamente sobre la superficie del agua (*Anopheles*), o sobre un sustrato que posteriormente quedará sumergido, en depresiones o pequeñas grietas en el suelo susceptibles de inundación (*Aedes*, *Psorophora*). Los huevos de *Culex* y *Uranotaenia* están unidos en grupos en forma de **balsas** flotantes y los de *Mansonia* y *Coquillettidia*, en **rosetas** redondeadas pegadas a la cara inferior de las hojas de la vegetación acuática flotante. Pueden eclosionar en uno o dos días o permanecer en diapausa si son colocados en sustrato húmedo o seco hasta que son cubiertos por el agua como en el caso de los mosquitos aedinos; en este caso el período sin eclosionar puede extenderse por muchos meses. Además de la inundación en sí, algunas especies requieren condiciones precisas como temperatura por sobre un umbral, cambios en la concentración de oxígeno, o más de un evento de inmersión. Algunas especies que crían en fitotelmata pueden eyectar los huevos dentro de cavidades con aberturas pequeñas.

Las larvas pasan por cuatro estadios. La alimentación es fitófaga, por filtración de partículas o carnívora, y comen materia orgánica disuelta o particulada, microorganismos, biopeículas, algas, o pequeños invertebrados en el caso de las depredadoras; también se registran casos de canibalismo. Se mueven por la columna de agua para nutrirse o escapar de depredadores con movimientos serpenteantes y se hunden hasta el fondo, pero luego de un tiempo variado deben subir nuevamente a la superficie para respirar. Respiran aire de la atmósfera, por lo que están la mayor parte del tiempo suspendidas de la superficie con la cabeza hacia abajo; en *Mansonia* el sifón es aguzado y capaz de perforar tejidos vegetales para obtener el aire del aerénquima de plantas acuáticas flotantes (*Pistia stratiotes* y otras) a las que se fija. La duración del estado puede variar de cuatro días en condiciones óptimas hasta varias semanas, dependiendo de las condiciones del entorno (temperatura, concentración de alimento, densidad poblacional); algunas especies poseen diapausa larval obligatoria en respuesta a la fluctuación estacional del fotoperíodo y/o inducción maternal; el desarrollo detenido en alguna fase se reinicia con la llegada de las condiciones de la etapa del año favorables para el ciclo vital. Las especies pueden en ese caso ser univoltinas (poseen una sola generación en el año); las multivoltinas tienen desarrollo y reproducción continuos (generalmente no hay diapausa) y puede haber superposición de generaciones.

Las pupas no se alimentan pero son muy móviles y al detectar estímulos (movimiento del agua, cambios en la luminosidad, etc.) se desplazan rápidamente hasta el fondo del criadero para refugiarse momentáneamente. Duran de uno a tres días al cabo de los cuales la cutícula se rompe por una línea longitudinal dorsal del cefalotórax y comienza la emergencia del adulto.

Los machos emergen uno o dos días antes que las hembras de su misma cohorte (**protandria**); permanecen unas pocas horas como tenebrales, mientras se endurece la cutícula. Durante el primer día la genitalia masculina rota. La cópula puede realizarse o no en enjambres; en el primer caso, los machos lo forman generalmente sobre una señal visual que se destaca sobre el paisaje y las hembras penetran en la nube y se acoplan rápidamente; otras

especies no necesitan la formación de enjambres para que se unan los sexos. Casi siempre las hembras copulan una sola vez; después de la unión de los sexos las glándulas accesorias masculinas forman un tapón en la cámara genital femenina o *mating plug*, de breve duración (uno a dos días) que impide la inseminación por otros machos; se ha comprobado además la presencia de **matrona**, otra secreción de las glándulas accesorias del macho que previenen en la hembra cópulas posteriores. Ambos sexos se alimentan de jugos azucarados, los cuales obtienen de nectarios florales, frutos dañados y en algunos casos menos frecuentes de las secreciones dulces de otros insectos; los carbohidratos proveen la energía necesaria para el vuelo y otras actividades y procesos fisiológicos. Las hembras, salvo excepciones, son además hematófagas y obtienen sangre de vertebrados de todas las clases, aunque preponderan las especies que se alimentan sobre aves y mamíferos. Hay especies ornitófilas (*Culex* spp.), o que prefieren mamíferos (*Aedes albifasciatus*), o en los casos de sinantropía, al humano (*Aedes aegypti*, *Anopheles darlingi*); pero también pueden succionar sangre de vertebrados de sangre fría (*Uranotaenia* spp.). El principal estímulo que utilizan para orientarse hacia el hospedador es el CO₂ de la respiración, pero también son importantes atractivos el ácido láctico, el octenol y otros volátiles, además del calor corporal y las señales visuales. Los mosquitos suelen tener picos de búsqueda de alimentación con sangre siguiendo patrones de actividad que varían con las especies: algunos son nocturnos, permaneciendo en reposo durante las horas de luz; otros son diurnos y muestran máxima actividad en el crepúsculo vespertino y un pico menos pronunciado una o dos horas antes del amanecer. Las especies antropófilas pueden mostrar **exo** o **endofagia** cuando se alimentan de sangre en el exterior o en el interior de las viviendas, respectivamente, y **exo** o **endofilia** cuando el descanso posterior a la alimentación, que coincide con la maduración de los huevos hasta la oviposición, se produce en el exterior o en el interior de las casas. Estos patrones de actividad de vuelo y de alimentación son muy importantes para la implementación de tareas de control ya que la efectividad de éstas depende del tipo de comportamiento que exhiben las especies blanco para el control.

No todas las especies de mosquito son hematófagas: existen algunas capaces de completar el primer ciclo gonadotrófico sin previa alimentación con sangre (**autogenia facultativa**); cuando la **autogenia** es **obligatoria** como en el caso del género *Toxorhynchites*, tanto machos como hembras recurren a los carbohidratos como única fuente de energía y las hembras pueden desarrollar varias posturas de huevos; en este caso, la autogenia coincide con la alimentación larval de tipo depredador, que les permite la acumulación de reservas nutricionales suficientes como para desarrollar los huevos en el estado adulto. En algunas especies **anautógenas** es común que las hembras tomen más de una alimentación con sangre en cada ciclo gonadotrófico, aumentando el riesgo de transmisión de enfermedades, como en el caso de *Aedes aegypti* y *Anopheles gambiae*.

La longevidad de los adultos puede abarcar unas pocas semanas hasta varios meses; la supervivencia en épocas desfavorables del año, como el invierno, suele depender de la acumulación previa de reservas en forma de cuerpo grasoso. Algunas especies pueden hibernar en refugios naturales ambientales.

Taxonomía

Culicidae comprende dos subfamilias que se pueden diferenciar fácilmente a través de características morfológicas en los estados de adulto y de larva y también por algunas diferencias en la biología y el comportamiento.

Subfamilia Anophelinae

Adultos: Los palpos maxilares son tan largos como la proboscis en ambos sexos. Los machos tienen los dos palpómeros distales ensanchados. Las alas poseen grupos de escamas claras y oscuras que forman patrones de manchas cuya forma y disposición es de valor para discriminar especies. El escutelo es redondeado (excepto en el género *Chagasia*). El abdomen posee pocas o ninguna escama. Cuando están posados, mantienen el cuerpo en un ángulo de 30 a 45° con respecto a la superficie del sustrato, con la cabeza, tórax y abdomen alineados.

Larvas: Poseen aparato espiracular en forma de placa (no sifón). Todos o algunos de los segmentos abdominales I a VII dorsalmente poseen un par de setas palmadas. Se mantienen con toda la longitud del cuerpo paralela a la superficie del agua.

Comprende tres géneros: *Anopheles*, *Chagasia* y *Bironella*; este último no está presente en Argentina (Tabla 1). El más importante es *Anopheles* por incluir especies vectores de malaria; se han registrado 34 especies en nuestro país. *Chagasia* solo está representado por una especie en Argentina: *C. fajardi*.

Subfamilia Culicinae

Adultos: Los palpos de la hembra son más cortos que la proboscis y todos los palpómeros del macho son similares entre sí. Las alas pueden o no presentar manchas de acuerdo a la coloración de las escamas. El escutelo es trilobulado y cada lóbulo posee una serie de setas. El abdomen está densamente cubierto de escamas en los tergos y esternos. Al posarse, mantienen la cabeza y el tórax en un ángulo con respecto al abdomen, de modo que el cuerpo descansa en una posición paralela a la superficie del sustrato.

Larvas: Poseen un sifón respiratorio que parte del segmento abdominal 8° + 9°. No hay setas palmadas. Se mantienen suspendidas de la superficie del agua formando un ángulo, con la cabeza hacia abajo.

Comprende 38 géneros agrupados en 11 tribus (Tabla 1), de las cuales tres (Culisetini, Ficalbiini y Hodgesiini) no están distribuidas en Argentina.

Tabla 1. Subfamilias, tribus y géneros de Culicidae de Argentina. Los géneros en **negrita** incluyen especies de importancia médica y/o veterinaria.

Anophelinae		Anopheles, Chagasia
Culicinae	Aedeomyiini	Aedeomyia
	Aedini	Aedes, Haemagogus, Psorophora
	Culicini	Culex, Lutzia
	Mansonini	Mansonia, Coquillettidia
	Orthopodomyiini	<i>Orthopodomyia</i>
	Sabethini	<i>Isostomyia, Limatus, Onirion, Runchomyia, Sabethes, Shannoniana, Trichoprosopon, Wyeomyia</i>
	Toxorrhynchitini	<i>Toxorrhynchites</i>
	Uranotaenini	<i>Uranotaenia</i>

Importancia médica y veterinaria

Los mosquitos son los insectos de mayor importancia en la salud pública debido a las enfermedades que ocasionan en el hombre y los animales domésticos y silvestres. Las enfermedades transmitidas por mosquitos son causadas por tres grupos de patógenos: arbovirus, protozoos de la malaria y nematodos filariales (Tabla 2). Además, debido a la alimentación sanguínea, pueden producir reacciones alérgicas por la introducción de proteínas de la saliva con la picadura, las cuales pueden causar irritación localizada y provocar hipersensibilidad y la posibilidad de infección secundaria con bacterias.

Tabla 2. Principales enfermedades ocasionadas por Culicidae y su distribución, principales vectores, sintomatología y transmisión. Los patógenos y especies de mosquitos en **negrita** están presentes en Argentina.

Enfermedad	Patógeno	Distribución	Vectores principales	Síntomas	Transmisión			
Malaria o paludismo	<i>Plasmodium vivax</i> (Plasmodiidae)	Global, en clima tropical, subtropical y templado	América del Sur: <i>Anopheles (Anopheles): A. pseudopunctipennis Anopheles (Nyssorhynchus): A. albimanus, albittarsis, aquasalis, argyritarsis, braziliensis, darlingi</i> <i>Anopheles (Kerteszia): A. bellator, cruzi</i> África: <i>A. gambiae</i> (principal vector), <i>funestus</i> . Asia: <i>A. culicifacies, dirus</i>	Paroxismos cada 48-72 hs (fiebre terciaria o cuaternaria): escalofríos, calor, sudoración, dolor de cabeza y anemia. Ruptura de los glóbulos rojos por el parásito y liberación de pigmentos.	Biológica ciclopropagativa. Antroponosis. En mosquitos: (<i>gametogonia</i>) macro y microgametocitos, cigota, ooquineta, ooquiste en tubo digestivo y esporozoítos (<i>esporogonia</i>) en hemocele y glándulas salivales.			
	<i>P. falciparum</i> (Plasmodiidae)	Global, en trópicos y subtropicos						
	<i>P. malariae</i> (Plasmodiidae)	Global, poco común						
	<i>P. ovale</i> (Plasmodiidae)	Principalmente África, ocurrencia rara						
Filariasis	<i>Wuchereria bancrofti</i> (Onchocercidae)	Trópico de América Latina, África y Asia	<i>Culex quinquefasciatus</i> (principal vector), <i>Anopheles</i> spp., <i>Aedes</i> spp., <i>Mansonia</i> spp.	Filariasis linfática: elefantiasis por obstrucción del sistema linfático. Hinchazón de piernas, escroto y otras partes del cuerpo.	Biológica cíclica. Antroponosis.			
	<i>Brugia malayi, B. timori</i> (Onchocercidae)	SE de Asia			Zoonosis. Reservorios: monos y gatos domésticos.			
	<i>Dirofilaria immitis</i> (Onchocercidae), "gusano del corazón del perro"	Cosmopolita			Filariasis canina. Fallas cardíacas, debilidad, embolia y asfixia por filarias en arterias pulmonares del perro.	Biológica cíclica en cánidos y ocasionalmente en el hombre. Desarrollo de las formas infectivas en los túbulos de Malpighi del vector.		
Encefalitis	Virus de la encefalitis de Saint Louis (SLEV) (<i>Flavivirus: Flaviviridae</i>)	América (Canadá hasta Argentina)	<i>Culex quinquefasciatus</i> (principal vector), <i>Culex nigripalpus</i> (USA) <i>Culex</i> spp.	Encefalitis, meningitis, cefalea febril	Biológica propagativa. Zoonosis: aves. En Argentina: paloma torcaza, benteveo, hornero.			
	Virus del Nilo Occidental (WNV) (<i>Flavivirus: Flaviviridae</i>)	Cosmopolita				<i>Culex pipiens, Culex quinquefasciatus, Culex</i> spp.	Fiebre, meningitis y encefalitis, parálisis flácida aguda.	Biológica propagativa. Zoonosis: aves migratorias, caballos.
	Virus de la Encefalomielitosis Equina del Oeste (WEE) (<i>Alphavirus:</i>	América del Sur, Central y oeste de América del Norte				<i>Culex (Melanoconion), Aedes albifasciatus, Culex tarsalis</i> (USA)	Encefalitis aguda en humanos y equinos	Biológica propagativa.

	Togaviridae)				Zoonosis: entre aves. Vías muertas: humano y caballos.
	Virus de la Encefalomielitis Equina del Este (EEE) (<i>Alphavirus</i> : Togaviridae)	América del Sur, Central y este de América del Norte	<i>Culex (Melanoconion) spp.</i> <i>Culiseta melanura (USA)</i>	Encefalitis y síndrome neurológico en humanos y equinos	Biológica propagativa. Zoonosis: entre aves. Vías muertas: humano y caballos.
	Virus de la Encefalomielitis Equina Venezolana (VEE) (<i>Alphavirus</i> : Togaviridae)	México, América Central y norte de Sudamérica	<i>Culex (Melanoconion) spp.</i>	Encefalitis	Biológica propagativa. Zoonosis: entre roedores. Caballos: hospedadores vírémicos.
	Virus de la Encefalitis Japonesa (<i>Flavivirus</i> : Flaviviridae)	Sureste de Asia (Japón hasta Nueva Guinea e India)	<i>Culex tritaeniorhynchus</i> , <i>Culex spp.</i>	Encefalitis: síndrome neurológico en humanos	Biológica propagativa. Zoonosis: entre aves.
Dengue	Virus dengue (<i>Flavivirus</i> : Flaviviridae) con cuatro serotipos: DEN 1, 2, 3 y 4	Global, desde los 30° de latitud norte a los 30° de latitud sur	<i>Aedes aegypti</i> <i>A. albopictus</i> (vector secundario)	Dengue clásico (cuadro febril indiferenciado), dengue hemorrágico y shock por dengue	Biológica propagativa. Antroponosis.
Fiebre amarilla	Virus de la fiebre amarilla (<i>Flavivirus</i> : Flaviviridae)	África y América del Sur y Central	América: <i>A. aegypti</i> (ciclo urbano), <i>Haemagogus janthinomys</i> , <i>Sabethes chloropterus</i> , <i>S. albiprivus</i> (ciclo selvático). África: <i>A. africanus</i> (ciclo selvático), <i>A. simpsoni</i> , <i>A. bromeliae</i> (ciclo rural o sabana), <i>A. aegypti</i> (ciclo urbano)	Fiebre, dolor de cabeza, vómitos negros, ictericia, insuficiencia renal y hepática, coma	Biológica propagativa. Zoonosis: monos de la familia Cebidae.
Zika	Virus Zika (<i>Flavivirus</i> : Flaviviridae)	África, Asia, Oceanía y América	<i>A. aegypti</i> , <i>A. albopictus</i> (vector secundario)	Fiebre, dolor articular, conjuntivitis, microcefalia fetal, Síndrome Guillain Barré	Biológica propagativa por vector. Transmisión sexual y transplacentaria entre humanos.
Chikungunya	Virus Chikungunya (<i>Alphavirus</i> : Togaviridae)	África, Asia y América	<i>A. aegypti</i> , <i>A. albopictus</i>	Fiebre, dolor de cabeza, poliartritis, sarpullido	Biológica propagativa. En África con reservorios: monos y vectores enzoóticos.

Control

El control de mosquitos tiene como objetivos prevenir las picaduras de estos insectos, minimizar su contacto con los vertebrados, reducir la longevidad de los mosquitos hembra y eliminar las poblaciones o mantenerlas en densidades tolerables. Las medidas de control abarcan la modificación del hábitat, el control biológico y químico, la técnica de insecto estéril, la tecnología basada en *Wolbachia*, y la transgénesis y paratransgénesis (modificación genética de insectos y microorganismos). Estos temas se abordan en el Capítulo 18, por lo que aquí solo se mencionan como nuevas tecnologías. A continuación se describen ejemplos específicos del control de mosquitos.

Entre las medidas preventivas se recomienda el uso de mallas mosquiteras en aberturas de las viviendas y de repelentes químicos aplicados a la piel o la ropa. El de uso más común es N, N-dietil-meta-toluamida o DEET.

Entre los cambios en el hábitat larvario que previenen la oviposición y la eclosión de las larvas podemos mencionar la reducción de fuentes de insectos adultos, muy empleada en las campañas de prevención y control de dengue, actividad llamada comúnmente “descacharrado”. Para anofelinos se elimina la vegetación acuática que proporciona refugio a las larvas y se emplea la técnica de irrigación intermitente en los cultivos de arroz.

Respecto al control biológico, los peces larvívoros como *Gambusia affinis* han sido muy usados en el control de anofelinos. Entre los invertebrados depredadores fueron estudiados para su empleo como biocontroladores las larvas de algunas especies de *Toxorhynchites*, representantes de varias familias de chinches y escarabajos acuáticos, copépodos y gusanos planos turbelarios; sin embargo, solo se han implementado con éxito programas de control con copépodos en algunos países asiáticos para el control del vector del dengue. Entre los parásitos y patógenos de larvas de mosquitos, fueron investigados como agentes de control nematodos como *Romanomermis culicivorax* y *Strelkovimermis spiculatus*; protozoos como algunos ciliados, gregarinas del género *Ascogregarina* y algunos microsporidios como *Nosema* spp., *Amblyospora* spp. y *Edhazardia aedis*; hongos de especies de los géneros *Coelomomyces*, *Lagenidium*, *Leptolegnia* y *Metarhizium* y entre los virus patógenos para las larvas, los virus iridiscentes, virus de densonucleosis, virus de poliedrosis como baculovirus y virus de la familia Entomopoxviridae. En líneas generales la aplicación de estos parásitos o patógenos de larvas de mosquitos todavía está en etapa experimental de desarrollo, o tiene una eficacia limitada y no se ha utilizado en forma rutinaria en programas operativos. Una excepción es la bacteria *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*, o Bti, que se ha desarrollado en formulaciones comerciales desde su descubrimiento original en 1975 y es ampliamente usada como larvicida en programas de control.

El control químico puede ser implementado contra larvas o adultos con el empleo de insecticidas. Aceites minerales, organofosforados como temefós y reguladores del crecimiento como el metopreno, son frecuentemente usados como larvicidas. El tipo de insecticida y la formulación dependen de la biología de la especie mosquito blanco, las características del hábitat (fundamentalmente su tamaño) y el método de aplicación. Los adulticidas pueden ser aplicados sobre

las superficies donde descansan o se refugian los insectos; un ejemplo es el control de los *Anopheles* de la malaria en el cual se usa el rociado interno de las casas con insecticidas residuales que retienen la toxicidad por semanas o meses. También se emplean mosquiteros tratados con piretroides sintéticos que han surgido como importantes dispositivos de protección comunitaria para el control de la malaria. Otro modo de aplicación es sobre los insectos en vuelo. En este caso las gotas que transportan el insecticida pueden ser generadas por termonieblas o pulverizaciones a bajo o ultra bajo volumen (ULV) aplicadas con equipos de mano o vehículos de motor.

En cuanto a las vacunas, existen algunas disponibles para varias enfermedades arbovirales, entre ellas la vacuna para la fiebre amarilla, y para la encefalitis equina del oeste y venezolana para caballos. Existen algunos avances en pos de vacunas para dengue, y algunos estudios sobre vacunas para la malaria; uno de éstos está dirigido a bloquear la transmisión de la enfermedad mediante anticuerpos humanos que actúan contra las etapas del parásito que ocurren dentro del intestino medio del mosquito.

Entre los fármacos, existe un amplio espectro de antimaláricos utilizados para profilaxis y/o terapia. La más común es la cloroquina, aunque desarrolla resistencia en algunas poblaciones de *Plasmodium*. Por ello el redescubrimiento de la artemisinina, derivada de la planta *Artemisia annua*, utilizada durante mucho tiempo por la medicina tradicional china, permitió avances en el tratamiento de casos de malaria resistentes. La dietilcarbamazina, la ivermectina y el albendazol son fármacos que muestran eficacia en casos de filariasis linfática; reducen la microfilaremia pero no matan las formas adultas. Son también usados como profilaxis contra las infecciones por gusanos del corazón del perro.

Bibliografía complementaria

- Berón, C., Campos, R. E., Gleiser, R. M., Díaz Nieto, L. M., Salomón, O. D. y Schweigmann, N. (2016). *Investigaciones sobre mosquitos de Argentina*. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Campos, R. E. y Laurito, M. Culicidae (Diptera) species from Argentina and Uruguay. Recuperado de <https://biodar.unlp.edu.ar/culicidae/>
- Campos, R. E. y Maciá, A. (1998). Culicidae. En: J. J. Morrone y S. Coscarón (Eds.) *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos* (pp. 291-303). Buenos Aires: Sur.
- Cano, M. E., Marti, G. A., Balsalobre, A., Muttis, E., Bruno, E. A., Rossi, G. y Micieli, M. V. (2021). Database of *Sabethes* and *Haemagogus* (Diptera: Culicidae) in Argentina: sylvatic vectors of the Yellow Fever Virus. *Journal of medical entomology*, 58(4): 1672-1770.
- Darsie, R. F. y Mitchell, C. J. (1985). The mosquitoes of Argentina. Parts I and II. *Mosquito systematics*, 17, 153-362.
- Floore, T. G. (2007). Biorational control of mosquitoes. Bulletin N° 7, *Journal of the American Mosquito Control Association*, 23(2), suppl.

- Gaffigan, T. V., Wilkerson, R. C., Pecor, J. E., Stoffer, J. A. y Anderson, T. (2020). *Systematic catalog of Culicidae*. The Walter Reed Biosystematics Unit. Recuperado de <http://www.mosquitocatalog.org/>
- GIMA Grupos de Investigación sobre Mosquitos en Argentina. (2020). Recuperado de <https://mosquitosargentina.wordpress.com/>
- Harbach, R. E. (2012). *Culex pipiens*: species versus species complex—taxonomic history and perspective. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 28(4s), 10-23.
- Harbach, R. E. (2013). *Mosquito Taxonomic Inventory*. Recuperado de <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/>
- Micieli, M. V., Matachiero, A. C., Muttis, E., Fonseca, D. M., Aliota, M. T. y Kramer, L. D. (2013). Vector competence of Argentine mosquitoes (Diptera: Culicidae) for West Nile virus (Flaviviridae: Flavivirus). *Journal of Medical Entomology*, 50, 853-862.
- OPS (1995). *Dengue y dengue hemorrágico en las Américas: guías para su prevención y control*. Washington: Organización Panamericana de la Salud, Publicación Científica 548.
- Rossi, G. C. (2002). Anophelinae (Diptera: Culicidae): Actualización taxonómica y claves para hembras y larvas de 4to estadio de especies presentes en la República Argentina. En O. D. Salomón (Ed.) *Actualizaciones en artropodología sanitaria argentina* (pp. 115-126). Buenos Aires: Fundación Mundo Sano, Serie Enfermedades Transmisibles.
- Rossi, G. C. y Almirón, W. R. (2004). Clave ilustrada para la identificación de larvas de mosquitos de interés sanitario encontradas en criaderos artificiales en la Argentina. En O. D. Salomón (Ed.) *Artrópodos de interés médico en Argentina* (pp. 1-49). Buenos Aires: Fundación Mundo Sano, Publicación Monográfica 5, Serie Enfermedades transmisibles.
- Rossi, G. C., Mariluis, J. C., Schnack, J. A. y Spinelli, G. R. (2002). Dípteros vectores (Culicidae y Calliphoridae) de la provincia de Buenos Aires. *ProBiota*, 3, *Cobiobo*, 4, 1-45.
- Walter Reed Biosystematics Unit (WRBU) (2021). Recuperado de <https://www.wrbu.si.edu/>

CAPÍTULO 9

Tabanidae

Arnaldo Maciá y María V. Micieli



Adulto de Tabanidae. Foto: "GMAFN098-15 lateral - BOLD: ACZ0092 (Tabanidae sp.) collected in Argentina", bajo licencia Creative Commons BY-NC-SA 4.0. Recuperado de <https://www.gbif.org/occurrence/1415007100>

Introducción

Los "tábanos" se clasifican dentro del Orden Diptera, Suborden Brachycera, superfamilia Tabanoidea. Tabanidae es una familia muy diversa, con unas 4500 especies que ocupan todos los continentes excepto Antártida. Se distinguen por ser robustos, con ojos grandes frecuentemente de colores iridiscentes, con aparato bucal picador-suctor de seis estiletes y antenas aristas. En todas las especies la nerviación típicamente presenta las venas R4 y R5 formando un triángulo que contiene el ápice de las alas. Las larvas son hemicéfalas, depredadoras y semiacuáticas, o a veces acuáticas o terrestres. Las pupas son obtectas. En la vida adulta las hembras son hematófagas, constituyen una gran molestia para los vertebrados por su picadura dolorosa

cuando extraen la sangre, y también son capaces de transmitir patógenos al humano y los animales. Algunas especies son conocidas por su abundancia y por atacar con frecuencia al humano, como *Lepiselaga albitarsis*, la “viudita” en Argentina y *Scaptia lata*, el “colihuacho” en Chile; en inglés, a las especies del género *Tabanus* en general se las conoce como “horse flies” o “greenheads”, a las del género *Chrysops* como “deer flies”, y a las del género *Haematopota* como “clegs”.

Caracterización

Los tábanos se caracterizan en su estado adulto por ser insectos robustos, de entre seis y 30 mm, de colores generalmente oscuros, opacos, negros, grises, pardos a amarillentos. Los ojos compuestos destacan por su colorido, el cual conforma manchas o bandas brillantes o iridiscuentes, que se pierden con la muerte del insecto, pero que pueden recuperarse si se hidrata el ejemplar seco.

La cabeza es grande, holóptica en los machos; en las hembras los ojos están separados por la frente. El aparato bucal es fácilmente visible, y tiene palpos maxilares grandes, con el segundo segmento prominente. La proboscis exhibe diferente longitud según la alimentación, siendo más larga en las especies que obtienen exclusivamente néctar y más corta en las hematófagas. Las antenas son prorectas, aristadas, con el flagelo corto y anillado (cuatro a ocho anillos), siendo el primer anillo más ensanchado que los siguientes.

El tórax, al igual que el abdomen, carece de cerdas pero está cubierto de microtriquias. Es tan ancho como la parte anterior del abdomen; las alas son hialinas, manchadas o con bandas transversales oscuras. La nerviación es constante en la familia; es característica la bifurcación de una rama de la R para formar un triángulo que contiene el ápice del ala entre la R4 y la R5; existe una celda discal en el centro del ala. La escama alar es notable. Las patas son robustas, con un espolón apical en las tibias medianas, ausente en las anteriores y ausente o presente en las posteriores. El pretarso posee pulvilos y un empodio pulviliforme.

El abdomen, levemente comprimido dorsoventralmente, presenta siete segmentos visibles; la genitalia es poco conspicua en ambos sexos.

Las larvas son fusiformes, hemicéfalas, con 11 segmentos, sin apéndices pero con anillos en el abdomen provistos de propatas cuyo desarrollo varía según los hábitos: en especies terrestres son cortas, en acuáticas son largas y con ganchos, e intermedias en semiacuáticas. La cutícula tiene estriaciones longitudinales. El segmento anal posee un órgano vesicular, el **órgano de Graber**, de función desconocida, y un **sifón** respiratorio dorsal protractil.

En las pupas pueden distinguirse los tagmas; el abdomen tiene anillos de espinas y pelos y en su porción terminal posee tubérculos espiniformes, cada uno llamado **aster**.

Biología

Las larvas de Tabanidae son en su mayoría depredadoras de pequeños artrópodos y otros invertebrados; para atrapar las presas utilizan sus mandíbulas potentes de disposición vertical, mientras inyectan sustancias paralizantes. También tienen hábitos canibalísticos; por lo tanto siempre se encuentran en baja densidad en la naturaleza. Pasan por seis a 14 estadios y el número de intermudas varía incluso dentro de la misma especie. El estado larval puede durar de varios meses a un año o incluso más. Por esas razones es casi imposible la cría en el laboratorio. Se desconocen las larvas de una gran proporción de especies. Viven en suelos húmedos, barro, bajo hojarasca, huecos en la madera de árboles, márgenes de charcos y lagunas, o entre las hojas de vegetación flotante. En arrozales de Asia suelen “morder” los pies de las personas descalzas que trabajan en esos cultivos. Las larvas se desplazan gracias a las propatas y los ganchos de los segmentos abdominales. En la madurez se mueven hacia las zonas más secas del suelo, donde empupan. Las pupas obtectas tienen poco movimiento o ninguno, se desplazan solo hacia escasa distancia según sus requerimientos de humedad, buscando sitios más húmedos generalmente a una profundidad mayor cuando el terreno pierde contenido en agua. La duración de la pupa es de una a pocas semanas, al cabo de las cuales emerge el adulto a través de una fisura en el tegumento en forma de T a lo largo del dorso del tórax. La cópula ocurre generalmente en enjambres de machos (integrado por un número bajo si se compara con los enjambres de otras familias de dípteros) donde penetran las hembras vírgenes; la inseminación se completa sobre el sustrato (suelo o vegetación). Los machos se alimentan exclusivamente de sustancias azucaradas, mientras que las hembras lo hacen de esa fuente y de sangre, excepto en algunas especies autógenas en el primer ciclo gonadotrófico, y en los géneros *Pangonia* y *Scaptia*. Para lograr la hematofagia se guían por estímulos visuales (son insectos de hábitos diurnos en su mayoría) y son atraídas por objetos grandes en movimiento, por lo que viven en asociación con mamíferos ungulados principalmente, aunque también atacan al humano. El CO₂ actúa como otro estímulo importante para detectar un hospedador. No hay especificidad en cuanto a la elección del hospedador, aunque existe una preferencia por áreas del cuerpo de éste, que varía con las especies de tábano. Para picar clavan las mandíbulas y maxilas, que como son robustas y en forma de hoja, laceran el tegumento y provocan la formación de diminutos “charcos” de sangre (telmatofagia), la cual succionan a través del canal alimenticio mientras descargan saliva a través del canal salival. La alimentación con sangre permite el desarrollo de los ovarios y la oviposición. Los huevos son depositados en masas simétricas colocadas generalmente sobre vegetales; consisten en varias filas superpuestas que contienen varios centenares de huevos protegidos por secreciones que forman una capa impermeable. Eclosionan en cinco a siete días en condiciones óptimas (en verano).

Clasificación

La familia comprende tres subfamilias, todas presentes en Argentina, cuyos adultos se diferencian (entre otros caracteres) como sigue:

Subfam. Pangoninae: Con ocelos; proboscis más larga que la cabeza; antena con siete u ocho segmentos en el flagelo; tibias posteriores con espolón apical grande; alas transparentes u oscuras; tergito 9º no dividido en ambos sexos. Representantes: *Scaptia* spp.

Subfam. Chrysopsinae: Con ocelos; proboscis más corta que la cabeza; antena con cuatro o cinco segmentos en el flagelo; tibias posteriores con espolón apical pequeño; alas con mancha oscura en la región costal y en forma de banda transversal en la región media; tergito 9º dividido. Representantes: *Chrysops* spp.

Subfam. Tabaninae: Con ocelos vestigiales o ausentes; proboscis más corta que la cabeza; antena con cinco segmentos en el flagelo; tibias posteriores sin espolón apical; alas generalmente transparentes, a veces oscuras, con bandas o moteadas; tergito 9º dividido. Representantes: *Dasybasis* spp., *Lepiselaga* spp., *Tabanus* spp.

Importancia médica y veterinaria

Las picaduras de los tábanos son dolorosas y cuando las densidades de adultos son altas, pueden tener gran impacto en las actividades humanas realizadas al aire libre, en especial el turismo. Asimismo, el ganado, hospedador preferencial de muchas especies, sufre ataques que pueden redundar en estrés de los animales y en la producción animal disminuida. La expoliación por el aparato bucal es grande no solo por la laceración en sí por los estiletes, sino también porque los tábanos tardan un tiempo relativamente largo para llenarse a repleción y la ingesta de sangre es abundante e intermitente; suele haber goteo de sangre en el sitio de picada, que atrae a otros insectos que detectan exudaciones.

Además de los perjuicios originados por las picaduras, existen numerosos registros de virus y bacterias asociados a los tábanos pero que epidemiológicamente revisten una importancia menor que la que tienen otras vías de diseminación de esos patógenos. La acción de los vectores se relaciona con la forma de alimentación telmatófaga, que incrementa las posibilidades de contaminación de las piezas bucales, las cuales pueden acarrear restos de sangre no ingerida por el insecto. La dificultad de la cría de Tabanidae en condiciones artificiales dificulta también el conocimiento del rol de las especies en la transmisión de esos patógenos en la naturaleza. La transmisión de enfermedades por los tábanos es, por lo anterior, en muchos casos mecánica porque el patógeno no se desarrolla en el vector; asimismo cada patógeno puede ser transmitido por varias especies de tábanos, aunque sí se observa cierta asociación de los patógenos con géneros en particular.

Entre estas enfermedades transmitidas mecánicamente, las más importantes son la tularemia, ántrax, varias tripanosomiasis, la anemia infecciosa equina, y la anaplasmosis. Por

otro lado, solo se conoce una enfermedad transmitida biológicamente por tábanos al humano, la loiasis.

Tularemia: es una enfermedad cuyo agente patógeno es la bacteria *Francisella tularensis* que afecta principalmente conejos, liebres y otros roedores en algunos países del hemisferio norte; se trata por lo tanto de una zoonosis. En ocasiones provoca epizootias que conllevan un alto número de animales muertos. Posee otras vías de transmisión además de la picadura de tábanos (principalmente *Chrysops* spp.) y garrapatas: por aire (en forma de aerosoles) y agua contaminados, o cadáveres de animales o parte de éstos. Puede afectar al humano por la manipulación de liebres portadoras durante la caza deportiva, entrando a través de pequeñas lesiones en la piel. Los síntomas son, entre otros, fiebre, dolor muscular, debilidad, tos seca, diarrea, dolor de cabeza y escalofríos. El inóculo necesario para iniciar la enfermedad es de unas pocas decenas de células bacterianas; por ello y por la posibilidad de transmitirse por aire y agua se le adjudica el potencial de usarse como arma biológica. Los tábanos infectados atacan en el humano las partes expuestas de la piel y dejan en el sitio de la picadura una lesión ulcerosa. Puede provocar la muerte a menos que se trate con antibióticos.

Antrax: enfermedad de distribución mundial, que a veces se presenta enzoóticamente y afecta la fauna silvestre, al ganado y al humano. El agente patógeno es la bacteria *Bacillus anthracis*, que produce una toxina altamente virulenta y que esporula en presencia del oxígeno del aire; las esporas se acumulan en el suelo y son muy resistentes. Al igual que en la tularemia, la existencia de varias vías de transmisión de esta enfermedad hace que el papel de los tábanos sea menor en su epidemiología. Los tábanos actúan como “multiplicadores espaciales” del ántrax porque pueden diseminar los patógenos más allá del sitio donde existe una infección. También es mortal si no se trata; existe una vacuna eficiente.

Tripanosomiasis: El flagelado *Trypanosoma evansi* causa la **surra**, una enfermedad grave distribuida en América Central y del Sur, norte de África y Asia, que afecta gravemente a una amplia variedad de mamíferos silvestres y domesticados, y provoca la muerte casi en todos los casos si no es tratada. Uno de sus síntomas más notables es la parálisis de las patas posteriores; también se evidencia por pérdida de peso, edemas, debilitamiento, fiebre, anemia, y aborto, aunque los síntomas varían en intensidad según la especie afectada y la región donde ocurre. Típicamente es un mal de camélidos y equinos; pero también ataca cabras, cerdos, bóvidos, ovejas, perros, carpinchos (un reservorio natural en América del Sur), etc. El patógeno está estrechamente relacionado con *T. brucei* (ver Capítulo 10) con el que comparte algunas características, y difiere del mismo por la pérdida de genes requeridos para el desarrollo cíclico en el vector. Se han mencionado a los géneros *Tabanus*, *Haematopota* y *Chrysops* como transmisores de esta enfermedad. El **mal de las caderas**, otra enfermedad importante en veterinaria, presente en algunos países de América, incluida Argentina, es provocado por *T. equinum*; los vectores en nuestro país no se conocen suficientemente. Otras especies de *Trypanosoma* (*T. theileri*, *T. vivax*) pueden ser transmitidas por tábanos a la fauna silvestre o el ganado.

Anemia infecciosa equina: Es una enfermedad viral de los caballos, que son la única especie conocida que lo sufre y a su vez es el reservorio. Puede tener una alta prevalencia y muchos animales cursan la enfermedad siendo asintomáticos, pero todos los portadores son fuente de infección para otros individuos. Puede ser mortal en casos agudos. No existe vacuna; en Argentina existe una legislación que obliga a realizar pruebas serológicas en equinos para la detección del virus. La transmisión es mecánica a través de especies de *Tabanus* en nuestro país, que atacan preferentemente caballos, y otro vector también es *Stomoxys calcitrans*.

Anaplasmosis: La rickettsia *Anaplasma marginale* utiliza como vectores a tabánidos y algunas garrapatas para su transmisión, que es biológica en el caso de garrapatas y mecánica en el de los tabánidos. La distribución abarca América, África y Australia, con mayor incidencia en zonas tropicales. La sufren los rumiantes y puede ocasionar alta mortalidad. *Tabanus* spp. son los vectores incriminados en la transmisión mecánica de la anaplasmosis.

Loiasis: es la única enfermedad de transmisión biológica transmitida por tábanos al humano. La filaria *Loa loa* es endémica en África tropical aunque se registraron casos de viajeros que regresaron a su país luego de haber visitado zonas donde existe la enfermedad. *Loa loa* posee dos subespecies, una de la cuales afecta simios y otra, *L. loa loa*, humanos exclusivamente. Las especies vectoras pertenecen al género *Chrysops*: *C. silacea* y *C. dimidiata*. Son tábanos de hábitos diurnos que al succionar sangre de las personas infectadas con el nematodo, adquieren microfilarias a partir de la circulación periférica de la sangre. Las microfilarias alcanzan el cuerpo grasoso y los músculos torácicos del insecto, donde atraviesan dos mudas cuticulares, transformándose en L3, los estados infectivos del parásito, que luego se desplazan por la hemolinfa hasta invadir la cabeza y alojarse en la proboscis del tábano. Este ciclo de desarrollo en el vector tarda siete a 10 días. Cuando el vector adquiere una nueva comida sanguínea sobre otro hospedador sano, los estados infectivos salen del aparato bucal y penetran la piel por el punto donde fueron insertados los estiletes del tábano, para posteriormente invadir el tejido subcutáneo. Desde allí se desplazan activamente hacia otras partes del cuerpo y siguen creciendo hasta alcanzar el estado adulto luego de seis a ocho meses. Los adultos pueden alcanzar cuatro a siete cm de longitud en las hembras y tres a cuatro cm en los machos. Los movimientos provocan un síntoma de la enfermedad que permite visibilizarla, que es la hinchazón de nódulos linfáticos (o “**hinchazón Calabar**”) como resultado de la reacción inflamatoria contra la filaria. También es común detectar el parásito cuando se desplaza por debajo de la córnea del ojo, provocando dolor e irritación; este síntoma da al patógeno el nombre común **gusano del ojo**. Es posible la extracción quirúrgica del gusano sin consecuencias notables para la salud del enfermo. Los adultos de *L. loa* comienzan a producir microfilarias en forma vivípara. Las microfilarias se concentran en los pulmones durante la noche, y durante el día circulan en la sangre periférica, coincidiendo temporalmente con la actividad hematofágica diurna de las especies vectoras, las cuales al tomar sangre del hospedador, se infectan. *Chrysops silacea* y *C. dimidiata* exhiben marcada antropofilia. La enfermedad se detecta en el laboratorio a través de la observación de microfilarias en

muestras de sangre. El tratamiento consiste en terapia química con el antiparasitario dietilcarbamazina, que mata microfilarias y adultos; también puede aplicarse albendazol, a veces combinado con ivermectina, aunque este último fármaco no mata las filarias en estado adulto.

Otros patógenos que provocan enfermedades y cuya transmisión es de tipo biológica y está relacionada con los tábanos son el nematodo *Dirofilaria roemeri* (parásito de algunos marsupiales en Australia) y *Elaeophora schneideri* (el “gusano arterial” de animales domésticos y silvestres en América del Norte).

Control

Hasta el momento, todos los métodos de control de tábanos demostraron poseer efectividad limitada. Entre los factores que determinan ese potencial bajo para la reducción de las poblaciones, se pueden enumerar las densidades bajas que caracterizan la existencia de las larvas en el campo y que hace difícil localizarlas, la dificultad para estudiar la ecología de las especies, la diversidad de hábitats y hábitos de las mismas que impiden focalizar las intervenciones, y en el caso del estado adulto, la robustez, el poder de vuelo y la veloz reacción ante las defensas de los hospedadores ante las picaduras. Se ha implementado el control químico a través de insecticidas y repelentes, la captura masiva de adultos con trampas de diverso tipo, la modificación del hábitat larvario a través del manejo del agua, la remoción de sustratos de oviposición (eliminación de plantas que se detectaron como preferidas para la puesta de huevos), la colocación de barreras físicas (mallas confeccionadas con distintos materiales para impedir el acceso de las hembras al ganado), pero ninguna de estas técnicas tiene un uso extendido y su efectividad es mucho menor comparadas con las que se aplican a otros dípteros hematófagos. Tampoco el conocimiento de los enemigos naturales (hongos, bacterias, protozoos, mermítidos, himenópteros y dípteros parasitoides y otros insectos depredadores) redundó en la aplicación a gran escala de estos agentes para reducir o eliminar los tábanos.

Bibliografía complementaria

- Coscarón, S. (2002). Clave ilustrada de larvas y pupas de Tabanidae de Argentina [Diptera, Insecta]. En O. D. Salomón (Ed.), *Actualizaciones en artropodología sanitaria argentina* (pp. 115-126). Buenos Aires: Fundación Mundo Sano, Serie Enfermedades Transmisibles.
- Coscarón, S. (1998). Capítulo 33. Tabanidae En J. J. Morrone y S. Coscarón (Dir.) *Biodiversidad de artrópodos de Argentina* (pp. 84-103). La Plata: Ed. Sur.
- Foil, L. D. (1989). Tabanids as vectors of disease agents. *Parasitology today*, 5(3), 88-96.

CAPÍTULO 10

Muscomorpha: Acalyptrata, Familia Chloropidae Calyptrata, Superfamilias Muscoidea e Hippoboscoidea

Arnaldo Maciá, María V. Micieli y Luciano D. Patitucci



Stomoxys calcitrans. Foto: Luciano D. Patitucci

Introducción

Dentro del Orden Diptera, Suborden Brachycera (moscas con antenas cortas), se ubica el clado Cyclorrhapha o Muscomorpha, un grupo de enorme diversidad y con muchas especies de importancia sanitaria (Tabla 1). Se caracterizan, entre otras particularidades, porque al emerger, los adultos salen del pupario por el extremo anterior a través de una abertura circular que rompen con el **ptilinum**, una bolsa que se despliega por la presión hidrostática de la hemolinfa para abrir la cutícula que forma el pupario y para atravesar las capas del sustrato donde se desarrollaron los estados preimaginales. Los Cyclorrhapha, a su vez comprenden el Infraorden Aschiza (sin sutura ptilinal) y el Infraorden Schizophora (con sutura ptilinal). Las especies de Aschiza no revisten gran importancia médica o veterinaria y son excluidos de este libro. Los Schizophora, por su parte, se dividen en Acalyptrata y Calyptrata, según la ausencia o presencia, respectivamente, de la caliptra, un lóbulo grande adicional a las alas y que cubre el halterio y cuyas especies también presentan un surco antenal.

La clasificación mencionada no está completamente consensuada entre los especialistas en dípteros, y es frecuente encontrar conflictos en cuanto al rango que adjudican los autores a las diferentes categorías, en especial en las últimas décadas, en las que se ha avanzado significativamente en el conocimiento de la filogenia por los aportes de la biología molecular.

Tabla 1. Parte de la clasificación del orden Diptera. Solo se incluyen las superfamilias y familias consideradas para este capítulo.

Orden	Suborden	Infraorden, Clado, Grupo o Sección		Superfamilia	Familia	Subfamilia	
Diptera	Nematocera	(incluye las familias estudiadas en los capítulos 5, 6, 7 y 8)					
	Brachycera	Orthorrhapha	(incluye la familia estudiada en el capítulo 9)				
		Ciclorrhapta = Muscomorpha	Aschiza	(incluye familias sin importancia médica o veterinaria)			
			Schizophora	Acalyptrata	Carnoidea	Chloropidae	
				Calyptrata	Muscoidea	Muscidae	Muscinae
							Stomoxiinae
						Fanniidae	
	Hippoboscoidea	Hippoboscidae Glossinidae Nycteribiidae Streblidae					

Este capítulo se refiere a los ciclorrafos de importancia médica y veterinaria, y abarca las moscas “de los ojos” (familia Chloropidae), las moscas con hábitos sinantrópicos (familias Muscidae y Fanniidae), las moscas hematófagas (subfamilia Stomoxiinae de la familia Muscidae y familia Glossinidae) y un grupo relativamente pequeño de otras familias de ectoparásitos de mamíferos (familias Hippoboscidae, Nycteribiidae y Streblidae).

Caracterización

La anatomía externa que se describe a continuación corresponde a la de los Muscoidea; en los Hippoboscoidea, aquella se ve profundamente afectada por la transformación dada principalmente por el achatamiento dorso-ventral del cuerpo como consecuencia de la adaptación al ectoparasitismo; por lo tanto la morfología difiere sustancialmente.

Los adultos de Muscoidea son insectos robustos, con alas que sobrepasan el abdomen. La cabeza es grande, globosa, muy móvil. Los ojos compuestos son muy grandes y abarcan gran parte de la cápsula cefálica; los machos suelen ser holópticos y las hembras diópticas. En general hay tres ocelos. En la parte anterior presentan la **sutura ptilinal**, un surco en forma de U invertida rodeando la base las antenas y que resulta de la retracción del ptilinum; detrás del mismo está la **lúnula**, un esclerito pequeño en forma de medialuna en el vértice de la sutura ptilinal. Las antenas son cortas, trisegmentadas, con el escapo cilíndrico y breve, pedicelo aplanado y con un **surco antenal** y el flagelo (o postpedicelo) que es donde se aloja la **arista** en forma de seta desnuda o pilosa, en este caso con prolongaciones filiformes dorsales (pectinada) o dorsales y ventrales (plumosa). El aparato bucal es en esponja o picador, con palpos colgantes. A los lados de la proboscis existen **vibrisas orales**.

El tórax, en vista dorsal, está formado por el escudo, con una **sutura transversa** notable, y el escutelo, una placa más pequeña posterior. Frecuentemente se observan franjas oscuras o claras longitudinales llamadas **vittas**. Lateralmente se observan escleritos que integran la región pleural, cuya forma, disposición y quetotaxia son importantes para la taxonomía. El **meron**, esclerito que contacta en su borde inferior con las coxas 2 y 3, es desnudo. Las alas son membranosas, con un lóbulo basal en el margen posterior, el **álula**, y dos **escamas** membranosas, o **calípteres**; el inferior es más grande y cubre al halterio. Las patas son cursoriales y el pretarso está formado por dos uñas y dos pulvilos. Con respecto a la nerviación alar, lo más destacable es la vena anal 1 que desaparece antes de alcanzar el margen posterior del ala.

En el abdomen solo son visibles cinco segmentos, ya que el primero está fusionado con el 2° y del 6° al 12° integran los segmentos genitales. En el macho existe una rotación permanente de 180° de la genitalia, que se evidencia externamente en la posición del ano, dorsal respecto a los cercos, y en la hembra un ovipositor telescópico retraído.

Los huevos presentan una estructura simple, en la cual se destaca una prolongación aplanada que permite la respiración del embrión en especies que oviponen en sustratos húmedos. Hay dos pliegues longitudinales que facilitan la eclosión.

Las larvas son acéfalas, ápodas, blanquecinas, de tegumento blando, con el extremo anterior agudo y el posterior truncado. La cápsula cefálica está reducida de tal manera que solo persiste un aparato bucal integrado por el **esqueleto cefalofaríngeo**, un conjunto de piezas quitinosas en forma de H cuyo extremo anterior se proyecta externamente en los **ganchos bucales**, dos dientes de movimiento vertical y retráctiles. Las otras piezas que lo integran son los **escleritos dentales, accesorios y faríngeales**; en la parte inferior de los últimos existe un aparato filtrador

en los grupos de alimentación saprófaga. Hay un par de antenas pequeñas y papiliformes. El cuerpo está formado por 11 segmentos y puede poseer espinas o pequeñas protuberancias carnosas que ayudan en la locomoción, agrupadas en áreas o círculos en algunos o todos los segmentos. Las larvas son metapnéusticas en el estadio 1º y anfipnéusticas en los estadios 2º y 3º. Los espiráculos protorácicos (ausentes en el estadio larval 1º) están sobre una estructura flabeliforme con cinco a siete aberturas, y los terminales, en el último segmento abdominal, donde cada uno es una placa plana en forma de D con una única abertura circular en el estadio 1º, a la que se añaden tres de forma alargada y sinuosa en la larva madura; el borde del aparato espiracular se denomina **peritrema**. La forma y disposición de los aparatos espiraculares es de gran importancia para la identificación de especies.

Las larvas de Fanniidae se apartan del patrón morfológico descrito porque poseen prolongaciones laterales y dorsales en cada segmento, que permiten diferenciarlas de las de otras familias.

Las pupas están envueltas en la última exuvia larval, que se endurece y adquiere forma de barril (**pupario**). En su interior y separado del pupario por un espacio resultante de la apólisis, se encuentra la pupa verdadera que por lo tanto se clasifica como **obtecta**. En el pupario se conservan los aparatos espiraculares y el esqueleto cefalofaríngeo del estadio larval 3º, por lo cual se puede determinar la especie a que pertenece aún después de emergido el adulto.

Biología

Los huevos son colocados en gran número, dispersos, en la superficie de materia orgánica húmeda, basura, desechos en descomposición o excrementos, de modo que las larvas se encuentran asociadas a un ambiente siempre rico en nutrientes y con alto contenido de humedad. Las larvas se desarrollan rápidamente (tres a siete días en condiciones óptimas: 27 a 32°C y 70% o más de HR); pasan por tres estadios y el desarrollo es continuo (sin diapausa) en la mayoría de las especies. Son voraces y se nutren en forma saprófaga, coprófaga, necrófaga, depredan pequeños invertebrados (*Muscina* spp.) en forma facultativa o invaden los tejidos vivos, generalmente a partir de heridas en la piel de los animales y generando en tal caso miasis accidentales; excepcionalmente pueden ser parásitas subcutáneas (*Philornis* spp.). Emplean los ganchos bucales para arrancar fragmentos de sustancias que son su alimento, y cavan hasta profundizar en su comida, respirando a través de los espiráculos posteriores. Las larvas maduras dejan de alimentarse, vacían el contenido del tubo digestivo, se hacen inactivas (proceso llamado **pupariación**) y empupan en el suelo o en el mismo sustrato donde se hallaban los huevos y las larvas; la duración de la pupa es de dos o tres días. El adulto emerge inflando el ptilinum, que rompe la pared del pupario, y se retrae al interior de la cabeza en pocas horas por acción muscular. Machos y hembras son buenos voladores y pueden dispersarse a grandes distancias (>30 km). Frecuentan sustancias azucaradas, en fermentación y en

descomposición, que detectan con los órganos sensoriales concentrados en las antenas, palpos y pretarsos, además de poseer buena visión. La presencia de numerosos pelos y setas hace que los microorganismos, muchos de ellos patógenos, presentes en el entorno se adhieran fácilmente al cuerpo, principalmente a las patas y al aparato bucal. Cuando se alimentan, los adultos aplican la labela del aparato bucal mientras expulsan saliva para disolver los azúcares que son su fuente principal de nutrientes; luego absorben los líquidos y material finamente particulado, que entran a la boca a posteriori de ser filtrados por las pseudotráqueas. Simultáneamente suelen regurgitar parte del alimento y defecar; como consecuencia, contaminan las superficies donde se posan. Los ambientes antrópicos son favorables para el desarrollo de los muscoideos porque ofrecen recursos abundantes para la alimentación y oviposición: residuos de comida, restos de vegetales, excrementos humanos, líquidos desechados de industrias, criaderos de animales, etc. Algunas especies son muy selectivas y solo depositan los huevos sobre bosta de ganado. Hay especies adaptadas a la alimentación hematófaga obligatoria (*Stomoxys* spp. y *Haematobia* spp.) y sus aparatos bucales poseen modificaciones acordes a la dieta, por lo cual son del tipo picador-suctor.

La cópula se realiza en varias formas, pero en general existen dos maneras principales. En muchas especies el macho, posado sobre algún soporte, intercepta una hembra en vuelo para copular, terminando la inseminación cuando ambos individuos descienden sobre algún sustrato. En la familia Fanniidae el comportamiento implica la formación de un enjambre formado por machos, en el cual se introducen las hembras, y una vez unidos los sexos caen a tierra para finalizar el proceso. Usualmente la hembra copula una sola vez y almacena el esperma en cantidad suficiente para fecundar todos los ovocitos que producirá. La mayoría de las especies son ovíparas, en algunos casos larvíparas. Las moscas de importancia médica y veterinaria son multivoltinas y la existencia de múltiples generaciones por año y con superposición de estados se relaciona con los entornos favorables que crea el hombre, que les provee refugio, alimento, humedad y temperatura adecuados todo el año.

Especies de importancia médica y veterinaria en Argentina

Acalyptrata, Superfamilia Carnoidea, familia Chloropidae

Varias especies de esta familia tienen importancia médica y veterinaria porque los adultos succionan secreciones de la piel de vertebrados, tales como lágrimas, sudor, suero que mana de llagas, etc. Son llamadas “moscas de los ojos”. Los géneros presentes en nuestro país son *Hippelates* y *Liohippelates*, éste último de menor importancia. Las larvas son fitófagas; son frecuentes en las acumulaciones en el suelo de restos vegetales en descomposición que son producto del cultivo de plantas. En los adultos, el aparato bucal en esponja posee pequeñas espinas en los canales de las pseudotráqueas de la labela, y cuando se alimentan producen irritación en la conjuntiva, generando así mayor flujo a partir de los lacrimales y

atrayendo más moscas. También son atraídas por la sangre, aunque no pueden picar. Además de provocar molestia constante, son portadoras de varios patógenos, entre los cuales se cuentan los que provocan **conjuntivitis**, **pián** y **mastitis bovina**. Todas son enfermedades bacterianas que se asocian a la presencia de *Hippelates* a juzgar por la correlación entre su incidencia y la abundancia de las moscas de los ojos. La transmisión es mecánica. El pián es una antroponosis generada por *Treponema pallidum pertenue*, una bacteria que provoca una enfermedad infecciosa crónica y desfigurante, que afecta la piel, los huesos y los cartílagos sobre todo en comunidades humanas empobrecidas de zonas tropicales de Sudamérica, Asia, África y el Pacífico; también se transmite de persona a persona; aparece con más frecuencia entre niños y menores de 15 años.

Calyptrata, Superfamilia Muscoidea

Calyptrata, Superfamilia Muscoidea, Familia Muscidae, Subfamilia Muscinae

Musca domestica es la “mosca doméstica”, especie de hábitos eusinantrópicos, originada en la región Afrotropical y Oriental, ha acompañado al hombre y a los animales domésticos en sus desplazamientos hasta colonizar todos los continentes excepto Antártida. Sus larvas viven en sustratos con abundante materia orgánica y humedad elevada; en ambientes antrópicos se desarrollan sobre cúmulos de basura, desechos de comida y excrementos. Los adultos vuelan tanto fuera como dentro de los domicilios, y donde existe ganado, aves de corral o mascotas, así como los ambientes que ocupan habitualmente. Cuando *M. domestica* se presenta en gran número resulta una molestia, aunque su rol como transmisora es menor en cuanto a la salud pública. Sin embargo, los microorganismos patógenos presentes en las patas, el aparato bucal, y los excrementos y vómitos que dejan constantemente en las superficies contaminan los alimentos y el agua que consumen los humanos y así se diseminan numerosas enfermedades, principalmente entéricas, muchas de ellas mortales si no son tratadas. Este tipo de transmisión se conoce como mecánica (sin amplificación). Más de 100 patógenos han sido relacionados con *M. domestica*; los estudios donde se incrimina al insecto se realizaron principalmente sobre la base de aislamientos y métodos de cultivo estándar en laboratorio y PCR. La transmisión de agentes patogénicos por el mismo mecanismo también es realizada por otros ciclorrafos, y es de menor magnitud que la que se produce de persona a persona o por alimentos o agua contaminados. Entre los numerosos patógenos que vehiculizan las moscas domésticas se pueden mencionar bacterias como *Shigella* (shigelosis o disentería bacilar), *Escherichia coli* (intoxicaciones alimentarias, diarrea infantil, síndrome urémico hemolítico), *Vibrio cholerae* (cólera), *Salmonella* spp. (salmonelosis no tifoidea), *Bacillus anthracis* (ántrax); protistas como *Entamoeba histolytica* (disentería amebiana o amebiasis humana), *Giardia lamblia* (giardiasis o diarrea del viajero); nematodos

como *Ascaris lumbricoides* (ascariasis humana), *Ancylostoma duodenale* (anquilostomiasis humana), *Trichiurus trichiura* (tricuriasis humana), *Strongyloides stercoralis* (estrongiloidiasis humana), *Habronema muscae* (habronemiasis de los caballos); y algunos virus y cestodes.

Muscina stabulans, la “falsa mosca de los establos” tiene una bionomía similar a la mosca doméstica; las larvas son comunes en letrinas, acumulaciones de estiércol, residuos húmedos, etc. Los adultos son mayormente exofílicos y las hembras se posan para alimentarse y oviponer también en frutas, por lo que suelen verse sobrevolando en puestos que ofrecen esa mercadería. Su importancia médica, como en el caso anterior, radica en la contaminación de alimentos que sigue a la transmisión mecánica de patógenos.

Calypttrata, Superfamilia Muscoidea, Familia Muscidae, Subfamilia Stomoxinae

Stomoxys calcitrans y *Haematobia irritans* son las únicas especies, de ambos géneros, hematofagas en el país. Se distribuían en Europa, Asia y África pero actualmente son cosmopolitas por haber sido introducidas en América y Australia durante la colonización de esas partes del globo. Poseen gran importancia veterinaria por perjudicar al ganado y ocasionar un impacto económico significativo.

La “mosca de los establos”, *S. calcitrans*, es vulgarmente llamada así porque habitualmente prolifera en los lugares cubiertos donde se encierra el ganado; también es conocida como “mosca brava”. Los huevos son depositados en materiales vegetales en fermentación (pasto cortado, heno, granos acumulados en silos) en especial cuando están mezclados con orina y heces de animales, en grupos que en conjunto pueden llegar a 150. En condiciones óptimas (25 a 30°C) eclosionan en un día; las larvas se desarrollan en siete a ocho días; la pupariación más el estado de pupa abarcan siete a 10 días; el ciclo hasta adulto comprende unos 20 días.

Tanto machos como hembras se alimentan de sangre de vertebrados, pero aquellos más grandes y más dóciles, como el ganado bovino, sufren más ataques. Las hembras requieren varias comidas sanguíneas en el primer ciclo gonadotrófico; se alimentan varias veces por día por períodos cortos (menos de cinco minutos); en vacas, las zonas preferidas son las patas delanteras, el área ventral y los flancos; en perros, las orejas. Si no hay otra oferta de sangre, rápidamente pican al humano. El aparato bucal provoca dolor al ser clavado en la piel, por lo que las defensas de comportamiento del hospedador obligan al insecto a interrumpir la succión antes de llegar a completar la comida e intentan obtener sangre de varios individuos, lo que aumenta el riesgo de transmisión de patógenos.

El daño directo por alimentación con sangre es de menor magnitud con respecto al estrés que inducen en los animales de rodeos. Hay disminución del tiempo que dedican éstos al pastoreo y consecuentemente menor ganancia de peso, y un gran gasto de energía en comportamientos de defensa (patear en el suelo, mover la cabeza y la cola, agruparse). Esta situación se hace más grave ante altas densidades de población de las moscas, en primavera y otoño, y en puntos

donde se congrega el ganado, como bebederos, comederos, “feedlot”, etc. El impacto económico es alto por disminución de la producción. Se calcula que el umbral de daño es de cinco individuos por hospedador en el ganado bovino.

Se han citado como patógenos transmitidos mecánicamente, el virus de la **anemia infecciosa equina** y la **leucosis bovina**; potencialmente pueden transmitir el bacilo del **carbunclo** o **ántrax** pero con menor capacidad que los tábanos. Como vector, la mosca de los establos es de importancia relativamente baja.

Haematobia irritans es conocida como la “mosca de los cuernos” por su marcada preferencia por los vacunos. El comportamiento y ecología son similares a los de *S. calcitrans*, pero hay diferencias notables que se enuncian a continuación. Se alimenta sobre todo en la cabeza (entre los cuernos) y el lomo del hospedador, también en los cuartos traseros y otras partes del cuerpo en días cálidos. Pasa todo el tiempo sobre los animales de los que extrae sangre, incluso durante la noche, excepto durante la oviposición. Las larvas se crían en materia fecal fresca exclusivamente, la cual detectan dentro de minutos después de la deposición. La mosca de los cuernos fue registrada por primera vez en Argentina en 1991. El umbral de daño es muy superior al causado por la mosca de los establos y varía según la geografía y la estacionalidad. Los perjuicios mayores se relacionan con irritación y molestia permanente al ganado, que como consecuencia no alcanza el máximo potencial de producción de carne y leche, y por el daño que producen en el cuero las picaduras. En otros países actúa como vector de una filaria en vacas que produce dermatitis granular. *Haematobia irritans* no tiene importancia médica.

Calypttrata, Superfamilia Muscoidea, Familia Fanniidae

Fannia canicularis, la “mosca doméstica menor” o “mosca doméstica pequeña” es otra especie muscoidea que amplió su distribución a todos los continentes gracias al transporte pasivo por las rutas comerciales. Es marcadamente sinantrópica e ingresa en las viviendas humanas y en edificios, provocando molestias a los habitantes, especialmente cuando prevalecen malas condiciones de higiene en esas edificaciones. Pueden adquirir y transportar patógenos a partir de los criaderos de larvas, que típicamente son letrinas y basureros; pero los adultos frecuentan menos la comida humana que la mosca doméstica. Sin embargo, cuando son abundantes resultan un grave inconveniente en plantas procesadoras de alimento por el peligro de contaminación de productos. Las larvas de la familia se diferencian por poseer prolongaciones laterales en los segmentos; son propensas a criar en sustancias semilíquidas. Ocasionan miasis accidentales. Otras especies de la familia con importancia sanitaria similar son *F. fusconotata* y *F. scalaris*.

Calyptrata, Superfamilia Hippoboscoidea

Calyptrata, Superfamilia Hippoboscoidea, Familia Hippoboscidae

Todos los miembros de la superfamilia son dípteros hematófagos ectoparásitos de aves y mamíferos. El grupo es monofilético y sus miembros comparten la característica de que las larvas se desarrollan en el tracto genital de la hembra por viviparidad adenotrófica y solo son expulsadas para empupar (son “pupíparos”). También tienen en común la presencia de un aparato bucal picador-suctor en el cual los palpos maxilares forman una vaina que cubre las otras piezas.

Las especies de Hippoboscidae parasitan mayoritariamente mamíferos bóvidos y cérvidos, y un porcentaje menor parasitan aves; no se han registrado Hippoboscidae sobre aves domésticas excepto en el caso de la paloma doméstica. Su distribución es mundial pero la diversidad es mayor en la zona tropical de Asia y África. La biodiversidad de la familia alcanza unas 200 especies a nivel mundial. La reducción y atrofia de partes del cuerpo como resultado de la adaptación al ectoparasitismo les dan aspecto de piojos, con el cuerpo achatado y el aparato bucal con marcado prognatismo, antenas cortas en bolsillos del tegumento, ojos compuestos bien desarrollados en especies aladas, y reducidos y con pocas omatidias en las ápteras. Dentro de la familia hay un rango en cuanto al desarrollo de las alas que va desde especies con alas bien desarrolladas que se mantienen en toda la vida del adulto, especies con alas dehiscentes que se desprenden cuando el insecto se fija al hospedador, especies subápteras y especies ápteras que incluso tienen los halterios atrofiados. No transmiten patógenos.

Pseudolynchia canariensis es la “mosca de las palomas”, que vive entre las plumas de la paloma doméstica, *Columba livia*. También se encuentra alrededor o dentro de los nidos, succionando sangre de los pichones.

Melophagus ovinus, el “piojo de la oveja” o “sheepked” es un ejemplo de especie áptera, exclusivamente parásita de la oveja. Ambos sexos son hematófagos obligados. Las hembras copulan en el mismo día de la emergencia, pero tarda seis a siete días en desarrollar un único huevo en el ovario y otros siete días para que la larva complete su desarrollo en el útero (oviducto modificado), nutriéndose del producto de glándulas accesorias o “glándulas de la leche” que desembocan en el útero. La hembra luego deposita la larva madura (pre-pupa) que en pocas horas se transforma en un pupario, conteniendo la pupa, adherido a los pelos de la oveja. La duración de la pupa es dependiente de la temperatura; si bien el pupario se fija cerca de la piel, a medida que crece el pelo se va alejando de ésta y queda expuesto a temperaturas menores, por lo que el desarrollo del estado se hace más lento (unas tres semanas). La hematofagia no produce un gran daño a menos que la infestación sea muy grande, en cuyo caso pueden generar anemia; las heces de los adultos de *M. ovinus* manchan la lana y reducen su calidad.

Calyptrata, Superfamilia Hippoboscoidea, Familia Glossinidae

A pesar de no existir en nuestro país, la gran importancia médica y económica de este grupo de moscas justifica su inclusión en este capítulo. La familia contiene un único género, *Glossina*, que está presente solo en África tropical. Comprende las “moscas tsetse”, vectores de *Trypanosoma brucei*, patógeno de la **tripanosomiasis humana africana** o “enfermedad del sueño”, que afectaba decenas de miles de personas al año en el pasado. Sin tratamiento la enfermedad es mortal y no existe vacuna; sin embargo, un esfuerzo conjunto de la Organización Mundial de la Salud y los gobiernos ha disminuido significativamente la incidencia de los casos a lo largo de los últimos 20 años, de manera que se cree posible una reducción importante en su número. Actualmente, el 70% de los casos de la enfermedad del sueño se concentran en la República Democrática del Congo. Las moscas tsetse también transmiten “**nagana**”, una tripanosomiasis del ganado que prácticamente impide la producción animal si no hay uso regular de fármacos de uso veterinario, deprimiendo la actividad económica e impidiendo el crecimiento de un gran número de países y que por lo tanto se relaciona con la pobreza y las hambrunas.

Son moscas de seis a 14 mm, que se distinguen a simple vista por el aparato bucal en forma de proboscis que mantienen recto hacia adelante cuando no se están alimentando, y las alas que pliegan como una tijera sobre el dorso y sobrepasan apenas el largo del abdomen. En la cabeza se distinguen los ojos compuestos, grandes, marrones o rojizos; ambos sexos son diópticos. Las antenas aristadas tienen como característica que la arista pectinada, dorsal, posee pelos finamente ramificados. El aparato bucal posee la misma anatomía que el tipo estomóxido, pero se diferencia en que la base de la proboscis es bulbosa y los palpos son más largos, tanto como el fascículo de estiletes. El tórax tiene el mismo ancho que la cabeza a nivel de los ojos y que el abdomen en su parte anterior. Las alas son hialinas o levemente translúcidas y poseen una celda discal distintiva en forma de hacha. Los machos se diferencian de las hembras porque en el extremo abdominal, ventralmente, presentan el hipopigio en forma de botón redondeado, ausente en las hembras. Con respecto a la anatomía interna, lo más destacable es la presencia de un **útero** o cámara resultante de la dilatación del oviducto común, capaz de alojar una larva a lo largo del período de desarrollo de sus tres intermudas; aquella se alimenta del producto de las **glándulas de la leche**, que está compuesto primariamente de ácidos grasos al principio y proteínas más tardíamente.

Existen 23 especies de *Glossina*, agrupadas en subgéneros que se corresponden con “grupos” designados en base al epíteto específico del taxón más importante del grupo, y que a su vez se corresponden con una ecología y distribución particulares. El grupo *fuscus* prefiere hábitat de bosques lluviosos, interior de selvas y pantanos y ocupa el centro y oeste de África; el grupo *palpalis* tiene una distribución geográfica superpuesta con el grupo anterior pero ocurre en la vegetación cercana al curso de los ríos y en los márgenes de lagos; el grupo *morsitans* (excepto una especie) es característico de sabanas y matorrales del centro y sudeste del continente.

Machos y hembras son hematófagos obligados de un amplio rango de mamíferos. Si bien cada especie exhibe cierta preferencia por algunos hospedadores en particular, atacan diversas especies de animales en los entornos que frecuenta cada grupo (*fusca*, *morsitans* y *palpalis*). El humano es poco atractivo para estas moscas, pero no es despreciado por individuos hambrientos. Son de hábitos diurnos y la densidad de sus poblaciones son bajas. Las hembras pueden copular un día después de la emergencia y los machos necesitan algunas comidas sanguíneas antes de ser fértiles. El primer ciclo gonadotrófico ocurre nueve días después del apareamiento. La eclosión del huevo ocurre en el útero de la madre cuatro días después de ser fertilizado. El desarrollo de la larva tarda nueve días, al cabo de los cuales una larva de 3^{er} estadio es depositada en el suelo, donde se entierra unos pocos centímetros y forma el pupario. La emergencia ocurre 30 días después, cuando el adulto se abre camino hasta la superficie con el ptilinum. El imago teneral tarda nueve días más en desarrollar completamente los músculos torácicos pero es capaz de tomar algunas comidas sanguíneas. Nunca necesitan obtener líquidos azucarados ni agua, a diferencia de otros dípteros, lo cual les permite alcanzar zonas áridas si hay una fuente de sangre.

La **tripanosomiasis humana africana** (THA) asume dos formas clínicas, provocadas por dos subespecies de un mismo patógeno: la THA del Oeste, causada por *Trypanosoma brucei gambiense* en África Occidental y Central, y la THA del Este, causada por *Trypanosoma brucei rhodesiense* en África Oriental. Los síntomas de la THA del Oeste son crónicos y comienzan después de un período muy variable de incubación (días a meses) y abarcan un síndrome febril, dolor y debilidad generales y linfadenopatía; en una etapa posterior los tripanosomas alcanzan el sistema nervioso central y el cuadro se agrava con disturbios neurológicos, que incluyen múltiples alteraciones del comportamiento tales como insomnio durante la noche y excesivo sueño durante el día (por lo cual se le llama “enfermedad del sueño”), hasta que sobreviene la muerte si no hay tratamiento. En cambio la THA del Este tiene un comienzo agudo y casi no afecta el sistema linfático sino que compromete al sistema circulatorio (anemia, coagulación intravascular, falla renal), luego seguido de daño del cerebro cuando los parásitos alcanzan las arterias de este órgano, generando convulsiones, coma y muerte.

Las dos subespecies de *T. brucei* cumplen un ciclo donde hay multiplicación del parásito en el mesenterón del vector y una transformación en distintas formas: procíclicas, tripomastigotas, epimastigotas y metatripanosomas; esta última forma se multiplica en las glándulas salivales y es la forma infectante. Por lo tanto se trata de un patógeno ciclopropagativo.

La THA del Oeste y del Este tienen distintas especies de *Glossina* como vectores y poseen también diferente epidemiología. La THA del Oeste es una antroponosis porque no hay reservorios animales; en cambio el ciclo de transmisión de la THA del Este implica animales domésticos y salvajes como reservorios naturales y los humanos son hospedadores incidentales. Actualmente la THA del Este representa un porcentaje mínimo del total de casos de tripanosomiasis humana. El tratamiento se basa en el uso de terapia farmacológica y cura completamente los pacientes, eliminando totalmente los parásitos del cuerpo.

La **nagana** es una zoonosis que afecta una gran diversidad de animales silvestres (jabalíes, hienas, leones, elefantes, jirafas, antílopes, camellos, etc.) y al ganado (cerdos, caballos, vacas, ovejas, etc). Es una enfermedad crónica caracterizada por debilidad, fiebre, diarrea, pérdida de masa muscular, crecimiento disminuido y deterioro de casi todos los órganos. Provoca la muerte; la carne de los animales afectados no puede consumirse, ni las heces pueden emplearse como abono. Los patógenos son varias especies de *Trypanosoma* (*T. brucei*, *T. suis*, *T. congolense*, *T. simiae*, *T. uniforme* y *T. vivax*).

Calyptrata, Superfamilia Hippoboscoidea, Familia Strebliidae

Son ectoparásitos obligados de murciélagos; su aspecto general recuerda una pequeña araña. La familia es cosmopolita y presentan mayor diversidad en áreas tropicales y subtropicales. La anatomía externa refleja los hábitos de la vida parasítica: cuerpo achatado, cabeza inconspicua, antenas y ojos reducidos, patas largas y con uñas fuertes, y ctenidios fuertes en varias partes de la cutícula. Existen especies macrópteras, braquípteras y ápteras; otras pierden las alas cuando se suben al hospedador. Suelen encontrarse en la membrana de las alas pero al ser muy móviles pueden alcanzar cualquier parte del cuerpo del murciélago. Las hembras vivíparas depositan la pupa generalmente en el sustrato (casi siempre paredes de cuevas y refugios de los murciélagos) cerca de la colonia de hospedadores; los adultos buscan activamente uno de ellos valiéndose del vuelo o caminando. Se conoce un género de Asia cuya hembra es neosómica, que penetra en la dermis del hospedador, para lo cual se desprende de las alas y patas. En Argentina se han listado 16 especies.

Calyptrata, Superfamilia Hippoboscoidea, Familia Nycteribiidae

Son exclusivos ectoparásitos de Chiroptera. En esta familia las transformaciones debidas al ectoparasitismo son aún más pronunciadas que en los Strebliidae. Carecen de alas pero conservan los halterios. Las patas parecen insertarse dorsalmente y son muy largas, lo que les da el aspecto de arácnido. La biología es similar a la de Strebliidae; las hembras larviponen en las paredes de las cuevas habitadas por murciélagos. Las siete especies citadas para nuestro país pertenecen al género *Basilia*.

Control

Existen varias formas de encarar el problema de la proliferación de moscas cuando su abundancia es elevada y se constituyen como un problema sanitario, económico y de confort. El control se hace primordialmente en explotaciones del agro como tambos y gallineros, donde

hay una concentración de heces que atraen distintas especies de muscomorfos, y que constituyen la fuente de insectos adultos que luego pueden desplazarse hacia áreas urbanizadas, dado el alto potencial de vuelo que poseen. En líneas generales, se emplean tres estrategias: eliminación de sitios de cría de estados inmaduros, control de adultos y prevención de la invasión de los ambientes habitados por las personas. La eliminación de sitios de cría intenta disminuir la cantidad y el volumen de los microambientes aptos para el desarrollo de las larvas, en primer término empleando métodos de control ambiental. El mismo consiste en una diversidad de técnicas de gestión del estiércol (remoción, secado, lavado con grandes cantidades de agua, compactación, esparcimiento al aire libre en forma de capas finas, uso de cubiertas de plástico, etc.), y de uso de larvicidas en forma de aplicaciones directas sobre el material que sirve de alimento a las larvas y sustrato de oviposición, rociado dentro de las instalaciones con productos con acción residual, y empleo de químicos integrados al alimento balanceado del ganado, que luego será eliminado en el estiércol. El control de adultos de moscas puede hacerse a través de uso de trampas a las que se agregan cebos (feromonas y azúcares) y adulticidas (ciflutrina, lambdacialotrina, deltametrina, cialotrina, etc.). También es común el uso de insecticidas de aplicación tópica sobre los animales, o en forma de baños, o pintando con ellos las áreas más conflictivas de las instalaciones, que se detectan a través de la acumulación de "puntos negros" que son las marcas de vómito y deyecciones de las moscas. Otras vías son la aplicación de repelentes y reguladores hormonales de crecimiento; los últimos confieren la ventaja de ser inocuos para los vertebrados. El uso de los químicos sintéticos debe ser siempre prudente por el rápido desarrollo de resistencia en las poblaciones de moscas y por los efectos contaminantes sobre el ambiente; para evitarlo es importante la alternancia de distintas sustancias y el manejo integrado con el control ambiental ya mencionado, y con el control biológico. Éste contempla la conservación, en los ambientes de cría de las moscas, de los depredadores naturales (por ejemplo, coleópteros estafilínidos que atacan larvas, o ácaros como *Macrocheles muscadomesticae*, que consume huevos), o la liberación de parasitoides (himenópteros Pteromalidae de los géneros *Spalangia* y *Muscidifurax*) criados masivamente en forma artificial, o el rociado con suspensiones de esporas de hongos entomopatógenos como *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*. Finalmente, en la vivienda humana es importante evitar el ingreso de los adultos con telas mosquiteras; los tambos y criaderos avícolas deben instalarse lejos de los ambientes urbanos. Los métodos recomendados para control de Stomoxiinae son los mismos que para los muscoideos no hematófagos.

Con respecto a la mosca tsetse, los organismos involucrados en la lucha contra la enfermedad que transmiten estas especies (OMS, ONGs, gobiernos de los países afectados, Médicos Sin Frontera, etc.) enfrentan el desafío que implica la gran diversidad de hábitats que ocupan los vectores, la enorme superficie de distribución de los mismos, y la falta de acceso a los sistemas de salud de las poblaciones humanas afectadas, entre otros factores. Contra las moscas se usan trampas, insecticidas que son rociados en forma aérea, desde vehículos terrestres y con mochilas en personal de a pie, la técnica del macho estéril, y otros métodos. Actualmente se están investigando alternativas sustentables de control de los glossínidos pero

aún no implementadas en el campo, como por ejemplo la paratransgénesis (modificación genética de simbioses de moscas tsetse). El control de la enfermedad focalizado en el tratamiento de los enfermos requiere el monitoreo permanente de casos y frecuentemente la hospitalización, porque la aplicación de las terapias con medicamentos se debe hacer vía oral y a través de sueros intravenosos. Los monitoreos se hacen con el seguimiento de dos años de cada paciente, de los que se obtienen muestras de fluidos corporales para detectar los tripanosomas. Los tratamientos con distintas drogas dependen de la subespecie de *T. brucei* (formas gambiense o rhodesiense de la tripanosomiasis humana) y fase en que se encuentra la enfermedad en cada persona (inicial o avanzada). El tratamiento temprano e inmediato es crucial en THA del Este por manifestarse en forma aguda. Una dificultad con los fármacos es que algunos de los que se usan tienen graves efectos secundarios por su toxicidad.

Bibliografía complementaria

- Autino, A. G. y Claps, G. L. (2013). Strebliidae. En L. E. Claps, G. Debandi y S. Roig-Juñent (Dir.) *Biodiversidad de artrópodos argentinos*, 2 (pp. 293-304), San Miguel de Tucumán: Sociedad Entomológica Argentina.
- Claps, G. L. y Autino, A. G. (2013). Nycteribiidae. En L. E. Claps, G. Debandi y S. Roig-Juñent (Dir.) *Biodiversidad de artrópodos argentinos*, 2 (pp 305-312), San Miguel de Tucumán: Sociedad Entomológica Argentina.
- Fèvre, E. M., Picozzi, K., Jannin, J., Welburn, S. C., y Maudlin, I. (2006). Human African trypanosomiasis: epidemiology and control. *Advances in parasitology*, 61: 167-221.
- Franco, J. R., Cecchi, G., Priotto, G., Paone, M., Diarra, A., Grout, L., ...y Argaw, D. (2020). Monitoring the elimination of human African trypanosomiasis at continental and country level: Update to 2018. *PLoS neglected tropical diseases*, 14(5), e0008261.
- Khamesipour, F., Lankarani, K. B., Honarvar, B., y Kwenti, T. E. (2018). A systematic review of human pathogens carried by the housefly (*Musca domestica* L.). *BMC public health*, 18(1): 1-15.
- Patitucci, L. D., Mulieri, P. R., Olea, M. S. y Dufek, M. I. Muscidae (Diptera) species from Argentina and Uruguay. Recuperado de <https://biodar.unlp.edu.ar/muscidae/>
- Nihei, S. S. y Domínguez, M. C. (2008). Muscidae. En: L. E. Claps, G. Debandi y S. Roig-Juñent (Dir.) *Biodiversidad de artrópodos argentinos*, 2 (pp. 319-328). San Miguel de Tucumán: Sociedad Entomológica Argentina,
- Patitucci, L. D., Mulieri, P. R., Olea, M. S. y Mariluis, J. C. (2013). Muscidae (Insecta: Diptera) of Argentina: revision of Buenos Aires province fauna, with a pictorial key to species. *Zootaxa* 3702(4): 301-347.
- Savage, J., y Vockeroth, J. R. (2010). Muscidae. En: V. Brian, B. V. Brown, A. Borkent, J. M. Cumming, D. M. Wood, N. E. Woodley y M. Zumbado (Eds.) *Manual of Central American Diptera*, 2 (pp. 1281-1295). Ottawa: NRC Research Press.

- Tarelli, G. J. (2004). *Mosca de los cuernos, Haematobia irritans (L.): biología, comportamiento y control*. Buenos Aires: Hemisferio Sur.
- Torres, P. R., Cicchino, A. C. y Adriana, R. (2001). Historia del ingreso y dispersión de la mosca de los cuernos, *Haematobia irritans irritans* (L. 1758) en la República Argentina. En O. D. Salomón (Ed.) *Actualizaciones en artropodología sanitaria argentina* (pp. 269-272). Buenos Aires: Fundación Mundo Sano, Serie Enfermedades Transmisibles, Publicación Monográfica 2.

CAPÍTULO 11

Miasis

Arnaldo Maciá, María V. Micieli y Pablo R. Mulieri



Arriba: Larva de estadio 2 de *Cochliomyia hominivorax*. Foto: Pablo R. Mulieri.
Abajo: Adulto de *Lucilia sericata*. Foto: Diego Mendez.

Introducción

La invasión de los tejidos de los vertebrados por las larvas de dípteros se denomina **miasis**. Las larvas producen la infestación para obtener su alimento de los tejidos vivos (**biontófagos**) o muertos (**necrobiontófagos**) o del alimento ingerido por el hospedador. Varias especies de dípteros provocan un daño importante en los animales silvestres o domesticados o en el humano.

La asociación entre las larvas y el hospedador que sufre la invasión es muy variada, desde un grado muy íntimo hasta ocasional. Las miasis ocurren en todas las regiones del mundo, y en el caso de la especie humana, la mayor incidencia ocurre en comunidades empobrecidas de países tropicales y subtropicales, en condiciones de falta de higiene o indigencia.

Clasificación

Existen dos formas de clasificar los tipos de miasis que existen en la naturaleza: ecológica y anatómica.

1. **Ecológica** o por el grado de dependencia que se establece entre las larvas y los tejidos:

Obligatoria: Esta relación se produce cuando una especie de díptero solo es capaz de completar el desarrollo larval en los tejidos vivos que invade y por lo tanto las larvas no se encuentran en otro hábitat que no sea el vertebrado. La obligatoriedad es el resultado de la evolución de la especie y resulta en una dependencia estricta del hospedador (parasitosis obligatoria).

Facultativa: La relación es laxa y el ciclo puede completarse tanto en los tejidos como en otros entornos ricos en materia orgánica, dependiendo de dónde sean depositados los huevos por la hembra de díptero. Las larvas de estas especies son primariamente de vida libre. Generalmente las especies facultativas son necrófagas que se alimentan de tejidos muertos y en descomposición. Las miasis facultativas pueden a su vez, ser primarias (las larvas inician la miasis), secundarias (aprovechan las lesiones infestadas por otra especie porque son incapaces de iniciarlas) o terciarias (no pueden iniciar miasis pero aparecen cuando el vertebrado está agonizando).

Accidental o pseudomiasis: Las miasis accidentales se producen generalmente cuando los alimentos se encuentran previamente invadidos por larvas e ingresan al sistema digestivo. Dentro de esta categoría se incluye toda aquella infestación en sustratos no habituales para las larvas involucradas. La especie normalmente es saprófaga en estado larval y se desarrolla fuera de los tejidos, pero en forma eventual sus larvas pueden ingresar al cuerpo de un vertebrado al alimentarse, o bien una especie especializada en un hospedador hallada en los tejidos de otra especie no habitual. En estas condiciones por lo general las larvas no pueden completar su desarrollo.

2. **Anatómica** o por el sitio, tejido u órgano que las larvas afectan:

Existen distintas clasificaciones de este tipo y la terminología es profusa. Puede ser **cutánea, gástrica, intestinal, rectal, urinaria, urogenital, oftálmica, auricular, nasofaríngea, oral, sanguívora**, etc. Existen a su vez, tipos particulares de miasis: **forunculosa**, cuando una sola larva o pocas larvas penetran la piel sana provocando una lesión en forma de nódulo; **migratoria** o **rampante**, cuando la larva avanza bajo la dermis mientras se alimenta; **traumática**, cuando la miasis se inicia en una herida previa del tegumento; **ulcerosa**, cuando hay preexistencia de una úlcera cutánea supurante que atrae a la hembra del insecto a oviponer; **cavitarias**, cuando las miasis se producen en el interior de cavidades del cuerpo (gástrica, senos frontales, intestinal, etc.).

La Tabla 2 enumera algunos géneros y especies presentes en nuestro país y el tipo de miasis que pueden provocar.

Tabla 2. Representantes más importantes de Diptera que causan miasis en Argentina y su clasificación.

Suborden	Infraorden	Familia	Especies	Tipo ecológico de miasis
Nematocera		Psychodidae	<i>Psychoda</i> spp.	Accidental
Brachycera	Orthorrhapha	Stratiomyidae	<i>Hermetia illuscens</i>	Accidental
	Cyclorrhapha	Phoridae	<i>Megaselia</i> spp.	Accidental
		Syrphidae	<i>Eristalis tenax</i> <i>Ornidia obesa</i>	Accidental
		Piophilidae	<i>Piophila casei</i>	Accidental
		Drosophilidae	<i>Drosophila melanogaster</i>	Accidental
		Fannidae	<i>Fannia canicularis</i>	Accidental
		Muscidae	<i>Musca domestica</i>	Accidental
			<i>Philornis</i> spp.	Obligatoria
			<i>Muscina stabulans</i>	Accidental
		Calliphoridae	<i>Calliphora vicina</i>	Facultativa
			<i>Chrysomya albiceps</i>	Facultativa
			<i>Chrysomya megacephala</i>	Facultativa
			<i>Cochliomyia hominivorax</i>	Obligatoria
			<i>Cochliomyia macellaria</i>	Facultativa
			<i>Lucilia sericata</i>	Facultativa
			<i>Lucilia cuprina</i>	Facultativa
		Sarcophagidae	<i>Sarcophaga argyrostoma</i>	Facultativa
			<i>Sarcophaga crassipalpis</i>	Facultativa
			<i>Sarcophaga africa</i>	Facultativa
	<i>Peckia ingens</i>		Facultativa	
<i>Peckia chrysostoma</i>	Facultativa			
Cuterebridae	<i>Cuterebra</i> spp.	Obligatoria		
	<i>Dermatobia hominis</i>	Obligatoria		
	<i>Metacuterebra</i> spp.	Obligatoria		
	<i>Rogenhoferia</i> spp.	Obligatoria		
Gasterophilidae	<i>Gasterophilus haemorroidalis</i>	Obligatoria		
	<i>Gasterophilus intestinalis</i>	Obligatoria		
	<i>Gasterophilus nasalis</i>	Obligatoria		
Oestridae	<i>Oestrus ovis</i>	Obligatoria		

Miasis accidentales

Las familias **Psychodidae**, **Stratiomyidae**, **Phoridae**, **Syrphidae**, **Piophilidae**, **Drosophilidae**, **Muscidae** y **Fannidae** provocan miasis en forma accidental, junto a otras de menor importancia por haberse registrado en forma excepcional o por haberse mencionado para otros países. La familia Psychodidae fue estudiada en detalle en el Capítulo 7 y Muscidae y Fannidae, en el Capítulo 10. También pueden provocar miasis accidental especies de Calliphoridae y Sarcophagidae, que se tratan en el presente capítulo.

El hábito alimenticio larval de las especies asociadas a miasis accidental es diverso, pero en la mayoría de los casos corresponde a la categoría general de saprófago. Las larvas se nutren de sustancias líquidas, semilíquidas o sólidas, como materia fecal, suero, exudados, secreciones, orina, vegetales en descomposición, restos cadavéricos, y alimentos frescos o fermentados. Las hembras grávidas son atraídas por estímulos olfativos principalmente y depositan los huevos en sustratos húmedos. Cuando las larvas se desarrollan sobre los alimentos, pueden alcanzar el estómago y/o el intestino después de la ingestión de aquellos. Las larvas, si bien son resistentes a las características desfavorables del medio interno y no mueren, no se desarrollan y son expulsadas junto con los excrementos, pudiendo empupar en el exterior y dar origen a los adultos. La miasis accidental intestinal no provoca daño muy severo a la salud, pero puede ocasionar síntomas como irritación, inflamación, dolor abdominal, náusea, vómitos y diarrea con sangre (en los casos en que hay daño de la mucosa intestinal).

Piophilidae casei (Piophilidae), el “gusano del queso” es una especie cosmopolita señalada como una de las más frecuentes causas de miasis entérica accidental. Los adultos son pequeñas moscas negras metalizadas que oviponen en quesos, pescado curado al aire y carne seca; cuando el secado se realiza al aire libre, se aumenta la probabilidad de la infestación. Las larvas tienen un comportamiento llamativo porque son capaces de producir grandes saltos; producen miasis cuando aquellos alimentos son ingeridos.

Drosophila melanogaster (Drosophilidae) o “mosca del vinagre” es atraída por sustancias ácidas y ovipone en vegetales fermentados, especialmente frutos; es una de las especies de insectos más estudiadas por la facilidad de cría en el laboratorio, sobre todo para estudios genéticos y de evolución. Junto con *Musca domestica* (Muscidae) y *Fannia canicularis* (Fannidae) son moscas comunes en casos de miasis accidental humana por sus hábitos sinantrópicos y la afinidad de las dos últimas por sustancias en descomposición y excretas humanas.

Especies de Psychodidae (*Psychoda* sp., “mosquita de las letrinas”), Stratiomyidae (*Hermetia illucens*, “mosca soldado”), Phoridae (*Megaselia scalaris*, “moscas jorobadas”), Syrphidae (*Eristalis* sp., “gusano cola de ratón”), también son dípteros cuyas larvas fueron citadas en casos de miasis accidentales y que poseen importancia en la entomología forense.

Otros casos de miasis accidentales que existen en la literatura son las referidas a *Gasterophilus* spp. encontradas fuera de su hospedador específico.

Superfamilia Oestroidea, Familia Calliphoridae

La familia, cosmopolita, comprende más de 1000 especies principalmente del viejo mundo; en la región Neotropical hay menos de 100 especies y en Argentina, 26 especies. Son moscas robustas, de tamaño mediano a grande, y de colores verdes o azules metálicos (algunas oscuras), lo que da el nombre a la familia (moscas “que portan belleza”). Su importancia se relaciona con la preferencia de poner huevos en materia en descomposición o tejidos vivos, la alimentación de las larvas sarcosaprófaga, los hábitos sinantrópicos, el valor como indicadores forenses, la transmisión de muchos patógenos por contaminación (transmisión no vectorial), la existencia de varias especies invasoras en Argentina, y la producción de miasis facultativas (obligatoria en *Cochliomyia hominivorax*).

Los adultos se caracterizan por la cabeza más ancha que alta, con vibrisas fuertes y arista plumosa; aparato bucal en esponja corto. Meron o hipopleura con una o más filas verticales de setas (característica de la superfamilia); con dos setas notopleurales. Alas hialinas, con la vena M abruptamente curvada hacia el ápice. Las larvas presentan bandas de pequeñas espinas en los segmentos, el extremo posterior cóncavo, y poseen placas espiraculares con hendiduras oblicuas, a veces casi horizontales.

Los adultos son diurnos, visitan flores para obtener néctar y son fuertemente atraídos por sustratos húmedos en putrefacción. Las hembras oviponen en sitios con alto contenido de azúcares o proteínas, en materia en descomposición, heridas con exudados o cadáveres.

Las especies más importantes de la Argentina son las que siguen.

Cochliomyia hominivorax: Es una especie exclusiva del Neotrópico en zonas tropicales, subtropicales y templadas. Mosca de cabeza anaranjada o rojiza con vértex oscuro y palpos maxilares atrofiados. Tórax verde o azulado metalizado, con tres bandas longitudinales; entre la central y cada lateral, una línea delgada longitudinal. Patas amarillentas o pardas (no negras). Abdomen verde azulado metálico intenso. Las larvas son llamadas “gusanos tornillo” (“screw worm” en la literatura en inglés) por las bandas segmentarias con grandes espinas cuticulares que le dan ese aspecto. Provocan miasis obligatoria (son biontófagas) primarias. La miasis aparece fundamentalmente en el ganado y también en animales silvestres y el humano. Las hembras oviponen de 100 a 300 huevos en pocos minutos en heridas abiertas y bordes de orificios naturales en animales de sangre caliente, de los cuales obtienen proteínas para las siguientes posturas. Las larvas eclosionan en 10 a 20 horas y comienzan a alimentarse desgarrando los tejidos con el aparato cefalofaríngeo poderoso y se desarrollan en cuatro a 12 días para luego caer al suelo para empupar. Las miasis forman lesiones cavernosas, muy dolorosas, sangrantes, con muchos individuos, llamadas “gusaneras” o “bicheras”, provocando un daño severo.

Calliphora vicina: llamada “mosca azul” porque el tórax y el abdomen son de color azul metalizado; la cabeza tiene aspecto plateado por la presencia de pubescencia; las larvas tienen espinas diminutas cuticulares en las bandas segmentarias. Es necrobiontófaga, produce miasis severas e incluso puede provocar la muerte si no hay tratamiento.

Lucilia sericata: “mosca verde”, color verde metálico, necrobiontófaga, tiene importancia forense y médica pero mayormente veterinaria porque provoca un daño importante en el ganado, al igual que otras especies del género, al ser atraídas por el olor de la orina y del excremento e invadir las zonas alrededor de la abertura genital y el ano (este tipo de ataque se denomina “blowfly strike” en la literatura en inglés). Es una especie fuertemente sinantrópica originaria del Viejo Mundo, pero actualmente está ampliamente distribuida en América.

Lucilia cuprina: especie morfológicamente similar a *L. sericata*, como ésta tiene importancia veterinaria por provocar daño importante al ganado, especialmente el ovino. Es fuertemente sinantrópica y también tiene su origen en el Viejo Mundo.

Otras moscas Calliphoridae, revisten importancia médica y veterinaria similar, porque oviponen en heridas y las larvas provocan miasis cutáneas traumáticas o ulcerosas; ejemplos de ellas son *Chrysomya albiceps* y *Chrysomya megacephala*. Son sinantrópicas y frecuentes en lugares de venta de carnes y otros alimentos; suelen provocar miasis secundarias. Otra especie que puede participar de miasis secundarias en especial en áreas rurales es *Cochliomyia macellaria* (de hecho se la denomina “secondary screw worm” en la literatura en inglés)

Fuera de nuestro país, son importantes las siguientes especies:

Chrysomya bezziana en África cumple el mismo rol que *C. hominivorax* en América porque produce miasis obligatoria, con larvas biontófagas que atacan ganado y al humano a partir de heridas o traumatismos y orificios del cuerpo con humedad.

Cordylobia anthropophaga también de África, se relaciona con miasis forunculosa con biología similar a Cuterebridae de América, en roedores, perros y humanos principalmente; se llama vulgarmente “Tumbu fly”.

Auchmeromyia senegalensis (“Congo floor maggot”) es un ejemplo de especie africana que produce miasis sanguinívora e intermitente, porque las larvas se alimentan durante breves períodos (minutos) de la sangre que mana a través de laceraciones que abren al raspar la piel de humanos cuando éstos duermen, a los que acceden a partir del suelo no consolidado o limoso donde dichas larvas se esconden durante el día.

Superfamilia Oestroidea, Familia Sarcophagidae

Son las llamadas “moscas de la carne”, como el nombre de la familia indica, o “moscas grises”. Grupo cosmopolita, comprende especies necrobiontófagas que producen miasis facultativas y obligatorias. Tienen aspecto de moscas robustas, de colores grises o negros (no metálicos), con tres franjas longitudinales en el mesonoto y el abdomen dorsalmente manchado como un damero, con manchas grises y negras que varían en tonalidad según la incidencia de la luz (pruinosis). Tienen cuatro setas notopleurales. Son vivíparas, depositando las hembras larvas I, ya que los huevos son retenidos por la madre en un bolsillo uterino hasta el momento de la eclosión. Las larvas tienen los espiráculos posteriores en una depresión del

extremo posterior del cuerpo, los estigmas son más o menos verticales y con peritrema incompleto. *Sarcophaga* es el género frecuente en América asociado a miasis accidentales y facultativas, principalmente traumáticas y gastrointestinales. Las tres especies de *Sarcophaga* que provocan miasis presentes en la Argentina son fuertemente sinantrópicas y de origen exótico provenientes del Viejo Mundo.

En Europa, una especie de importancia médica y veterinaria relevante por ser biontófaga es *Wohlfahrtia magnifica* (junto con otras congénicas) que genera daños severos, incluso la muerte a través de miasis obligatoria traumáticas y oftálmicas, nasofaríngeas y auriculares.

Superfamilia Oestroidea, Familia Cuterebridae

Comprende especies restringidas a América, la mayoría neotropicales, casi todas comprendidas en el género *Cuterebra*. Son moscas parásitas de roedores nativos (salvo pocas excepciones). Los adultos son grandes y robustos, de cuerpo rechoncho; las hembras oviponen en el suelo en sitios frecuentados por el vertebrado hospedador. Las larvas recién nacidas trepan por el pelaje y penetran el cuerpo por la boca o las narinas; a continuación, excavan a través del tejido conectivo subcutáneo hasta alcanzar el sitio donde se completa el desarrollo, que dura entre 3 y 8 semanas, y que se observa a través de una abertura en la piel que expone los espiráculos. La larva madura se desprende para empupar en el suelo, mientras el hospedador sana rápidamente sin mayores daños ni infecciones secundarias.

Dermatobia hominis (género monoespecífico) es de distribución endémica neotropical, desde México hasta Argentina. El nombre vulgar es “ura” o “tórsalo”. Se distinguen por su cabeza anaranjada a amarilla, diópticas, con aparato bucal atrofiado, tórax azul ceniciento y el abdomen azul metálico. Es agente de miasis cutánea forunculosa en ganado bovino, animales silvestres, perros, humanos y en aves con menor frecuencia. Es un parásito obligado. Las hembras tienen un hábito excepcional de postura de huevos: capturan otros insectos (otros dípteros, generalmente hematófagos) para oviponer sobre ellos, de modo que transportan los huevos hasta el hospedador donde se desarrollará la miasis. Se identificaron muchas especies de insectos que actúan para la foresis de los huevos de “ura”, la mayoría mosquitos (*Psorophora ferox*) o moscas (*Stomoxys calcitrans*, *Haematobia irritans*, *Musca domestica*, *Fannia* spp.). Éstos son atraídos por el hospedador para obtener sangre o exudados, y las larvas de *D. hominis* eclosionan en el momento en que se posan, estimuladas por el calor del vertebrado. Generalmente penetran por el punto donde el mosquito se alimentó, pero pueden también atravesar la piel sana en pocos minutos. Se forma así un forúnculo con una zona enrojecida e inflamada alrededor, con exudación, que a veces atrae miasis secundarias. Las larvas II son piriformes, con anillos de espinas y los espiráculos posteriores en el extremo en forma de “cola”. Las larvas III, ovaladas y con espiráculos anteriores notables, alcanzan la madurez después de 4-12 semanas y abandonan el hospedador para empupar en la tierra. No suelen ser miasis que presenten mayor gravedad para el hospedador.

En las regiones Paleártica, Neártica y en África es importante el género *Hypoderma*, causante de miasis cutánea obligatoria en animales silvestres y ganado; ocasionalmente también en el humano.

Superfamilia Oestroidea, Familia Gasterophilidae

Su aspecto general recuerda a una abeja por el tamaño y color; el cuerpo está cubierto de vellosidad; cabeza ancha, ojos separados, aparato bucal atrofiado; las patas son largas y delgadas; las alas son manchadas, con escamas pequeñas, el escutelo está poco desarrollado; el abdomen está curvado hacia abajo y su extremo se aproxima a la parte ventral del tórax. El género más diverso e importante es *Gasterophilus*, con tres especies, *G. nasalis*, *G. intestinalis* y *G. haemorrhoidalis* de distribución cosmopolita. Afectan equinos a través de miasis obligatoria, cavitaria (gástrica e intestinal); constituyen las verdaderas miasis entéricas, que se distinguen de las pseudomiasis provocadas por otras especies. Los huevos son puestos en los pelos alrededor de la boca de los caballos o en zonas del cuerpo que entren en contacto con ésta y son ingeridos por el hospedador; eclosionan con el aumento de la temperatura, la humedad y los estímulos de fricción mecánica. Las larvas (llamadas *bot* en inglés) son cilíndricas, gruesas, en forma de tonel, con ganchos bucales prominentes y círculos de espinas fuertes de disposición segmentaria; se fijan a la mucosa del aparato digestivo y se alimentan de exudados. El sitio de oviposición y el de fijación de las larvas en el estómago varía según las especies. Al madurar (al cabo de 10 a 15 días) son expulsadas con las heces y las pupas se encuentran en el estiércol. Las miasis por gasterofilidos generan inflamación y úlceras cuando la infestación es alta y cambios comportamentales (irritación ante la presencia de adultos); en casos extremos puede derivar en la muerte del animal. Excepcionalmente se registran casos de miasis nasofaríngea en humanos, pero el ciclo no se completa por no ser un hospedador natural.

Superfamilia Oestroidea, Familia Oestridae

Los adultos son moscas grandes y robustas, con el cuerpo recubierto por fina pilosidad. La cabeza y el tórax poseen manchas negras brillantes en forma de tubérculos. La cabeza es grande, la arista antenal es desnuda y el aparato bucal está atrofiado. Escutelo bien diferenciado. Escamas grandes. Abdomen manchado. Las larvas de 3^{er} estadio poseen bandas oscuras transversales y placas espiraculares con numerosas aberturas pequeñas. *Oestrus ovis* es una especie cosmopolita que parasita ovinos y otros animales domesticados y silvestres. La miasis (obligatoria) se inicia cuando la hembra larvípara en vuelo deposita larvas en las inmediaciones de los ollares de ovejas y cabras. Las larvas alcanzan los senos nasales y maxilares, donde se desarrollan produciendo miasis cavitaria. Después de aproximadamente un mes, las larvas maduras

salen expulsadas por estornudos violentos acompañadas de secreciones. Raramente esta miasis tiene consecuencias graves, aunque motiva irritación, aumento de mucosidad a veces purulenta, y dificultad respiratoria. Accidentalmente el humano, en general trabajadores ocupados en la cría de ganado lanar, sufre miasis oftálmica con conjuntivitis.

Terapia con larvas de dípteros

Esta terapia médica consiste en la inducción artificial de miasis bajo condiciones rigurosamente controladas, con el objetivo de lograr la curación de traumatismos preexistentes en personas. Cuando se produce una herida profunda de difícil tratamiento, puede recurrirse a la aplicación de larvas que cumplan con los requerimientos necesarios para el éxito de la terapia; estos son: mantenimiento de la asepsia en la herida y en las larvas, y la selección de una especie que se alimente exclusivamente de tejido necrótico. Las larvas eliminan en forma eficiente todos los restos de tejido imposible de remover quirúrgicamente o tejido inviable, sin dañar tejidos sanos. Las larvas fotofóbicas pueden alcanzar sitios profundos o resquicios y colaboran en la desinfección porque secretan sustancias antibacterianas. Se ha comprobado una cicatrización veloz en muchos pacientes. La especie que suele emplearse para estos casos es *L. sericata*.

Control

Los factores de riesgo para la ocurrencia de miasis son: la indigencia, falta de acceso a la vivienda, desatención de niños y ancianos o personas con capacidad de reacción o sensibilidad disminuida, personas con adicción a drogas o alcohol, desnutrición o preexistencia de algunas enfermedades, especialmente diabetes, úlceras o tumores, cuadros psiquiátricos o discapacidad física. Se deben evitar la acumulación de estímulos atractivos de las moscas, principalmente los olores derivados de orina, heces, secreciones, pus, etc., ya sea en las viviendas como en la indumentaria. Dormir al aire libre predispone a la infestación. La prevención de miasis en humanos consiste primariamente en medidas de higiene personal, que cuando es deficitaria explica parte de la incidencia en grupos humanos. Es importante mantener la comida en recipientes adecuados, heladeras o bajo telas de malla, que impidan el acceso de moscas grávidas para evitar miasis accidentales. El tratamiento inmediato de las heridas es vital junto con la implementación de medidas antisépticas. Las miasis cutáneas, una vez establecidas, pueden curarse a través de la extracción cuidadosa de las larvas, para lo cual a veces es necesaria la cirugía pues las espinas tegumentarias dificultan retirar las larvas; posteriormente pueden aplicarse lavados con solución salina estéril y aplicarse antibióticos. Un método eficaz es el uso de extractos aromáticos o vegetales que repelen las larvas o líquidos oleosos que impiden su respiración, y que facilitan la remoción de éstas con pinzas. A nivel urbano, es fundamental que exista una adecuada sanidad ambiental: provisión de agua corriente, cloacas, recolección de residuos, etc.; son

importantes la educación de la población, la responsabilidad de las autoridades y la eficiencia en la gestión de residuos.

En medicina veterinaria, la prevención contempla el enterramiento de animales muertos o su cremación para evitar la colonización de los cadáveres por especies carroñeras, la inspección constante del ganado en búsqueda de heridas en el cuero, y los baños con insecticidas o acaricidas. Las banderolas impregnadas con químicos colocadas en las orejas son de uso común en la producción intensiva. También se aplican sustancias de acción sistémica como la ivermectina con inyecciones, de aplicación tópica en forma de rociado o “jet” o añadidas a alimentos balanceados. Las **curabicheras** son ungüentos, cremas, aerosoles o polvos que como sustancias activas contienen carbamatos, organofosforados o piretroides, junto con cicatrizantes y desinfectantes. Se aplican directamente sobre la miasis y actúan sobre las larvas por contacto o ingestión directos. Otros métodos de control involucran la remoción de moscas adultas en torno a instalaciones productivas (ej. tambos intensificados o “feedlots”) para disminuir la abundancia local de moscas. Esto se logra por medio del uso de trampas con cebo de alta atracción.

En América se implementó un plan continental para la erradicación del “gusano tornillo”, *C. hominivorax*, a través del método SIT (“sterile insect technique”), a partir de 1955, de escala progresivamente mayor, que resultó en uno de los mayores éxitos en el control de un insecto de importancia médica y veterinaria. Consiste en la cría masiva de la especie con métodos artificiales en plantas *ad hoc*, que permiten la obtención de millones de individuos por semana. Las pupas se irradian con dosis ajustadas de radiación gamma, que como consecuencia produce machos estériles sin disminuir su capacidad de vuelo ni de cópula. Posteriormente se liberan los machos, que inseminan las hembras de poblaciones naturales. Esas hembras oviponen pero los huevos no eclosionan. Hacia 2001 el programa logró el control de *C. hominivorax* en Estados Unidos, México y América Central. En años posteriores, otras técnicas similares, basadas en la manipulación de insectos criados en masa, fueron perfeccionadas y se implementaron contra otras especies o en otras regiones del globo.

Bibliografía complementaria

- Cestari, T. F., Pessato, S., y Ramos-e-Silva, M. (2007). Tungiasis and myiasis. *Clinics in dermatology*, 25(2), 158-164.
- Francesconi, F., y Lupi, O. (2012). Myiasis. *Clinical microbiology reviews*, 25(1), 79-105.
- Hall, M. Identification key to species of myiasis-causing fly larvae. National History Museum, Disponible en: <https://www.nhm.ac.uk/research-curation/scientific-resources/taxonomy-systematics/myiasis-larvae/index.html>
- Mello-Patiu, C. A. de, Mariluis, J. C., Silva, K. P., Patitucci, L. D. y Mulieri, P. R. (2020). Sarcophagidae. En S. Roig-Juñent, L. E. Claps, y J. J. Morrone (Dir.) *Biodiversidad de artrópodos argentinos* 4 (pp. 475-490). San Miguel de Tucumán: Editorial INSUE-UNT.

- Mulieri, P. R., Mariluis, J. C. y Patitucci, L. D. (2020). Calliphoridae. En S. Roig-Juñent, L. E. Claps y J. J. Morrone (Dir.) *Biodiversidad de artrópodos argentinos* 4 (pp. 463-474). San Miguel de Tucumán: Editorial INSUE-UNT.
- Oliva, A. (2002). Miasis en la Argentina. En O. D. Salomón (Dir.) *Actualizaciones en artropología sanitaria argentina* (pp. 45–50). Buenos Aires: Fundación Mundo Sano.
- Rossi, G. C., Mariluis, J. C., Schnack, J. A. y Spinelli, G. R. (2002). Dípteros vectores (Culicidae y Calliphoridae) de la provincia de Buenos Aires. *ProBiota* 3, *Cobiobo* 4, Secretaría de Política Ambiental, UNLP.
- Zumpt, F. (1965). *Myiasis in Man and Animals in the Old World. A Textbook for Physicians, Veterinarians and Zoologists*. Londres: Butterworths.

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 excrescencias 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 1° o 3° (**ctenidio pronotal 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 1° y 10° están representados solo por el tergo. En la hembra el segmento 8° 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 parámetros o clápsers 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 antesensiliales** (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 cápsula cefálica 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 hipertrofia 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 (CO₂,

orina); utilizan para la detección el sensillum, 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 proteico 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 parasite fácilmente la camada de cachorros del conejo. Otro caso donde el ciclo descrito 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 es 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 pé” 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 intermedarios de *Dipylidium caninum*. *Ctenocephalides felis* puede transmitir la “enfermedad del arañazo 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 promiscuos 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 picazón 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 neocotinoideas 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.

CAPÍTULO 13

Orden Araneae

María V. Micieli, Arnaldo Maciá y Alda González



Latrodectus mirabilis (izquierda). Foto: Francisco Giambelluca. *Polybetes pythagoricus* (derecha). Foto: Luis Giambelluca.

Introducción

Las arañas poseen glándulas de veneno, excepto la familia Uloboridae. El veneno es usado para paralizar y capturar a sus presas y como modo de defensa. En la mayoría de los casos el veneno inyectado con la picadura en el ser humano, produce solamente una reacción local media que no requiere atención médica. Sin embargo, pocas especies tienen venenos más potentes que pueden causar reacciones severas, e incluso la muerte de los individuos afectados. Aproximadamente 60 especies de arañas en todo el mundo tienen una importancia sanitaria significativa. La mayoría son de distribución tropical o subtropical y unas pocas extienden su distribución a regiones templadas.

Caracterización

Las arañas presentan el cuerpo no segmentado y dividido en dos partes: **prosoma** y **opistosoma**, ambas unidas por una cintura. En el prosoma o cefalotórax (fusión de la cabeza y los segmentos torácicos) se encuentran los ojos simples en número de seis u ocho, cuya distribución y número es un carácter diagnóstico de familia. En el prosoma también están los apéndices que comprenden cuatro pares de patas locomotoras, un par de pedipalpos y un par de quelíceros. Las patas locomotoras tienen siete segmentos: coxa, trocánter, fémur, patela, tibia, metatarso y tarso y dos o tres uñas tarsales. Los pedipalpos tienen seis segmentos y son estructuras sensoriales para percibir el sustrato o a otras arañas y para detectar y manipular a las presas y en el caso de los machos son usados para la transferencia del esperma. Los quelíceros tienen forma de pinzas y se comunican con un par de glándulas de veneno alojadas en el interior del prosoma. Algunas arañas pueden tener penachos densos de pelos (**escópula**) a lo largo de la parte ventral del tarso y metatarso y/o grupos compactos de pelos adherentes similares a los de la escópula (**fascículos subungueales**), en el extremo del tarso y a los lados de las uñas. Esta estructura provee adhesión física para facilitar sus movimientos sobre superficies lisas y para atrapar a las presas. En el opistosoma (abdomen) se hallan las hilanderas o hileras, generalmente seis, las cuales producen la seda, una escleroproteína que se endurece al tomar contacto con el aire. La seda es utilizada para cazar presas, para dispersarse o para la cópula. En algunos grupos existe el **cribello**, una placa anterior con respecto a las hilanderas, que produce seda y cuya presencia coincide con la del **calamistro**, una línea de setas especializadas en el metatarso del cuarto par de patas, cuya función es cardar la seda proveniente del calamistro. En algunas especies el cribello está reducido y en este caso es llamado **colulo**. La abertura genital en ambos sexos está localizada ventralmente en el segundo segmento abdominal. En las hembras de algunas familias de arañas, una estructura copulatoria esclerotizada llamada **epigino** se encuentra junto a la abertura genital y conduce hacia las espermatecas donde el esperma se guarda después de la cópula. La presencia de epigino en estas arañas permite distinguir arañas adultas hembras de los machos y de las formas inmaduras.

Biología

La duración del ciclo de vida de las arañas es variable, en la mayoría es de aproximadamente un año, pero las más grandes tarántulas de la familia Theraphosidae pueden vivir entre 20 y 30 años, especialmente en cautiverio. Los machos suelen ser de vida más corta que las hembras. El comportamiento de cópula varía mucho en las distintas especies de arañas. En general, el macho almacena y transfiere el esperma con el pedipalpo (órgano copulador) desde su gonoporo hacia el ducto de las espermatecas de las hembras. Algunos machos mueren luego de la cópula y otros pueden copular con la misma o con otras hembras una o más veces. Contrariamente a

la creencia popular, los machos suelen irse rápidamente luego de la cópula, sin ser atacados ni comidos por las hembras.

La oviposición ocurre dentro de las semanas siguientes a la cópula. La hembra teje una tela de seda donde, desde su abertura genital, coloca los huevos fertilizados agrupados, formando una masa. Luego los huevos se protegen con múltiples capas de seda formando el **ovisaco** u **ooteca**. Aunque algunas especies de arañas pueden permanecer con los huevos para protegerlos hasta la eclosión, la mayoría no provee cuidado maternal y deja a los huevos eclosionar libremente. Todas las arañas tienen glándulas de veneno y aparato inyector, pero el grado de peligrosidad depende fundamentalmente de los componentes farmacológicos del veneno y de otros factores como son la época del año, el estado del ejemplar, la cantidad de veneno disponible, el lugar donde es introducida la ponzoña y la resistencia del paciente.

Clasificación

El Orden Araneae está ampliamente distribuido en todo el mundo. Consta de 125 familias; 74 de ellas tienen representantes en Argentina.

Existen dos subórdenes:

- Suborden Mesothelae
- Suborden Opisthothelae, con dos infraórdenes:

Infraorden Mygalomorphae

Infraorden Araneomorphae

Suborden Mesothelae: no está representado en nuestro país. Comprende dos familias del extremo Oriente, del sudeste asiático y de la región Indo Malasia. Son arañas primitivas que poseen abdomen segmentado.

Suborden Opisthothelae

Infraorden Mygalomorphae: con cuatro pulmones; pueden tener seis, cuatro o dos hilanderas, siendo lo más común cuatro. Sin dimorfismo sexual en tamaño, hembras sin epigino. Son **ortognatas** (quelíceros con uñas de movimiento dorso-ventral, paralelos al eje del cuerpo). Viven en cuevas que ellas mismas cavan y cubren con telas, algunas construyen tapas. Otras viven en cuevas simples o aprovechan cavidades del suelo, troncos, árboles.

Hay 20 familias que forman el infraorden, de las cuales seis tienen representantes en Argentina y solo una tiene una relativa importancia sanitaria, Theraphosidae.

Infraorden Araneomorphae: con un par de pulmones en general, aunque hay excepciones. Las hilanderas pueden ser seis, cuatro o dos, aunque lo más común son seis. La mayoría con dimorfismo sexual en tamaño. A este infraorden pertenece el mayor número de familias. Son **labidognatas** (quelíceros con uñas de movimientos externo-interno, que se cruzan). Las familias de importancia sanitaria son Theridiidae, Scytodidae, Ctenidae, Lycosidae y Sparassidae.

Importancia médica y veterinaria

Familia Theraphosidae

Esta familia se caracteriza por tener los tarsos de las patas con dos uñas pectinadas, con fascículos subungueales bien desarrollados. Presentan ocho ojos en un grupo compacto. Son arañas de gran tamaño, mayores a 25 mm. Esta familia tiene 152 géneros conocidos. Debido a su aspecto y tamaño, se las denomina vulgarmente tarántulas. Los géneros de importancia sanitaria en Argentina son *Acanthoscurria* y *Grammostola* (*Pamphobeteus* no está reconocido formalmente para Argentina). *Acanthoscurria* se distribuye desde el norte de Argentina hasta el norte de la provincia de La Pampa, siendo muy abundante en Chaco, Formosa y Santiago del Estero. *Grammostola* tiene una amplia distribución, desde el norte de Jujuy y Salta hasta Chubut.

Viven bajo piedras, troncos de árboles, en cuevas. No son agresivas a pesar del aspecto y del tamaño. El género *Grammostola* es el más inofensivo. Posee pelos urticantes en el abdomen, que se desprenden por medio de las patas posteriores, para defensa, provocando un molesto ardor y pudiendo producir dermatitis alérgica. Este género y *Acanthoscurria* presentan venenos que pueden provocar una leve acción local. Todo el cuadro se reduce a un edema pasajero. Para prevenir accidentes se recomienda usar botas de caña alta, de cuero o de goma gruesa, al transitar por el campo y se debe tener cuidado al levantar troncos o piedras, o al introducir las manos en huecos de árboles, cuevas o nidos.

Familia Theridiidae

Se caracteriza por presentar un peine de cerdas gruesas en el tarso de las patas IV. Son arañas de patas largas, delgadas, sin espinas, con tarsos con tres uñas, sin escópulas ni fascículos subungueales. Los ojos son ocho en dos filas de cuatro cada una. Presentan además seis hilanderas, con o sin colulo. Quelíceros débiles. Son arañas sedentarias, pequeñas, de tamaño variable; las especies de importancia sanitaria miden 22-23 mm. Tejen telas irregulares en donde cazan a sus presas y/o para la cópula. Esta familia está muy bien representada en Argentina, con numerosos géneros, siendo el más importante *Latrodectus* por la toxicidad de su veneno, que contiene la neurotoxina alfa-latrotoxina, la cual puede causar la muerte en los casos más agudos. Estas arañas son conocidas vulgarmente como “viuda negra”.

La sistemática del género para Argentina es cuestionada en la actualidad, pero lo aceptado hasta el momento son siete especies, comprendidas en tres grupos según la cantidad de las vueltas del émbolo del palpo de los machos y las vueltas de los ductos de las espermatecas de las hembras:

Grupo “mactans” con tres vueltas: *Latrodectus mirabilis*, *L. corallinus*, *L. diaguita*, *L. quartus*.

Grupo “curacaviensis” con dos vueltas: *Latrodectus antheratus*, *L. variegatus*.

Grupo “geometricus” con cuatro vueltas: *Latrodectus geometricus*. Esta especie sin importancia sanitaria hasta la actualidad.

Este género se encuentra en todo el país, siendo *L. mirabilis* la de mayor distribución.

Latrodectus mirabilis habita en Patagonia, La Pampa, Buenos Aires, San Luis y parte de Mendoza, San Juan, La Rioja, Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos.

Latrodectus diaguita habita en el centro de La Rioja, y parte de Catamarca y San Juan.

Latrodectus quartus habita en el centro de San Luis, y parte de Mendoza, Córdoba y La Pampa.

Latrodectus corallinus habita en Formosa, Chaco, Santiago del Estero, y parte de Salta, Jujuy, Tucumán, Catamarca, La Rioja, Córdoba y Santa Fe.

Latrodectus antheratus habita en Formosa, Chaco, Santiago del Estero, y parte de Salta, Jujuy, Tucumán, Catamarca, Córdoba y Santa Fe.

Latrodectus variegatus habita en el sur de Neuquén.

No son arañas domiciliarias, viven en el pasto, en cuevas abandonadas de pequeños mamíferos, en huellas dejadas por el ganado, en bocas de alcantarillas o a los lados de los caminos. En zonas serranas se encuentran en las laderas y se esconden debajo de las piedras. La hembra es dos veces más grande que el macho. Presentan el abdomen grande, globoso y alto. El color del cuerpo y las patas varía según la especie. El grupo mactans es de color negro brillante. El abdomen dorsalmente tiene manchas rojas de distinto tamaño y forma y en la zona ventral posee una única mancha, también roja, en forma de reloj de arena, que es característica del género. El grupo curacaviensis presenta un abdomen de color pardo rojizo y/o amarronado, con machas dorsales de forma y tamaño variable, rojizas o anaranjadas, y ventralmente tiene la mancha en forma de reloj de arena, de color pardo rojizo a pardo anaranjado. El promedio de vida de estas arañas en cautiverio es de un año a un año y medio, pudiendo variar en la naturaleza. El número de mudas no es constante para todas las especies, varía entre ocho y nueve mudas en las hembras y entre seis y siete en los machos. Existe un gran dimorfismo sexual. El ciclo de vida consta de tres estados intraooteca; en el cuarto estado se produce la dispersión (salida de la ooteca), en el cual tejen tela y pueden capturar su propio alimento. No son arañas agresivas; los accidentes ocurren cuando son molestadas o agredidas y suelen ocurrir en el campo, en áreas rurales, en campos de cultivo mientras se hacen las cosechas en forma manual. Son más frecuentes entre diciembre y abril puesto que es la época que coincide con el mayor número de ejemplares adultos.

Existe suero antilatrodectus que se obtiene en el Instituto Biológico “Dr. Tomás Perón” de La Plata y en el Instituto “Dr. Carlos Malbrán” de la ciudad de Buenos Aires. El veneno es neurotóxico, actúa en la presinapsis de las neuronas provocando una descarga descontrolada de acetilcolina que al actuar sobre los músculos producen una gran contractura. A los 10 a 15 minutos de inoculado, el veneno se difunde por vía linfática y sanguínea y a los 60 minutos el cuadro clínico está instalado completamente. La picadura produce un dolor no muy fuerte dado que los quelíceros son pequeños, pero entre los 15 a 60 minutos posteriores aparece un dolor punzante intenso que se irradia a todo el miembro y luego puede generalizarse. Localmente no hay lesión, sino un edema leve. El cuadro general comprende: excitación y ansiedad que

puede simular cuadros psicóticos como delirios y alucinaciones. Hay contractura muscular, especialmente en la zona abdominal, lo que se conoce como “vientre en tabla”, vómitos, temblores, taquicardia y sudoración. El diagnóstico resulta sencillo en áreas rurales endémicas. Cuando no existe antecedente epidemiológico, la identificación de la etiología es difícil porque puede confundirse con tétanos, intoxicaciones o epilepsia. El tratamiento consiste en la aplicación del suero específico que neutraliza el veneno, controlándose la producción de acetilcolina a nivel de la presinapsis, por lo que los músculos se relajan. Entre los 15 a 30 minutos de aplicado el suero, el cuadro comienza a ceder; sin embargo el paciente debe ser monitoreado hasta los seis días de evolución del cuadro, puesto que éste es el tiempo que tarda el veneno en ser metabolizado por el organismo. Como forma de prevención de las picaduras, se debe tener precaución con las partes más expuestas del cuerpo, que son las extremidades. Los individuos más afectados son los trabajadores del campo, por lo que es necesario dar a conocer a la comunidad, especialmente rural, la existencia, la distribución geográfica y el hábitat preferido por estas especies y las épocas del año en las que es más frecuente encontrar ejemplares adultos. Se debe concientizar el uso de botas y guantes en áreas de riesgo y tener sumo cuidado al manipular rocas, ramas, plantas, etc.

Familia Scytodidae

Esta familia no posee colulo y sus miembros tienen seis ojos en tres grupos de a dos. Tienen patas delgadas y sin espinas, tarsos con dos uñas pectinadas en su parte basal y falsas uñas. Son de talla mediana o pequeña, tegumento de coloración clara con manchas oscuras contrastantes. Viven debajo de piedras, troncos, detritos vegetales o pueden ser domésticas. Dentro de esta familia se encuentra el género *Loxosceles* de gran importancia sanitaria. El nombre común de estas arañas es “arañas violinistas” o “de violín” lo cual hace referencia a una marca de un color más oscuro respecto al resto del cuerpo, en forma de violín, que presentan sobre el dorso del cefalotórax. Aproximadamente 100 especies de este género han sido descritas y 80 encontradas en América. Dentro del género, la especie *Loxosceles laeta* es la que tiene la mayor importancia toxicológica en Centroamérica, Sudamérica y en Argentina. El nombre vulgar de esta araña es “araña homicida”, o “araña de los cuadros”. Está ampliamente distribuida en nuestro país. Se distingue por su coloración pardo clara y/o amarillenta y porque el cuarto par de patas de las hembras es más largo que las otras patas. Son arañas sedentarias, solitarias y de actividad generalmente nocturna, tanto de hábitos domiciliarios como peridomiciliarios. Lo frecuente es que cohabiten con el hombre, ocultándose detrás de los muebles, cuadros u otros objetos que se mueven ocasionalmente, en interiores de roperos donde penetran en ropas allí guardadas o en camas si están cerca de las paredes. Pueden vivir también en grietas de los muros y en galpones donde se almacenan cereales. En general prefieren lugares oscuros y secos. Las ootecas son blanco algo-

donosas y miden entre 15 y 20 mm y suelen depositar varias durante su vida; fueron observadas hasta 15 en condiciones de laboratorio. La eclosión ocurre dentro de la misma, donde pasan los tres primeros estados del desarrollo. Luego se produce la dispersión al salir las arañas juveniles. Para llegar al adulto pasan entre nueve a 12 mudas, tardando entre 11 y 14 meses de vida para alcanzar la madurez sexual. Los machos y hembras maduran al mismo tiempo y suelen tener una vida media en cautiverio entre uno y tres años, siendo las hembras más longevas que los machos. Esta especie no es espontáneamente agresiva, sino que ataca solo frente al disturbio o cuando es directamente agredida. Los accidentes más frecuentes ocurren durante el sueño nocturno, si la cama está en contacto con la pared, o al vestirse. La mayor frecuencia de los accidentes es entre la primavera y mediados de otoño, en épocas calurosas, siendo los niños y las mujeres los individuos más afectados según datos estadísticos.

Existe suero específico antiloxosceles que se produce en el Instituto “Dr. Carlos Malbrán” de la ciudad de Buenos Aires y en el Instituto Biológico “Dr. Tomás Perón” de La Plata y también se utiliza el del Instituto Butantan de San Pablo, Brasil. La acción del veneno es necrosante y hemolítica.

El **loxoscelismo** se presenta en dos formas clínicas: loxoscelismo cutáneo, que es un cuadro local, de evolución prolongada pero de buen pronóstico, y el loxoscelismo cutáneo visceral, en donde ocurre además del cuadro local, la difusión del veneno por vía hemática, por lo que suele presentar una evolución grave. En ambas formas, el cuadro es similar en sus comienzos. La picadura produce una sensación punzante de poca intensidad que pasa desapercibida, debido a los quelíceros pequeños. Los lugares preferidos de picadura son los miembros, aunque también la cara y el tronco. Al poco tiempo se inicia un dolor (parecido a una quemadura), a veces con prurito. Se enrojece la zona y se produce un edema doloroso, caliente y duro. Progresivamente aumenta el dolor local, el color cambia a un rojo violáceo y entre las 24 a 48 horas aparecen alrededor de la zona afectada ampollas o vesículas, mientras en el centro aparece un color negro con zonas blancas que le dan a la lesión un aspecto parecido al mármol (**placa marmórea**). Esta sintomatología es típica de loxoscelismo y permite el diagnóstico. Debajo de la placa marmórea se produce necrosis de los tejidos, al cabo de una o dos semanas aparece una escara, la cual se desprende y deja una úlcera difícil de curar. La evolución es prolongada, entre cuatro a seis semanas y a veces hasta tres meses.

En la forma cutánea visceral los síntomas cutáneos son menos evidentes y suelen estar atenuados. A las 12 horas, además de los síntomas locales aparece fiebre, escalofríos, taquicardia, decaimiento, anemia e ictericia por la acción hemolítica del veneno. A medida que el cuadro progresa aparece hipotensión arterial y hemólisis. El paciente está pálido, ansioso, con tos y expectoración. El cuadro puede progresar hacia anuria, inconsciencia y muerte. El proceso dura entre 24 a 48 horas y es de mal pronóstico la aparición de hemorragias en las mucosas (intestinal y pulmonar). También puede haber compromiso de órganos internos como hígado y riñón, llevando a una insuficiencia renal crónica.

El único tratamiento efectivo es la aplicación del suero específico, además se usan corticoides y antihistamínicos durante cinco días y cremas con corticoides en la zona afectada.

Entre las medidas de prevención están la difusión en la comunidad del riesgo real que presenta esta araña, brindar conocimientos de los hábitos de vida y los sitios donde vive, la época del año, y dar recomendaciones sobre la limpieza de las habitaciones, baldíos y fondos de casas.

Familia Ctenidae

Las arañas pertenecientes a esta familia tienen patas con numerosas espinas, tarsos escopulados con dos uñas y con fascículos subungueales. Poseen ocho ojos en tres filas con la fórmula 2-4-2, con el par central de la fila de cuatro de mayor tamaño. Son arañas grandes, llegando a medir 45 mm. Son de coloración gris amarronada con una línea longitudinal negra en el dorso del abdomen. Son de regiones cálidas. Uno de los géneros más importantes es *Phoneutria* por su importancia toxicológica. El nombre vulgar es “araña de los bananeros”, “arañas errantes” o “pico rojo” por la coloración de sus queléceros. En Brasil este género tiene casi todas sus especies representadas y en nuestro país existen poblaciones de dos especies de ese género: *Phoneutria fera* y *Phoneutria nigriventer*. *Phoneutria fera* se distribuye en Brasil ecuatorial y puede llegar a la Argentina en camiones de transporte de productos como en cajones de bananas importadas de Brasil e incluso entra a Buenos Aires por el puerto. *Phoneutria nigriventer*, es común en San Pablo, y puede hallarse en las provincias del norte argentino (Misiones, Chaco, Formosa, Salta y Jujuy). Son solitarias, nocturnas y errantes; de día se ocultan en cortezas de árboles, bajo troncos, en bananeros, palmeras, etc. No construyen telas, cazan al acecho y son rápidas en sus movimientos. Si son molestadas se tornan agresivas, incluso dan cortos saltos contra quien las perturba, adoptando una actitud amenazante al levantar los dos primeros pares de patas (postura de alerta).

La hembra forma entre tres a cuatro ootecas sucesivas, el número de huevos oscila entre 1000 a 100 desde las primeras ootecas a las últimas, respectivamente. Hay cuidado maternal hacia las arañas que nacen, las cuales mudan entre 14 a 20 veces durante tres años hasta que se transforman en adultos, lo cual se evidencia en la aparición de las aberturas genitales femeninas y el palpo de los machos, que se transforma en órgano copulador. La longevidad total es entre cinco a seis años.

El veneno es neurotóxico, de acción casi inmediata. Primero aparece un intenso dolor punzante por la acción de los grandes queléceros y del veneno inyectado. El dolor aumenta intensamente y se irradia a todo el miembro, aparecen calambres, que se generalizan rápidamente, gran contracción, sensación de frío, temblores, sudoración, ceguera, alteraciones cardiorrespiratorias y paro respiratorio en los casos mortales. A las 24 horas el cuadro es de postración general, con grandes dolores musculares. El cuadro puede durar varias horas con un máximo de 24 horas o evolucionar hacia la muerte en tres horas. La mayor cantidad de accidentes se produce en trabajadores rurales, transportadores de frutas, en los puertos. Existe suero antiphoneutria que se

produce en el Instituto Butantan de Brasil. En los adultos una vez diagnosticado puede inyectarse xylocaína en la herida para calmar el intenso dolor. La prevención consiste en dar a conocer la problemática en los trabajadores de la industria bananera y de los mercados donde llegan cargamentos de frutas procedentes de Brasil.

Familia Lycosidae

Las arañas de esta familia se caracterizan por la fórmula ocular de ocho ojos dispuestos en tres filas 4-2-2. Tienen patas medianamente largas, con espinas, los tarsos con escópula, con tres uñas. Su talla puede variar desde pocos milímetros hasta 30 mm. Es una familia muy numerosa, encontrándose en zonas templadas y frías. El género *Lycosa* es de importancia sanitaria. Su nombre común es “corredora de jardín” o “araña lobo”. En Argentina se distribuyen en todo el país. Viven tanto en el campo como en las ciudades, siendo comunes en baldíos y en los jardines de las casas. Algunas pueden hacer tubos en el suelo, cuevas o refugios superficiales. Son errantes y cazan sus presas (insectos) a la carrera. Son nocturnas, y crepusculares. Una característica biológica es que fijan las ootecas al abdomen por medio de hilos de las hilanderas, llevándolas hasta que nacen las arañas pequeñas, las cuales quedan cubriendo el cuerpo de la madre por un tiempo bastante prolongado, desde donde luego se dispersan. Para atacar deben sentirse agredidas o molestadas, es frecuente que ocurran accidentes en tareas de jardinería, en el acto de vestirse o de calzarse, o al transitar descalzo o descansar sobre el pasto. Las extremidades son las partes más afectadas.

El veneno produce acción necrótica local; es un veneno sin mayores riesgos pero puede ocasionar feas heridas que tardan en cicatrizar. La picadura provoca un dolor intenso, punzante. En el lugar aparece rubor, edema y aumento de temperatura. No existe el compromiso del estado general. El diagnóstico es sencillo debido a que la picadura no pasa inadvertida. Existe un suero polivalente (*Loxosceles-Lycosa-Phoneutria*) producido en el Instituto Butantan. El tratamiento es sintomático y se basa en la administración de analgésicos cuando hay dolor y antibióticos si hay infección secundaria. Entre las medidas preventivas, se aconseja mantener los patios y jardines limpios, tener precauciones al efectuar tareas de jardinería como el uso de botas o guantes, no caminar descalzo sobre el pasto, examinar ropas y calzado si se han dejado en parques o jardines.

Familia Sparassidae

Tienen patas gruesas y espinosas, con dos uñas tarsales y fascículos subungueales. Ocho ojos heterogéneos, en dos filas de a cuatro, más o menos paralelas. Tienen talla mediana a grande, con hembras de aproximadamente cuatro cm de longitud del cuerpo. Son abundantes en regiones tropicales y subtropicales. Es una familia muy numerosa y el género más común es

Polybetes, el cual tiene escasa importancia sanitaria. El nombre vulgar es “arañón del monte” o “araña cangrejo”. La especie más común en nuestro país es *Polybetes pythagoricus*. Se la encuentra en el norte y el centro de nuestro país. Habitan preferentemente debajo de los troncos, piedras, pasto, corteza de eucaliptos y es frecuente que ingrese a las habitaciones cuando hay tormentas. Son de hábitos nocturnos. Son agresivas y pueden picar si se las molesta. Están activas todo el año. La picadura suele ser dolorosa pero el veneno es de poca toxicidad por lo que no hay suero disponible por no ser necesario. El veneno puede provocar un efecto local debido a la acción mecánica de los queléceros, con un edema doloroso que desaparece a las pocas horas y además tiene un efecto neurotóxico leve que se evidencia con lentitud en los movimientos, sensación de cansancio y debilidad, sensibilidad cutánea, cefaleas y mareo. El tratamiento es sintomático para disminuir el dolor con xylocaína y antihistamínicos. Los accidentes ocurren en tareas de jardinería, al acostarse en el pasto o al andar sin calzado. Las medidas preventivas son el mantenimiento de parques y jardines y cuidados de protección en las tareas del mismo.

Bibliografía complementaria

- Foelix, R. F. (2011). *Biology of spiders* (3rd ed.). New York: Oxford University Press.
- Garb, J. E., Gonzalez, A., y Gillespie, R. G. (2004). The black widow spider genus *Latrodectus* (Araneae: Theridiidae): Phylogeny, biogeography, and invasion history. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 31, 1127-1142.
- Malague, C. M. S., Santoro, M. L., Cardoso, J. L. C., Conde, M. R., Novaes, C. T. G., Risk, J. Y., et al. (2011). Clinical picture and laboratorial evaluation in human loxoscelism. *Toxicon*, 58, 664-671.
- Ryan, N. M., Buckley, N. A., y Gaudins, A. (2017). Treatments for latrodectism: A systematic review on their clinical effectiveness. *Toxins* (Basel), 9, 148.
- Vetter, R. S. (2008). Spiders of the genus *Loxosceles* (Araneae: Sicariidae): A review of biological, medical and psychological aspects regarding envenomations. *Journal of Arachnology*, 36, 150-163.
- Vetter, R. S., y Hillebrecht, S. (2008). On distinguishing two often misidentified genera (*Cupiennius*, *Phoneutria*) (Araneae: Ctenidae) of large spiders found in Central and South American cargo shipments. *American Entomologist*, 54, 82-87.
- World Spider Catalog (2021). *World Spider Catalog*. Version 22.0. Natural History Museum Bern, recuperado de <http://wsc.nmbe.ch>

CAPÍTULO 14

Orden Escorpiones

María V. Micieli, Arnaldo Maciá y Alda Gonzalez



Bothriurus bonariensis (izquierda) y *Tityus carrilloi* (derecha). Foto: Luis Giambelluca.

Introducción

Los escorpiones representan un grupo ancestral de arácnidos. Es un grupo monofilético con registros fósiles desde el Silúrico. Están ampliamente distribuidos por todo el mundo prefiriendo las regiones tropicales y templadas o las regiones áridas de las zonas templadas del mundo. La mayoría no son agresivos y solo producen problemas menores de molestias y dolor temporario al picar como medio de defensa. Sin embargo existen entre 40 y 50 especies que pueden generar problemas de salud para el ser humano, y cerca de 25 de ellas son capaces de provocar la muerte.

Caracterización

El tamaño de los escorpiones varía entre los ocho mm y los 23,5 cm. El cuerpo se divide en dos partes: el **prosoma** o cefalotórax y el **opistosoma** o abdomen. El opistosoma está compuesto por el mesosoma y una zona más delgada, el metasoma, que lleva en su extremo posterior una estructura punzante llamada **telson**. El **prosoma** dorsalmente está formado por una

única placa esclerotizada que en su línea media tiene un par de ojos ubicados sobre un tubérculo (**tubérculo ocular**). Existen además, hasta cinco pares de ojos pequeños situados en los márgenes anterolaterales, los que pueden faltar en especies que habitan cavernas; su número es una característica diagnóstica. En su parte ventral se encuentran las coxas de los apéndices y una pequeña placa, el **esterno**, que es una estructura de forma variable, pentagonal o triangular en la mayoría de los casos. La forma del esterno tiene utilidad en la separación de familias. El **mesosoma** está dividido en segmentos. Dorsalmente presenta siete tergitos y ventralmente cinco esternitos con un par de espiráculos en los cuatro primeros, que comunican con los pulmones en libro. La abertura genital se localiza entre las coxas del cuarto par de patas y está cubierta por un par de pequeñas placas llamadas **opérculo genital**, las cuales suelen estar fusionadas en las hembras pero no en los machos. Por detrás del esterno y el opérculo genital se encuentran unas estructuras únicas de este grupo de arácnidos llamadas **peines** o **pectinas**, que tienen funciones táctiles, mecanoreceptoras y quimiorreceptoras de contacto, que ayudan a detectar vibraciones del sustrato. El peine consiste en tres lamelas marginales anteriores, una media y una fila de estructuras triangulares con una serie posterior de lamelas llamadas **dientes pectinales**. La superficie ventral de cada diente está cubierta con los mecanorreceptores. Los peines varían según la especie y el sexo, en su forma y tamaño, por lo que ofrecen excelentes caracteres diagnósticos. El **metasoma** o cola es otro de los rasgos característicos de los escorpiones. Está compuesto por cinco segmentos y termina en el telson, que tiene una base bulbosa, la **ampolla** o **vesícula**, y una espina terminal curvada y afilada llamada **aculeus**, debajo de la cual puede existir un tubérculo o espina, la **apófisis subaculear**. La vesícula contiene un par de glándulas venenosas y musculatura asociada que ayuda a la descarga del veneno que saldrá por la punta del aculeus. Todo el metasoma está muy quitinizado.

Poseen seis pares de apéndices prosomales: los quelíceros, los pedipalpos y los cuatro pares de patas. Los quelíceros presentan tres artejos: la porción basal, una pinza móvil y una pinza fija, ambas pinzas con dientes que ayudan a agarrar y triturar el alimento. El número, tamaño relativo y arreglo de los dientes de estas pinzas son usados en la clasificación. Los pedipalpos poseen seis segmentos: coxa, trocánter, fémur, patela, tibia y tarso. La tibia está engrosada y el tarso es un dedo móvil, ambos forman la **quela** o pinza característica de los escorpiones. El tamaño, localización, y número de dientes así como quillas, tubérculos, lóbulos, tricobotrias o pelos sensoriales sobre los pedipalpos son de importancia taxonómica. Las patas consisten en los mismos seis segmentos que los pedipalpos, más el basitarso y el telotarso con un par de uñas laterales y una uña mediana. Otros caracteres morfológicos de importancia taxonómica son la presencia o ausencia de la espina subaculear en el telson y la presencia o ausencia de espinas tibiales.

Los escorpiones son sexualmente dimórficos, pero suele ser dificultosa la separación de géneros, al no existir caracteres morfológicos externos uniformes y específicos.

Biología

Los escorpiones adultos son solitarios y nocturnos. Suelen estar durante el día en refugios, ocultos debajo de piedras o de cortezas de árboles, en cuevas, madrigueras, cúmulos de escombros y maderas de los cuales salen por la noche en busca de sus presas. Pueden tolerar condiciones ambientales altamente variables, incluso temperaturas extremas, tanto fría como cálida, períodos prolongados de sequía, inmersión en agua y ayunos. Esto se debe en parte a adaptaciones comportamentales para la termorregulación, bajos niveles metabólicos, y una alta eficiencia en la conservación del agua. Son depredadores, suelen alimentarse de una variedad de presas (arácnidos, insectos y otros artrópodos), dependiendo la captura principalmente de sus pelos sensoriales (sedas y tricobotrias) más que de su visión y especialmente de su habilidad para captar las vibraciones que producen sus presas en el suelo. Una vez localizada la presa, inyectan veneno por medio del aguijón para inmovilizarla para lo cual suelen buscar áreas blandas del tegumento. Una vez capturada, la presa es aplastada con las bases de las coxas de los pedipalpos y los primeros dos pares de patas y es desgarrada con los quelíceros. La digestión es extra oral por medio de jugos digestivos, de tal modo que el alimento semidigerido ingresa al tubo digestivo.

Los escorpiones tienen un complejo cortejo durante la fecundación. Los machos depositan un espermatóforo durante una danza sujetando a la hembra con las quelas de sus pedipalpos. Durante este cortejo, ambos sexos avanzan y retroceden, mientras los machos extienden los peines y barren el sustrato hasta que detectan un sitio en el cual adhieren el espermatóforo. El macho empuja a la hembra hasta que su abertura genital se sitúa sobre el espermatóforo, la hembra lo abre mediante un rápido movimiento de su cuerpo y así el esperma es introducido en su atrio genital. Finalizada la cópula, el macho libera rápidamente a la hembra. Los escorpiones son vivíparos y el desarrollo de las crías tarda entre dos y 18 meses dependiendo de la especie. Inmediatamente luego del nacimiento, las crías suben hacia la parte dorsal de la madre y permanecen ahí sin alimentarse hasta alcanzar el primer estadio, obteniendo agua de la cutícula materna. La dispersión ocurre una vez alcanzado el segundo estadio, entre tres y 14 días después del nacimiento. La mayoría de las especies mudan entre cinco y seis veces antes de llegar al estado adulto y es habitual que los machos tengan un menor número de mudas que las hembras de la misma especie. La longevidad de la mayoría de los escorpiones es de entre dos y cinco años. Una característica distintiva de los escorpiones es la presencia de sustancias químicas fluorescentes en la cutícula. Se utilizan lámparas ultravioleta de mano para la detección de estos animales en estudios nocturnos de campo.

Clasificación

Fet et al. (2000) elaboraron un catálogo de los escorpiones del mundo en el cual consideraron 16 familias, 155 géneros con 1259 especies y a pesar de grandes controversias en la taxonomía

del grupo que aún persisten, este catálogo es considerado como la fuente más actualizada de la taxonomía del grupo.

Familias presentes en Argentina:

Familia Bothriuridae: Esta familia se distribuye en Australia, sudeste de África y América del Sur, y está ampliamente distribuida en la Argentina. Se distinguen por el esterno formando una placa transversal muy pequeña, más ancha que larga. Espinas del telson ausentes y las tibias de las patas sin espinas. Presenta 14 géneros con 135 especies. Ninguno es considerado de importancia médica.

Familia Buthidae: Esta familia se encuentra en las zonas templadas y tropicales del Viejo y del Nuevo Mundo. Es la familia más grande y de mayor distribución. Se distingue por la forma subtriangular del esterno, la presencia de espinas tibiales sobre el 3° y/o 4° par de patas y el telson usualmente con un tubérculo con forma de diente o apófisis subaclear. Presenta 79 géneros y cerca de 700 especies. Incluye géneros de importancia sanitaria.

Importancia sanitaria

Los escorpiones peligrosos pertenecen casi exclusivamente a la familia Buthidae, con géneros de importancia sanitaria tanto en el Viejo como en el Nuevo mundo. Los géneros más importantes del Nuevo Mundo que pueden afectar al ser humano son *Centruroides* y *Tityus*. El género *Centruroides* se halla principalmente en México y Centroamérica y el género *Tityus*, con más de 100 especies, se encuentra desde México hasta Argentina, siendo sus registros más australes los de la provincia de Buenos Aires.

El género *Tityus* tiene hábitos sinantrópicos y es fácilmente identificable por tener pinzas largas y delgadas y una apófisis subaclear en el último segmento del telson. Son escorpiones de mediano tamaño, de aproximadamente siete cm. Si bien el número total de especies del género *Tityus* es alto, sólo seis especies habitan en Argentina, y de ellas sólo tres son de importancia sanitaria: *Tityus carrilloi*, *Tityus confluens* y potencialmente *Tityus bahiensis*. En Ojanguren-Afflastro *et al.* (2021) se describe a *T. carrilloi* como especie nueva y se sostiene que *T. trivittatus*, a pesar de haber sido la especie de importancia sanitaria más señalada, habita en Paraguay y no está presente en Argentina. En la ciudad de La Plata se encuentran bien establecidas dos poblaciones correspondientes a *T. carrilloi* y a *T. confluens*.

En Argentina, en los últimos años, ha habido un importante aumento de la notificación de accidentes por escorpiones y también de casos graves y muertes por sus picaduras, habiéndose relacionado los casos graves y muertes a especies del género *Tityus*. La picadura suele ocurrir accidentalmente cuando el animal se defiende al sentirse agredido. Se puede manifestar con síntomas localizados y transitorios que duran algunos minutos a pocas horas y reacciones sistémicas. El veneno afecta el sistema nervioso, muscular, respiratorio y circulatorio. Las picaduras producen un dolor punzante, por lo que es imposible que pasen inadvertidas. La severidad de las mismas depende del volumen y constitución del veneno inoculado, así como de la zona del

cuerpo picada, los antecedentes de salud de la víctima, su edad y masa corporal, y proximidad de vasos sanguíneos al punto de inoculación. Es especialmente peligroso en niños, dada la relación volumen de veneno/masa corporal. El principal componente del veneno de los escorpiones son las neurotoxinas, siendo la causa más frecuente de muerte la falla cardíaca, la cual puede ocurrir varios días después del envenenamiento. Si los síntomas remiten durante las primeras dos a 12 h después de una picadura, el pronóstico para la recuperación es generalmente bueno. El tratamiento específico es con suero antiescorpión, cuya dosis dependerá de la gravedad del cuadro. En la Argentina se utiliza actualmente la antitoxina fabricada en el Instituto “Carlos Malbrán” de Buenos Aires a partir del veneno de *Tityus carrilloi*. El tiempo transcurrido entre el accidente y la administración del antiveneno es clave para la evolución del paciente. Los que recibieron el suero dentro de las dos horas de ocurrido el accidente tienen buena respuesta.

Control

Los pesticidas no son recomendados como un modo de evitar el ingreso a las viviendas de los escorpiones ni como un medio de control de los que habitan en el interior de las mismas.

Como medidas preventivas se pueden mencionar: Mantener limpios domicilio y peridomicilio; obturar con malla fina (de alambre o plástico) las entradas de rejillas, ventilaciones, desagües, etc.; evitar dejar ropa, material didáctico, y otras clases de elementos de uso frecuente en el piso; hacer todo tipo de acciones de remoción de escombros o movimientos de material de depósito con guantes gruesos y calzado cerrado adecuado; antes de comenzar la limpieza hacer una buena inspección ocular para detectar posibles lugares de refugio de los escorpiones; eliminar cualquier insecto que pueda servirle de alimento (por ejemplo, cucarachas). En caso de producirse una picadura, poner hielo en la zona afectada para retardar el efecto del veneno, tratar de coleccionar (o fotografiar) el animal causante y comunicarse de forma urgente con el Centro de Toxicología de referencia de la zona.

Bibliografía complementaria

- Avigliano, E. (2011). *Escorpiones de Argentina*. Buenos Aires: Vazquez Mazzini.
- Cloudsley-Thompson, J. L. (1993). Spiders and scorpions (Araneae and Scorpiones). En R. P. Lane y R. W. Crosskey (Eds.), *Medical insects and arachnids* (pp. 659-682). London: Chapman & Hall.
- Ferretti, N., Pompozzi, G., Copperi, S., González, A. y Pérez-Miles, F. (1987). Arañas Mygalomorphae de la Provincia de Buenos Aires, Argentina: clave para la determinación de especies. *BioScriba*, 3(1), 15-34.
- Fet, V., Sissom, W. D., Lowe, G. y Braunwalder, M. E. (2000). *Catalog of the scorpions of the world (1758-1998)*. New York: The New York Entomological Society.

- Ojanguren-Affilastro, A., Bizzoto, C., Lanari, L., Lenicov, M. R. y de Roodt, A. (2019). Presencia de *Tityus confluens* Borelli en la ciudad de Buenos Aires y expansión de la distribución de las especies de importancia médica de *Tityus* (Scorpiones; Buthidae) en la Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, Nueva Serie*, 21(1), 101-112.
- Ojanguren-Affilastro, A. A., Kochalka, J., Guerrero-Orallana, D., Garcete-Barrett, B., de Roodt, A. R., Borges, A. y Ceccarelli, F. S. (2021). Redefinition of the identity and phylogenetic position of *Tityus trivittatus* Kraepelin 1898 , and description of *Tityus carrilloi* n. sp. (Scorpiones; Buthidae), the most medically important scorpion of southern South America. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, Nueva Serie*, 23(1), 27–55.
- Sissom, W. D. (1990). Systematics, biogeography, and paleontology. En G. A. Polis (Ed.), *The biology of scorpions* (pp. 64-160). Stanford: Stanford University Press.
- Vetter, R. S. (2008). Spiders of the genus *Loxosceles* (Araneae, Sicariidae): a review of biological, medical and psychological aspects regarding envenomations. *The Journal of Arachnology*, 36(1), 150-163.

CAPÍTULO 15

Acari (excepto Ixodida)

Arnaldo Maciá, María V. Micieli y Marcela Lareschi



Ornithonyssus bursa. Foto: Marcela Lareschi.

Introducción

La subclase Acari de la Clase Arachnida (excepto el Orden Ixodida o garrapatas, que se trata en el capítulo 16) abarca un grupo de artrópodos muy diverso en cuanto a morfología y biología; son cosmopolitas y existen más de 53500 especies, de las cuales unas 250 inciden en la salud humana o la de los animales domésticos. Los registros fósiles más antiguos son del Devónico, de hace más de 400 millones de años. Este capítulo se refiere solamente al conjunto de especies de importancia médica y veterinaria. El daño que provocan se relaciona con su alimentación, ya que para nutrirse se valen de tejidos o fluidos corporales, por lo que viven en el tegumento, ya sea en su superficie o inmersos en el mismo cavando galerías, asociados a glándulas sebáceas

y folículos pilosos, por ejemplo; también pueden inducir dermatitis, reacciones alérgicas, transmitir patógenos o parásitos o formar parte del ciclo de los últimos como hospedadores intermedios. En humanos, el miedo anormal a los ácaros se denomina **acarofobia** y la condición psicológica relacionada con el terror a la infestación con ácaros pero infundada porque los mismos no están presentes, se llama **acariosis delusoria**, aunque este término es infrecuente en la literatura en castellano.

Caracterización

Son de tamaño pequeño a microscópico. El cuerpo no tiene segmentación evidente y está dividido en un **gnatosoma** con los quelíceros y pedipalpos, y un **idiosoma**, con cuatro pares de patas en ninfas y adultos, y tres pares en las larvas. Los especialistas en la sistemática de los diferentes taxones de ácaros emplean otras denominaciones para designar otras regiones del cuerpo que ayudan a ubicar estructuras anatómicas útiles para la clasificación. El idiosoma puede dividirse en un **propodosoma** con los dos primeros pares de patas, y un **metapodosoma** con los dos posteriores (ambos integran el **podosoma**); el **opistosoma** comprende el sector posterior a las patas. También se denomina **histerosoma** al metapodosoma y opistosoma en forma conjunta.

Los **quelíceros** son las piezas bucales primarias y varían en su configuración según la alimentación. Típicamente son trisegmentados, con una quela terminal integrada por un dedo fijo y uno móvil, capaz de agarrar, como en muchos Laelapidae. Pueden estar modificados como órganos de punción y en este caso tener forma fina y aguda, como en el caso de especies parásitas, para perforar la piel y absorber sangre o líquidos tisulares, como en *Dermanyssus*. En otros casos los quelíceros son usados para fijarse al hospedador como en *Eutrombicula*.

Los **pedipalpos** o palpos, apéndices primariamente sensoriales, tienen tres a cinco segmentos, el último presenta a veces el **apotele**, una estructura similar a una uña.

Entre los quelíceros se encuentra la boca. Puede existir un **tritosterno** (que no forma parte del gnatosoma), una placa alargada ventral que ayuda a dirigir fluidos a la abertura oral.

Las **patas** están divididas en coxa, trocánter, fémur, genu, tibia, tarso y pretarso. El último puede tener uñas, empodio o pulvilo o carúnculas (campaniformes o ventosas); existen modificaciones que generan alta variabilidad según el hábito de la especie, y le permiten trepar o adherirse a superficies; a veces se reducen a muñones.

En el idiosoma se reconocen placas de forma y posición importantes para la delimitación de familias, géneros y especies, así como la quetotaxia asociada a ellas y a otras partes del cuerpo. La superficie del tegumento puede presentar ornamentación variada: arrugas, estrías, surcos. En la parte anterior, cuando están presentes, se distinguen los ojos. En la parte ventral media o posterior se encuentran la abertura genital y el ano.

Algunos rasgos anatómicos internos destacables se mencionan a continuación. Las **glándulas salivales** pares se ubican en la porción anterior del idiosoma y secretan enzimas capaces

de producir una digestión preoral, anticoagulantes en ácaros hematófagos, o sustancias cemen-
tantes para fijarse al hospedador. La función excretora es asumida por **glándulas coxales** os-
moreguladoras y uno o dos pares de tubos de Malpighi. La respiración se cumple a través del
tegumento o de tráqueas asociadas a **peritremas**, esclerotizaciones en forma de placa o tubo;
las tráqueas se abren en **estigmas** cuya posición es determinante para la clasificación. Los se-
xos son separados y son ovíparos, ovovivíparos y vivíparos; el macho transfiere el esperma en
forma directa con el edeago, a través de espermatóforos, o utilizando el espermodáctilo, estruc-
tura especializada presente en la quela de los quelíceros en ciertos grupos como *Dermanyssus*.

Biología

El huevo que deposita la hembra en el entorno o retiene en el tracto genital hasta su eclosión,
da origen a una prelarva que no se alimenta y permanece en quiescencia. Luego el ciclo continúa
con la larva de seis patas, la cual luego de una muda se transforma en ninfa. Hay dos o tres
estadios ninfales, denominados sucesivamente protoninfa, deutoninfa y tritoninfa. Finalmente la
ninfa se transforma en adulto. Algunos estadios de desarrollo pueden faltar según los grupos
taxonómicos. Hay un número muy alto de variaciones en la historia de vida de los ácaros, de
modo que resulta difícil establecer generalizaciones; por lo cual las particularidades biológicas
sobresalientes se mencionarán en cada grupo.

Clasificación

Los ácaros actualmente se clasifican en dos grupos mayores (Parasitiformes y Acariformes)
según Dunlop y Alberti (2007), Krantz y Walter (2009) y Zhang (2011), aunque el uso de diferente
nomenclatura para las categorías superiores a familia por distintos autores lleva a confusión a
aquellos que no son especialistas en ácaros. Los términos en negrita son los que se utilizan
actualmente en la taxonomía.

Superorden **Parasitiformes** (o Anactinotrichida) (conservan el plan general de anatomía; las
coxas son libres; tarsos II a IV divididos por una fisura en una porción basal y otra distal; poseen
setas birefringentes bajo la luz polarizada por la presencia de actinoquitina; y tienen tritoesterno,
entre otras características).

Orden **Opilioacarida**

Orden **Holothyrida** (Tetrastigmata)

Orden **Ixodida** (Metastigmata), "garrapatas"

Orden **Mesostigmata** (Gamasida)

Superorden **Acariformes** (o Actinotrichida) (exhiben mayor diversidad anatómica; las coxas
están integradas al podosoma de manera que el trocánter es el primer segmento funcional; tarsos

enteros, sin fisuras; no hay estructuras setosas birefringentes por la ausencia de actinoquitina; y carecen detritoesterno, entre otras características).

Orden **Trombidiformes** (incluye a los **Actinedida** o Prostigmata)

Orden **Sarcoptiformes** (incluye a los **Acaridida** o Astigmata)

Como se observa, la posición de los estigmas traqueales es de gran importancia para la delimitación de los grupos más importantes. Si se excluyen del esquema clasificatorio las garrapatas y los grupos de ácaros primitivos y menos diversos, que no revisten importancia médica y veterinaria (Opilioacarida y Holothyrida), los grupos que abordará este capítulo son:

Mesostigmata: Estigmas dorsolaterales con respecto a las coxas III-IV (reducidos en algunas formas parásitas), con tráqueas asociadas a peritremas alargados hasta la base del gnatosoma; pedipalpos 5-segmentados y móviles, cuyas coxas están fusionadas en el anillo basal; placas esclerotizadas dorsales y ventrales; quelíceros quelados.

Trombidiformes: Estigmas en la base del gnatosoma o ausentes; pedipalpos libres y desarrollados; sin tráqueas; no hay placas esclerotizadas en el idiosoma; quelíceros generalmente punzantes (en lámina o en estilete) o raramente quelados. En algunos casos el cuerpo es vermiforme.

Sarcoptiformes: Sin estigmas ni tráqueas; pedipalpos uni o bisegmentados, pequeños; sin placas esclerotizadas; quelíceros quelados. Nunca son vermiformes.

Importancia médica y veterinaria

Orden Mesostigmata

Familia Laelapidae

Los miembros de Laelapidae están asociados principalmente a roedores y también a algunas aves, ya que los parasitan, encontrándose los ocasionalmente también en sus nidos y madrigueras. *Laelaps echidnina* es un ectoparásito común de las ratas (*Rattus* spp.) y transmite a sus poblaciones el tifus murino. *Rickettsia prowazekii*, el agente causante del tifus epidémico, también fue aislado de la especie cosmopolita *Androlaelaps fahrenheitzi*.

Familia Macronyssidae

Son ectoparásitos hematófagos de reptiles, aves y mamíferos. *Ornithonyssus bacoti* tiene una amplia distribución, parasita a las ratas (*Rattus* spp.) y a otros roedores silvestres; puede atacar a humanos si muere el roedor y a continuación busca otro hospedador. A partir de *O. bacoti* se aislaron numerosos patógenos pudiendo actuar como vector de algunos de ellos (tifus, peste,

tularemia, fiebre Q, entre otros) y experimentalmente se comprobó su participación como hospedador intermediario de filarias. *Ornithonyssus bursa* es ectoparásito de numerosas aves silvestres y domésticas, se encuentra tanto sobre el cuerpo de los hospedadores como en sus nidos y en el ambiente en general. Es una plaga y suele atacar a humanos cuando las aves abandonan sus nidos, generando irritación y dermatitis.

Familia Dermanyssidae

Son ectoparásitos de aves y roedores silvestres. Pasan la mayor parte del tiempo en el nido y atacan para alimentarse de sangre. *Dermanyssus gallinae* es una plaga en gallineros, pero también parasita otras aves. *Liponyssoides sanguineus* se alimenta principalmente sobre el ratón casero (*Mus musculus*) y transmite el agente de la rickettsiosis vesiculosa, *Rickettsia akari*.

Familia Macrochelidae

Macrocheles muscadomesticae vive en el estiércol y se dispersa por foresis sobre las moscas adultas; como es un depredador de sus huevos, se empleó este ácaro para el control biológico de la mosca doméstica.

Orden Trombidiformes

Familia Pyemotidae

Son parasitoides de larvas de insectos (lepidópteros y coleópteros) que viven en cultivos, así como en la paja, heno, pasto, granos almacenados y otros productos derivados de plantas cultivadas o silvestres; es común que provoquen dermatitis e irritación en los trabajadores de la agricultura. *Pyemotes ventricosus* y *Pyemotes tritici* son la causa de la sarna de los granos, que en humanos provoca pápulas acompañadas de dolor intenso, y en casos extremos fiebre, anorexia y vómitos. Como son depredadores se valen de su saliva con toxinas para atacar la presa y esto es lo que produce el mayor daño al hombre cuando clavan sus quelíceros estiliformes. Las hembras son vivíparas: todos los estados preadultos viven dentro del opistosoma, que se distiende enormemente; los machos, una vez que alcanzan el estado adulto inseminan a las hembras apenas aparecen en la abertura genital de la madre.

Familia Tetranychidae

Tetranychus urticae es la “araña roja”, un ácaro herbívoro que provoca daños en plantas cultivadas; ocasiona irritación y molestias en los trabajadores del campo pero el efecto es pasajero.

Familia Demodicidae

La familia contiene sólo al género *Demodex*, que abarca ácaros diminutos, vermiformes, con el tegumento anillado, adaptados para parasitar los folículos pilosos y las glándulas de la dermis de mamíferos silvestres y domésticos y de humanos. Son específicos y la prevalencia en los hospedadores puede llegar a ser muy alta; ocasionalmente son asintomáticos aunque se encuentren en alto número en un individuo, o pueden provocar mucho daño o infecciones secundarias bacterianas. En humanos, *Demodex folliculorum* es el ácaro del folículo piloso y *Demodex brevis* parasita las glándulas sebáceas; ambas especies pueden convivir en una misma persona. *Demodex canis* vive en los perros, principalmente en cachorros de menos de un año y pelo corto; en casos de alta infestación genera zonas depiladas, enrojecimiento de la piel y costras alrededor de los ojos y la boca.

Familia Trombiculidae

Son conocidos como *chiggers* en países de habla inglesa. Posee más de 1200 especies, aunque solo unas 20 atacan a humanos. Tienen un ciclo de vida complejo, en el que cumplen una etapa parasitando principalmente mamíferos y aves, y otra etapa en la que son depredadores de pequeños insectos. Las hembras depositan los huevos en el suelo de una diversidad de hábitats, frecuentemente en campos con pasturas, orillas de ríos, ecotonos entre bosques y praderas, y zonas con intervención antrópica. De los huevos nace una prelarva inactiva, que posteriormente origina una larva hexápoda. Esta larva trepa a los extremos de las hojas de la vegetación y se adhiere a un hospedador que eventualmente se desplaza por el lugar, siendo la única etapa de vida parasitaria. Suelen congregarse en los sitios más aptos para la fijación, como las orejas en roedores o alrededor de los ojos en aves, inglés y piernas de humanos. La larva permanece alimentándose varios días clavando sus quelíceros estiliformes y liberando una saliva que disuelve localmente los tejidos, de modo que succiona linfa y células parcialmente digeridas (no sangre). Tampoco excavan en la epidermis, sino que provocan la formación de un tubo endurecido que se profundiza en la piel llamado **estilostoma**, que en parte es una reacción del hospedador, y a través del cual los fluidos llegan a la boca del ácaro. Una vez repleta, la larva se desprende, muda en el suelo a una protoninfa inactiva, que da lugar a una deutoninfa depredadora. Le sigue una tritoninfa inactiva, que muda al adulto macho o hembra. Los adultos se reco-

nocen porque el cuerpo tiene forma de ocho y está recubierto de setas; son depredadores voraces. Las hembras son inseminadas al contactar el espermatóforo que depositan los machos en el sustrato. El ciclo dura alrededor de 10 días en los trópicos y son por lo tanto multivoltinos, pero en regiones templadas hay una o pocas generaciones anuales.

Eutrombicula alfreddugesi es el “bicho colorado”, ácaro cuya distribución se extiende desde Canadá hasta Argentina. Las larvas (único estadio de vida parásita y de importancia médica y veterinaria) provocan importantes dermatitis. Las picaduras se producen al exponerse al ambiente infestado y comienzan a manifestarse en humanos (hospedador accidental) a las pocas horas, en forma de ronchas acompañadas de picazón; aparecen en gran número donde la indumentaria es ajustada, como en los tobillos y en la cintura. No transmite enfermedades.

Varias especies, principalmente de *Leptotrombidium*, son vectores y reservorios de la rickettsia *Orientia tsutsugamushi*, el agente etiológico de la fiebre tsutsugamushi o “tifus de las malezas”, que ocurre en el sudeste de Asia, India, China, Japón, parte de Australia y Chile, donde es un problema de salud pública. Tienen varios hospedadores (roedores, ganado, perros, insectívoros y otros mamíferos); en humanos producen un cuadro que sin tratamiento y ante complicaciones puede llevar a la muerte.

Orden Sarcoptiformes

Familia Acaridae

Esta familia, junto con Pyroglyphidae, Glycyphagidae y Carpoglyphidae, comprende especies que se alimentan típicamente de hongos, y el sustrato con suficiente humedad como para permitir su desarrollo es fácilmente infestado por sus representantes. Son los ácaros que atacan alimentos almacenados (semillas, frutos secos, productos vegetales, harinas). El manipuleo de éstos lleva al contacto con los ácaros, que generan dermatitis y alergias.

Acarus siro es cosmopolita y es la especie más común en harinas y quesos almacenados, provocando la “sarnilla del panadero”; también es común en camas para la cría de roedores de laboratorio, alimento balanceado y otros materiales que se almacenan para su comercio o consumo.

Familia Pyroglyphidae

Dermatophagoides spp. se alimentan de residuos orgánicos y proliferan donde se acumulan descamaciones de la piel, por lo cual son habitantes comunes del polvo de las habitaciones. Provocan reacciones alérgicas, asma y rinitis generadas por la inhalación de restos de exuvias y excrementos.

Tyrophagus putrescentiae contamina alimentos con alto contenido de proteínas y grasas: jamón, quesos, nueces, etc. También viven en ambientes naturales, siempre con humedad relativa alta (mayor a 80%), óptima para el aumento de sus poblaciones.

Familia Glycyphagidae

Glycyphagus domesticus produce la “sarnilla del almacenero”, es una plaga que afecta verduras, hierbas medicinales, productos de abejas y diversos tipos de alimentos y forrajes.

Familia Carpoglyphidae

Carpoglyphus lactis, el ácaro de la fruta seca, invade productos almacenados ricos en azúcares que incluyen frutas secas, frutas confitadas y bebidas dulces. Produce dermatitis.

Familia Sarcoptidae

Los sarcóptidos son los productores de la sarna sarcóptica, enfermedad que afecta mamíferos y aves. Son ácaros diminutos, globosos, con quelíceros cortantes, cutícula estriada y patas muy cortas, que cavan galerías en la piel, en la cual se cumple todo el ciclo.

Sarcoptes scabiei es el ácaro de la sarna sarcóptica. Se trata de una parasitosis obligada que afecta un amplio rango de mamíferos silvestres y domésticos en todo el mundo. Los adultos miden alrededor de 0,4 mm (hembras) y 0,2 mm (machos) de longitud; se distinguen por los siguientes caracteres: cuerpo redondeado, con parches de escamas triangulares y espinas en la superficie dorsal, mayores en las hembras que en los machos; patas terminadas en pulvilos en forma de ventosas (par I y II en ambos sexos y además par IV de machos) o largas setas (par III y IV de hembras y III de machos); epímeros del par I de patas fusionados en la línea medioventral; un par de espinas verticales inmediatamente detrás del gnatosoma; poro genital transversal cerca del extremo posterior; ano terminal y levemente dorsal.

Cuando un nuevo hospedador es invadido, la hembra cava una depresión temporal en la epidermis, donde es inseminada por un macho; luego busca un nuevo sitio apropiado para iniciar un túnel permanente, que ocupará por el resto de su vida. El túnel se profundiza hasta alcanzar el límite inferior del estrato córneo de la piel, y luego avanza en forma paralela a la superficie a razón de uno a cinco mm/día. A medida que avanza deposita uno a tres huevos por día, durante un mes aproximadamente, al cabo del cual muere. Cada huevo da origen a una larva que sale de la galería y cava una nueva, poco profunda, donde muda a una proto-ninfa, que a su vez muda a una deutoninfa; los tres estadios pueden hallarse también en folículos pilosos.

Las partes del cuerpo más afectadas son la piel entre los dedos, muñecas, escroto, pene, mamas y nalgas; pero otras áreas también pueden tener lesiones (codos, pies, axilas). La sarna produce intenso prurito, que es resultado de una respuesta inmunológica del hospedador más que las galerías excavadas *per se*; tiene varias formas clínicas que van desde pápulas y erupción con picazón hasta la “sarna noruega”, con lesiones costrosas (forma sumamente contagiosa). El rasado puede disminuir la carga de ácaros, pero suele favorecer infecciones bacterianas secundarias. El contagio es por contacto estrecho y puede sumarse el compartir sábanas y prendas de vestir, ya que el ácaro, cuando hay alta humedad ambiental, puede sobrevivir uno a tres días fuera del cuerpo. Los animales domésticos y silvestres son parasitados por *S. scabiei* pero en cada hospedador hay una forma distinta que obedece a variaciones generadas por la fisiología de éste.

Notoedres cati es el causante del “mange” notoédrico en gatos; sus síntomas son prurito, descamación, formación de costras, engrosamiento de epidermis y pérdida del pelo, entre otros. Aparece con más frecuencia en orejas, cara y cuello. Puede afectar humanos luego de exposición prolongada, provocando lesiones en manos y piernas con prurito intenso.

Familia Knemidokoptidae

Poseen estructura similar a la familia anterior, pero no poseen pretarsos o setas largas ni escamas triangulares. El ciclo vital también es parecido. Parasitan aves, atacando la base de las plumas y la piel, provocando sarna knemidocóptica.

Knemidokoptes mutans excava sus galerías bajo las escamas de las patas de aves gallináceas y es el origen de la enfermedad de la “pata escamosa”. *Knemidokoptes gallinae*, en cambio, infesta la epidermis en la inserción de las plumas, con lo cual aparecen zonas desplumadas.

Familia Psoroptidae

Comprende ácaros que no cavan galerías en la piel. Son ovales; los pares de patas III y IV son visibles dorsalmente; los machos tienen dos ventosas copulatorias que se adhieren a tubérculos copulatorios de las hembras; hay un poro en forma de U invertida por el cual se depositan los huevos.

Psoroptes posee escudos dorsales y ventosas pedunculadas; su importancia veterinaria radica en que son el agente causal de la sarna psoróptica de las ovejas (*P. ovis*), caballo (*P. equi*), vaca (*P. bovis*) y otros animales domésticos, al succionar fluidos, principalmente suero que extrae con ayuda de los quelíceros. En la oveja la enfermedad es muy contagiosa y se disemina muy rápidamente por la piel hasta provocar la caída de la lana; las lesiones, costrosas y húmedas en áreas enrojecidas, recrudescen en invierno aunque los ácaros están presentes todo el año sobre el hospedador.

Chorioptes parasita el ganado vacuno y equino, sobre todo en la parte inferior de las patas, cuello y cola, pero a diferencia de *Psoroptes* se alimenta de descamaciones de la piel. Es el agente causal de la sarna coriódica.

Otodectes vive como ectoparásito de las orejas y el canal auditivo de mamíferos carnívoros (perros, gatos, zorros, etc.). El daño por *Otodectes cynotis* se manifiesta como una enfermedad

leve hasta muy severa, con inflamación, prurito, presencia de pus, y que llega a generar rascado intenso, espasmos y convulsiones.

Control

Una medida efectiva para reducir las consecuencias de los ácaros con respecto a la salud humana es evitar o reducir el contacto con la fauna silvestre que es naturalmente hospedadora de muchas especies. Varios tipos de sarna pueden prevenirse removiendo los animales que son fuente de ácaros para los humanos. Los roedores asociados a construcciones y viviendas deben ser controlados. En el caso de los ácaros de alimentos almacenados, indumentaria protectora debe ser usada por los trabajadores que manipulan forrajes, semillas y otros derivados del agro. La infestación por trombicúlidos puede prevenirse no acostándose en áreas del campo donde se sospecha su presencia; no se debe dejar ropa o abrigo sobre el suelo. Los repelentes con DEET también pueden ayudar. Las alergias respiratorias provocadas por ácaros del polvo disminuyen con el lavado periódico de cortinas, aspiración de alfombras y lavado frecuente de ropa de cama.

La acariasis puede ser tratada con la aplicación tópica de acaricidas como lindano y permetrina en la persona afectada y en los convivientes. El tratamiento sistémico implica el uso de ivermectina. Los acaricidas se aplican con varias repeticiones. En el caso del ganado, se utilizan baños con plaguicidas, y en aves de corral, rociados o espolvoreados, complementando con la aplicación en el ambiente, especialmente en sectores que pueden actuar como refugios para los ácaros (grietas, hendiduras, especialmente si conservan humedad).

Bibliografía complementaria

- Arlian, L. G. y Morgan, M. S. (2017). A review of *Sarcoptes scabiei*: past, present and future. *Parasites & vectors*, 10(1), 297.
- Chaisiri, K., McGarry, J. W., Morand, S., y Makepeace, B. L. (2015). Symbiosis in an overlooked microcosm: a systematic review of the bacterial flora of mites. *Parasitology*, 142, 1152-1162.
- Dunlop, J. A. y Alberti, G. (2008). The affinities of mites and ticks: a review. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 46(1), 1-18.
- Jones, B. M. (1950). The penetration of the host tissue by the harvest mite, *Trombicula autumnalis* Shaw. *Parasitology*, 40(3-4), 247-260.
- Krantz, G. W. y Walter, D. E. (2009). *A manual of acarology*. 3rd Ed. Texas Tech University Press.
- Mapstone, S. C., Beasley, A. y Wall, R. (2002). Structure and function of the gnathosoma of the mange mite, *Psoroptes ovis*. *Medical and veterinary entomology*, 16(4), 378-385.
- Zhang, Z. Q. (2013). An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness (Addenda 2013). *Zootaxa*, 3703(1), 1-82.

CAPÍTULO 16

Orden Acari: Garrapatas

Santiago Nava



Amblyomma hadanni. Foto: Mariano Mastropaolo.

Introducción

Las garrapatas son ectoparásitos hematófagos de vertebrados de las clases Amphibia, Reptilia, Aves y Mammalia. Se encuentran distribuidas desde los trópicos, donde está la mayor diversidad, hasta los dos polos. Junto con los mosquitos son los artrópodos vectores de agentes patógenos más relevantes. La importancia veterinaria, económica y para la salud pública de las garrapatas se debe a su capacidad y competencia vectorial para transmitir microorganismos patógenos como protozoos, rickettsias, espiroquetas y virus que afectan a los animales y al hombre,

además de los efectos deletéreos causados por el parasitismo *per se* como disminución en la ganancia de peso en animales de producción en desarrollo, y el potencial para provocar toxicosis, parálisis, irritación y alergia a sus hospedadores.

Las garrapatas son principalmente parásitos de animales silvestres, pero la baja especificidad por el hospedador de varias especies de este suborden deriva en diferentes patrones de infestación en humanos o animales de producción o compañía. Estas nuevas asociaciones parásito-hospedador se relacionan en gran medida a la introducción en un territorio particular de animales domésticos o exóticos, y a los disturbios ambientales por causas antrópicas. A nivel mundial existen alrededor de 984 especies válidas de garrapatas: 762 de la familia Ixodidae, 221 de Argasidae y una de Nuttalliellidae. En Argentina se han registrado hasta el momento 43 especies de la familia Ixodidae distribuidas en cinco géneros (25 de *Amblyomma*, una de *Dermacentor*, dos de *Haemaphysalis*, 12 de *Ixodes* y tres de *Rhipicephalus*) y 13 de la familia Argasidae pertenecientes a tres géneros (cinco de *Argas*, siete de *Ornithodoros* y una de *Otobius*). Las tres especies del género *Rhipicephalus* presentes en Argentina no son endémicas de la región Neotropical, sino que han sido introducidas desde el viejo mundo con el transporte de ganado bovino y perros.

Caracterización

Las garrapatas presentan el **hipostoma** dentado, palpos con cuatro segmentos y tarsos de la pata I con **órgano de Haller**.

Familia Ixodidae

El cuerpo de los miembros de la familia Ixodidae consta de dos partes, gnathosoma e idiosoma. El gnathosoma está compuesto por el **basis capituli** y el rostro. Este último está formado por un par de palpos con cuatro artejos (estructuras móviles localizadas al costado del rostro y que tienen funciones sensoriales), un par de quelíceros localizados entre los palpos y con dígitos funcionales para cortar la piel del hospedador, y el hipostoma, que posee un número variable de filas de dientes y que se utiliza como órgano de fijación al tegumento del hospedador. El idiosoma presenta en su superficie dorsal una placa esclerotizada denominada escudo, que en larvas, ninfas y hembras es incompleto mientras que en los machos es completo, cubriendo la casi totalidad de la superficie del idiosoma. En adultos, de acuerdo a la especie, el escudo puede ser ornamentado o no. Los ojos, que no están presentes en todos los géneros, se encuentran en los márgenes antero-laterales del escudo dorsal. El idiosoma tiene una parte no esclerotizada, el **notum**, que se expande en larvas, ninfas y hembras cuando estos estadios se alimentan.

La superficie ventral de las especies de la familia Ixodidae se caracteriza por la presencia en el primer artejo de las patas, las coxas, de una o dos espinas cuya longitud y forma tienen valor taxonómico. También se distinguen la apertura genital (ausente en ninfas y larvas), ubicada usualmente entre el segundo y tercer par de coxas, la apertura anal, ubicada central y posteriormente al último par de coxas, un par de placas espiraculares que corresponden a las aperturas al exterior del sistema respiratorio y que están ubicadas detrás del cuarto par de coxas (ausente en las larvas).

Las diferencias morfológicas entre los tres estadios parasíticos de la familia Ixodidae (larva, ninfa y adultos), son bien conspicuas. Las larvas poseen tres pares de patas y carecen de apertura genital y placas espiraculares, y las ninfas poseen cuatro pares de patas como los adultos pero a diferencia de éstos no tienen apertura genital. A su vez los adultos tienen dimorfismo sexual. En machos el escudo cubre prácticamente por completo la superficie dorsal mientras que en las hembras se restringe a la mitad anterior. En la superficie dorsal del basis capituli de las hembras se distinguen una par de depresiones formada por un cluster de poros, llamadas áreas porosas, que no están presentes en los machos.

Familia Argasidae

En el caso de la familia Argasidae, a diferencia de lo que ocurre en Ixodidae, el escudo dorsal está ausente en adultos y ninfas, siendo vestigial en las larvas de algunos géneros. La cutícula puede ser rugosa, granulosa, mamelonada, y con presencia de tubérculos o discos. El dimorfismo sexual es poco acentuado externamente y en la mayoría de las especies, salvo las del género *Antricola*, los adultos solo se diferencian por la forma de la apertura genital. El capítulo, también compuesto por el hipostoma y un par de palpos, se sitúa ventralmente en las ninfas y adultos, estando alojado en una depresión denominada **camerostoma**. En las larvas el capítulo es terminal. El camerostoma está recubierto por una proyección anterior del idiosoma (**capucha** o **capuchón**). A sus lados, el camerostoma tiene un par de proyecciones flexibles (**mejillas**). Las áreas porosas están ausentes en las hembras. Los espiráculos son pequeños, están localizados entre las coxas III y IV y solo están presentes en adultos y ninfas. Entre las coxas I y II existen un par de glándulas denominadas coxales que se abren en poros pares. Cuando están presentes, existen dos pares de ojos localizados en los pliegues laterales donde las coxas articulan con el idiosoma.

Principales diferencias morfológicas y biológicas entre los adultos de las familias Ixodidae y Argasidae

<u>Ixodidae</u>	<u>Argasidae</u>
Escudo dorsal	Sin escudo dorsal
Dimorfismo sexual evidente	Sin dimorfismo sexual evidente
Capítulo terminal, visible dorsalmente	Capítulo ventral, no visible dorsalmente (excepto en larvas, donde es terminal y visible dorsalmente)
Se alimentan lentamente (días)	Se alimentan rápidamente (horas)
Coxas con espinas	Coxas sin espinas
Se alimentan una sola vez en cada estadio.	Se alimentan varias veces en cada estadio, excepto en el estadio larval

Familia Nuttalliellidae

Esta es una familia monotípica que solo está representada por la especie *Nuttalliella namaqua*, presente únicamente en África. Comparte algunos caracteres morfológicos con las familias Argasidae e Ixodidae, pero también posee algunos caracteres exclusivos. Las similitudes con la familia Ixodidae comprenden la presencia de un capítulo apical y de pseudoescudo, y la carencia de órganos ventrales pares. La forma del tegumento, las coxas sin espinas y la ausencia de áreas porosas son caracteres que comparte con la familia Argasidae. Entre los caracteres exclusivos, se destacan la valva anal con setas, la estructura del órgano de Haller y la estructura de la placa espiracular.

Biología

El ciclo biológico de las especies de Argasidae comprende huevo, larva, dos o más estadios ninfales y adultos (machos y hembras). Los preimagos deben alimentarse antes de mudar al estadio siguiente, pero en algunas especies las larvas no alimentadas mudan a ninfas y, en otras, las ninfas del primer estadio sin alimentar mudan al segundo estadio ninfal. Los adultos se alimentan en forma repetida y copulan fuera del hospedador, aunque en algunos casos, como por ejemplo el género *Otobius*, las hembras son autogénicas. Las ninfas y adultos se alimentan rápidamente (menos de una hora) pero las larvas permanecen fijadas a su hospedador por varios días. La mayoría de las especies de esta familia son nidícolas o habitan en cuevas ocupadas por sus hospedadores y suelen ser longevas.

En la familia Ixodidae, el ciclo biológico comprende huevo, larva, ninfa y adultos (machos y hembras). Las larvas y ninfas se alimentan por varios días, posteriormente se desprenden de su hospedador y mudan al estadio siguiente. Con excepción de varias especies del género *Ixodes*, de al menos una del género *Amblyomma* y de unas pocas que presentan partenogénesis, los

adultos copulan exclusivamente sobre el hospedador. Tras completar su alimentación las hembras fecundadas se desprenden de su hospedador, oviponen de cientos a miles de huevos (según la especie) en el ambiente, y luego mueren. Tras un período variable de incubación de los huevos, que depende de la especie y de las condiciones climáticas, eclosionan las larvas que reinician el ciclo tras fijarse a un nuevo hospedador. La mayor parte de las especies de Ixodidae tienen ciclos biológicos de tres hospedadores (larvas, ninfas y adultos se alimentan sobre diferentes individuos que pueden o no pertenecer a diferentes especies), no obstante en algunas especies del género *Hyalomma* y de la subfamilia Rhipicephalinae el ciclo es de un hospedador (los tres estadios se alimentan secuencialmente sobre el mismo hospedador) o de dos hospedadores (larvas y ninfas se alimentan sobre el mismo hospedador individual, la ninfa se desprende y muda a adulto en el ambiente, y los adultos parasitan a un segundo hospedador).

Clasificación

(Con asteriscos se indican los géneros presentes en Argentina)

Orden Acari

Suborden Ixodida

Familia Argasidae

Género *Argas**

Género *Ornithodoros**

Género *Antricola*

Género *Otobius**

Género *Nothoaspis*

Familia Ixodidae

Género *Ixodes**

Género *Amblyomma**

Género *Haemaphysalis**

Género *Dermacentor**

Género *Rhipicephalus**

Género *Africaniella*

Género *Anomalohimalaya*

Género *Archaeocroton*

Género *Bothriocroton*

Género *Cosmmiomma*

Género *Hyalomma*

Género *Margaropus*

Género *Nosomma*

Género *Rhipicentor*

Género *Robertsicus*

Género *Compluriscutula*[†]

Género *Cornupalpatum*[†]

Familia Nuttalliellidae

Género *Nuttalliella*

Importancia médica y veterinaria

Algunas especies de garrapatas son parásitos usuales de animales domésticos, pudiendo observarse en algunos casos niveles muy altos de infestación, y también determinadas especies son registradas con frecuencia parasitando humanos. Como se mencionó anteriormente, existen efectos directos del parasitismo por garrapatas sobre sus hospedadores, como disminución en la ganancia de peso en animales en crecimiento, dermatosis, anemia, otoacariasis, parálisis por inoculación de toxinas, irritación, y el facilitamiento del desarrollo de miasis o infecciones bacterianas secundarias. Asimismo, las garrapatas cobran importancia médico-veterinaria por su rol como vectores de microorganismos patógenos, entre los que se puede mencionar a los virus, bacterias de los géneros *Rickettsia*, *Borrelia*, *Anaplasma*, *Ehrlichia* y *Coxiella*, y protozoos de los géneros *Babesia* y *Theileria*. Estos agentes causan enfermedades en animales domésticos como babesiosis, anaplasmosis, theileriosis, ehrlichiosis, tularemia, fiebre Q, fiebre porcina y espiroquetosis, entre otras, y en humanos como las fiebres manchadas, encefalitis, enfermedad de Lyme, fiebre hemorrágica de Crimea-Congo y fiebre Q.

Desde el punto de vista veterinario, las dos garrapatas con mayor impacto en Argentina son especies introducidas desde el viejo mundo: *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* y *Rhipicephalus sanguineus*. La primera es la especie con mayor impacto para la ganadería no solo en Argentina sino también a nivel mundial. Las pérdidas económicas debidas a los efectos físicos directos sobre los bovinos, a los costos asociados al control, y a la transmisión de *Babesia bovis*, *Babesia bigemina* y *Anaplasma marginale* (agentes causales de la babesiosis y anaplasmosis bovina), se estiman en cientos de millones de dólares. En Argentina *Rhipicephalus sanguineus* es el vector de importantes patógenos de perros como *Ehrlichia canis*, *Babesia canis vogeli* y *Hepatozoon canis*. Con respecto a la importancia médica de las garrapatas en Argentina, las especies más relevantes pertenecen al género *Amblyomma*. Esto se debe no solo porque son propensas a parasitar humanos, sino también por su capacidad y competencia vectorial para transmitir *Rickettsia rickettsii* y *Rickettsia parkeri*. Estas dos rickettsias son agentes causales en Argentina de fiebres manchadas en humanos, y una de ellas, la provocada por *R. rickettsii*, tiene una considerable tasa de letalidad.

Control

En la actualidad el control de las garrapatas se basa casi exclusivamente en el uso de acaricidas químicos sintéticos. Aunque se han desarrollado o probado otras herramientas tales como vacunas contra garrapatas, control biológico o acaricidas no sintéticos en base a aceites esenciales, en la práctica ninguna de ellas se ha logrado constituir en una alternativa funcional de uso extendido. Los grupos químicos utilizados en formulaciones comerciales de acaricidas son piretroides, organofosforados, formamidas, fenilpirazoles, avermectinas, benzoilureas y isoxazolinas. De acuerdo a la formulación y al grupo químico, los modos de aplicación de los acaricidas comprenden baños de inmersión, aspersión, inyectables, *pour-on* o derrame dorsal, y comprimidos masticables.

Bibliografía complementaria

- Barros-Battesti, D. M., Arzua, M. y Bechara, G. H. (2006). *Carrapatos de importancia médico-veterinaria da regio Neotropical: um guia ilustrado para indentificação de espécies*. Sao Paulo: Vox/ICTTD-3/Butantan.
- Boero, J. J. (1957). *Las garrapatas de la República Argentina (Acarina: Ixodoidea)*. Buenos Aires: Departamento Editorial de la Universidad de Buenos Aires.
- Campos Pereira, M., Labruna, M. B., Szabó, M. P. J. y Klafke, G. M. (2008). *Rhipicephalus (Boophilus) microplus. Biología, controle e resistencia*. Sao Paulo: MedVet.
- Estrada-Peña, A. (2015). *Garrapatas: Morfología, fisiología, ecología*. Zaragoza: Servet.
- Guglielmone, A. A. y Nava, S. (2013). Epidemiología y control de las garrapatas de los bovinos en la Argentina. En A. Nari, C. Fiel (Eds.), *Enfermedades parasitarias con importancia clínica y productiva en rumiantes: fundamentos epidemiológicos para su diagnóstico y control* (pp. 441-456). Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur.
- Guglielmone, A.A., Nava, S. y Robbins, R.G. (2021). *Neotropical hard ticks (Acari: Ixodida: Ixodidae): A critical analysis of their taxonomy, distribution, and host relationships*. Cham: Springer.
- Nava, S., Venzal, J. M., González-Acuña, D., Martins, T. F. y Guglielmone, A. A. (2017). *Ticks of the Southern Cone of America: Diagnosis, distribution and hosts with taxonomy, ecology and sanitary importance*. London: Elsevier, Academic Press.
- Núñez, J. L., Muñoz Cobeñas, M. y Moltedo, H. (1982). *Boophilus microplus. La garrapata común del ganado vacuno*. Buenos Aires: Hemisferio Sur.

CAPÍTULO 17

Artrópodos vulnerantes

Arnaldo Maciá, María V. Micieli y Mariano Lucía



Bombus bellicosus. Foto: Mariano Lucía.

Introducción

En esta denominación informal se incluyen los artrópodos que pueden provocar una lesión en el ser humano (y en algunos animales domésticos) ya sea a través de picaduras, por el contacto con sustancias tóxicas que sintetizan, o por la inducción de una respuesta inmunológica. Por lo tanto, se refiere a especies que son de importancia principalmente médica no vinculada a la transmisión de patógenos. Existen representantes de artrópodos vulnerantes en los órdenes

Blattodea, Ephemeroptera, Hemiptera, Thysanoptera, Coleoptera, Lepidoptera, e Hymenoptera dentro de la clase Hexapoda, los órdenes Scorpionida, Araneae y Acari dentro de la clase Chelicerata y el orden Scolopendromorpha dentro de la Clase Chilopoda. Blattodea, Araneae, Scorpionida y Acari han sido tratados en los capítulos 2, 13, 14 y 15 respectivamente y por lo tanto son excluidos aquí.

Las lesiones pueden ser originadas por un **daño mecánico**, o por la introducción en los tejidos de **sustancia alergénicas, toxinas o venenos**. El **daño mecánico** puede ser provocado por laceraciones en la piel producidas por el aparato bucal del insecto y reviste una importancia menor por la magnitud del daño que ocasiona y por ser accidental. Las **sustancias alergénicas** provocan alergias luego de un proceso de sensibilización que se produce en forma inmediata, a mediano plazo o pueden hacerse crónicas según la intervención del sistema inmunológico. Las **toxinas** son moléculas o compuestos químicos resultantes de la actividad metabólica de un organismo y que dañan a otro organismo al contactarla o ingerirla. En cambio los **venenos** son mezclas de toxinas y otras sustancias sintetizadas en el interior de glándulas especializadas de un artrópodo y que están asociadas a estructuras que permiten su inyección o rociado en el tegumento de otro animal.

La función de las toxinas y los venenos es la **defensa** ante depredadores o agresores y la **ofensa** para la inmovilización, captura o muerte de presas. Los venenos y las toxinas son introducidos mediante estructuras tegumentarias especializadas, como aguijones (transformación del ovipositor), piezas bucales, setas y espinas cuticulares.

Las reacciones alérgicas necesariamente se inician con el contacto con un artrópodo, y dicho contacto puede producirse en forma directa, cuando el artrópodo toca la piel, o indirecta, cuando el contacto es con una parte separada del cuerpo del artrópodo. Esto sucede, por ejemplo, cuando se inhalan partículas desprendidas del tegumento o fragmentos de exuvias suspendidas en el aire (suele ser la causa de alergia a los ácaros, los efemerópteros y las cucarachas), o la irritación de la piel generada por pelos urticantes de lepidópteros adheridos a la ropa tendida para su secado al sol. La reacción del sistema inmunitario puede involucrar desde una respuesta local leve, una sensibilización crónica, una desensibilización ante exposiciones repetidas, y en casos extremos, la muerte por shock anafiláctico, dependiendo de la interacción que se produzca entre dicho sistema y la toxina, veneno o el antígeno.

La **patogenia** se puede producir de dos maneras:

- 1) **Acción directa del veneno:** intervienen mediadores químicos y enzimas, produciendo síntomas diversos como ardor, eritema, edema, prurito, dolor y otros.
- 2) **Respuesta inmunológica:** cuando los antígenos presentes en el veneno ocasionan hipersensibilidad a través de la intervención de inmunoglobulinas.

La **sintomatología** comprende el conjunto de manifestaciones clínicas asociadas a la picadura:

- 1) **Leve:** síntomas (edema y urticaria) que se manifiestan en un período que abarca desde horas a pocos días, en forma local (en el sitio de la picadura o en las cercanías).

- 2) **Moderada**: cuando los síntomas se extienden en el tiempo y se generalizan en el cuerpo de la persona que recibió la picadura.
- 3) **Severa**: crisis anafiláctica, o reacción mediada aguda que involucra sistemas u órganos y rápidamente puede poner en peligro la vida. Puede abarcar diferentes **síndromes** (conjunto de signos y síntomas) según el sistema que afecte: generalizado (ansiedad, excitación psicomotriz, fiebre, debilidad muscular, sudoración), respiratorio (sensación de constricción torácica, disnea, sofocación, asfixia -edema de glotis y de laringe-), urinario, circulatorio (taquicardia, cianosis, hipotensión), digestivo (náusea, vómitos, diarrea, calambres abdominales), nervioso (cefalea, vértigo, confusión, coma).
- 4) **Choque (shock)**: es el grado más severo de anafilaxis que sin tratamiento lleva a la muerte por paro cardio-respiratorio en tiempo breve.

Orden Hymenoptera

Comprende los subórdenes Symphyta (con el abdomen ampliamente unido al tórax y con larvas eruciformes) y Apocrita (con el primer segmento abdominal incorporado al tórax formando el propodeo y el segundo segmento abdominal unido estrechamente a esta región híbrida). Para evitar confusiones en la identificación del tagma, los especialistas emplean los términos mesosoma (tórax + primer segmento abdominal unido al tórax) y metasoma (el resto de los segmentos abdominales). Los Apocrita incluyen la Serie Terebrantia (= Parasítica), con ovipositor adaptado para perforar los tejidos, y la Serie Aculeata, con ovipositor adaptado para picar e introducir veneno en los tejidos. Varias familias de Aculeata pueden tener importancia médica: Apidae, Halictidae, Megachilidae, Sphecidae, Vespidae, Pompilidae, Formicidae, Mutillidae y otras de menor importancia.

El aparato de defensa y ofensa de los himenópteros es una estructura que resulta de la transformación del ovipositor. Por lo tanto, solo las hembras lo poseen. El aparato para picar de los Aculeata es empleado para inmovilizar presas, que servirán como recurso alimenticio de las larvas, o para evitar ataques de depredadores u otros organismos que puedan agredir a individuos o colonias, como es el caso de las abejas. Dicho aparato comprende el **aguijón**, un grupo de estructuras quitinosas que permiten la punción, **músculos** asociados que permiten el movimiento de las piezas rígidas, y **glándulas**. Éstas resultan de la modificación de las glándulas accesorias del aparato reproductor de la hembra, y son la **glándula del veneno** y su **reservorio** o saco de veneno, y las **glándulas de Dufour**, cuya secreción posee funciones que varían según los grupos de Apocrita desde elaborar compuestos que intervienen en la construcción del nido hasta señales de comunicación.

Las familias que revisten interés porque pueden picar al humano se enuncian en la siguiente lista:

- Superfamilia Apoidea
 - Anthophila (“abejas”)
 - Familia Apidae
 - Subfamilia Apinae
 - Tribu Apini
 - Tribu Bombini
 - Subfamilia Xilocopinae
 - Tribu Xilocopini
 - Familia Halictidae
 - Familia Megachilidae
 - Avispas apoideas
 - Familia Sphecidae
- Superfamilia Vespoidea
 - Familia Vespidae
 - Subfamilia Polistinae
 - Subfamilia Vespinae
 - Familia Pompilidae
 - Familia Formicidae
 - Familia Mutillidae

Familia Apidae

La familia Apidae es el grupo de abejas más diverso a nivel mundial, y el más numeroso en la Argentina. Presentan gran variedad de formas, desde pequeñas y glabras, a grandes y pilosas, que pueden llegar a alcanzar hasta 40 mm. Es un grupo muy numeroso y heterogéneo, utilizan gran variedad de sustratos para nidificar desde madera de troncos, ramas, tallos huecos como así también en el suelo. Dentro de esta familia existe una gradación de socialidad, desde grupos que poseen comportamiento solitario, en el cual una hembra construye su nido y ovipone en él, hasta verdaderos eusociales, donde existen colonias con división de trabajo con castas, pasando por varios estadios entre estas dos modalidades de vida. Además, existen grupos con comportamiento parásito.

Subfamilia Apinae

Tribu Apini.

Género *Apis*.

El género *Apis* reúne a las abejas domésticas. Actualmente se reconocen 10 especies agrupadas en tres subgéneros (*Apis*, *Megapis* y *Micrapis*). En el Neotrópico solamente se encuentra el subgénero *Apis*, representado por *Apis mellifera*. Las abejas del género *Apis* son eusociales y en condiciones naturales hacen sus nidos expuestos o en cavidades tales como huecos en las

rocas o en los árboles. Forman colonias permanentes, que pueden sobrevivir indefinidamente, integradas por dos castas de hembras: reina y obreras, y por los machos o zánganos; solo la reina tiene la capacidad de oviponer huevos fecundados ya que las obreras son estériles. Los machos casi nunca se hallan fuera de la colonia. Hay 10 especies: *Apis mellifera* (abeja melífera), *Apis dorsata* (abeja gigante), *Apis florea* (abeja enana), *Apis cerana* (abeja asiática), *A. andreniformis*, *A. koschevnikovi*, *A. nulensis*, *A. laboriosa*, *A. bringhami* y *A. nigrocincta*. *Apis mellifera* es la abeja cosmopolita utilizada comercialmente, que causa la mayoría de los casos de ataque por aguijón y los casos de muerte (las otras especies son de Europa, Asia y África). *Apis mellifera* ha sido separada en más de diez razas, las que se caracterizan por diferencias en su agresividad. La abeja italiana, *A. m. ligustica*, representa la raza de mayor explotación comercial. La subespecie africana *A. m. scutellata* es conocida por su gran agresividad y es referida en la literatura como la "abeja africana". La abeja africana fue introducida en apiarios del Brasil en 1956, para mejorar la industria apícola en América del Sur, al cruzarla con cepas europeas. Algunas reinas y obreras escaparon en 1957, y desde entonces la abeja africana y sus híbridos (conocidos como la abeja brasileña o abeja africanizada) se diseminaron en el Brasil y países vecinos, donde causan ataques en masa, los que resultan en casos de muerte de humanos y ganado. Morfológicamente es indistinguible de la abeja melífera europea, y el veneno de ambas es cuantitativa y cualitativamente igual, pero el umbral de irritación de la abeja africanizada es mucho más bajo, de modo que difieren fundamentalmente en el comportamiento de defensa de la colonia.

El aguijón de las abejas melíferas obreras posee la estructura más eficiente para la defensa de la colonia o panal. Las lancetas, a diferencia de otros himenópteros, son aserradas, con los dientes dirigidos en forma retrorsa, de manera que una vez que lo introducen en la piel, no pueden retirarlo y queda clavado después de picar. El insecto muere como consecuencia de que se arranca el extremo abdominal con parte de los órganos internos. Sólo pican una vez; pero hay feromonas de alarma que se emiten cuando se produce la picada, lo cual desencadena el comportamiento de ataque en enjambre.

Tribu Bombini

Esta tribu en Argentina incluye dos géneros, *Bombus* y *Psithyrus* (este último, parásito social de *Bombus*). Las especies de *Bombus* son eusociales primitivas y sus colonias, en Argentina, son temporarias, porque la mayoría de los individuos que la forman mueren ante el invierno, y sólo las reinas jóvenes, fertilizadas a finales del verano y principios del otoño, hibernan para reaparecer en primavera, cuando buscan un lugar para establecer una nueva colonia. Generalmente aprovechan los nidos construidos por otros animales, cavidades naturales del suelo, lugares escondidos entre la vegetación, piedras o viviendas. En sitios donde los nidos son abundantes suelen ocurrir accidentes con picaduras para las personas que inadvertidamente pisan los nidos o pasan cerca de sus entradas. Debido a la morfología del aguijón pueden agujinear varias veces. En Argentina, la especie más ampliamente distribuida y más frecuente es *Bombus pauloensis*.

Los miembros de la familia Apidae son polinizadores importantes de muchas especies vegetales naturales como cultivadas, de modo que el control debe restringirse únicamente a los casos en que las colonias se sitúan en sitios donde la actividad de vuelo de sus miembros (principalmente entre la colmena o colonia y una fuente de alimento como un parche con flores) incluye una zona donde transitan personas o cerca de donde viven; asimismo, cuando las colonias se establecen en construcciones humanas. La remoción de la colonia debe ser llevada a cabo por personas idóneas con el equipamiento adecuado (indumentaria y herramientas), y solo en casos excepcionales pueden usarse insecticidas.

Subfamilia Xylocopinae

Tribu Xylocopini

Género *Xylocopa*

Esta tribu incluye sólo a *Xylocopa* y tienen hábitos solitarios, sin embargo, existe una tendencia hacia el gregarismo y al comportamiento social facultativo. Son llamadas abejas carpinteras debido a su modo de nidificación. Son abejas grandes a muy grandes, negro con brillo metálico. Se pueden confundir con los abejorros del género *Bombus*, sin embargo las especies del género *Xylocopa* se diferencian fácilmente de las de *Bombus* por la presencia de escopa (estructura para la recolección de polen formado por la tibia y el basitarso de la pata posterior). Construyen sus nidos preferentemente en madera decadente de árboles de madera dura o cavidades de cañas. Los nidos constan generalmente de una o varias galerías adyacentes, excavadas con las mandíbulas y conectadas con el exterior por medio de una entrada de forma circular o elíptica. A lo largo de las galerías se disponen celdas de cría, donde la hembra acumula una masa de polen y néctar sobre la que deposita un único huevo. Cada celda es sellada por medio de tabiques compuestos por aserrín y secreciones glandulares. La picadura se produce accidentalmente porque no son agresivas y produce dolor moderado, sin mayores consecuencias para la salud. Los machos suelen mostrar una actitud intimidatoria, zumbando en las cercanías de los nidos, pero no pueden picar.

Familia Halictidae

Comprende especies de tamaño variado, desde pequeño a mediano, de hábitos solitarios a primitivamente eusociales. Tienen el cuerpo generalmente de color metálico verde, azul, rojo, sin embargo se pueden encontrar especies de color oscuro (negro) con algunos sectores metálicos. Los nidos son frecuentemente complejos, excavados en suelos, excepto algunas especies que pueden nidificar en madera en descomposición. A veces se posan sobre la piel atraídas por la sudoración; cuando son molestadas pueden clavar el aguijón, aunque en este caso también la picadura es poco dolorosa y de efecto efímero.

Familia Megachilidae

Abejas de tamaño pequeño a mediano (5-16 mm), de amplia distribución en Argentina. Las hembras de la mayoría de las especies se caracterizan por tener el aparato recolector de polen

sobre la parte ventral del metasoma (escopa metasomal). La mayoría de las especies utilizan cavidades preexistentes en troncos, maderas o paredes para construir sus nidos. Algunas de las especies de esta familia son llamadas “abejas cortadoras de hojas” debido a que utilizan trozos de hojas prolijamente cortadas de forma elíptica o redondeada para la construcción de sus nidos. Sin embargo, otras especies utilizan trozos de pétalos o resinas de plantas que son mezclados con saliva y barro. La picadura es de dolor fugaz y el daño obedece más a la acción mecánica del aguijón que al veneno; no son agresivas.

Familia Sphecidae

En la región Neotropical se conocen alrededor de 200 especies. En general sus colores son oscuros y opacos y pueden presentar marchas amarillas o rojizas. Se les llama a veces avispas alfareras porque realizan sus pequeños nidos con barro, con una o varias cámaras; dentro de cada una depositan un huevo y lo aprovisionan con insectos y arañas para permitir la alimentación de sus crías luego de la eclosión. Suelen ser vistas en vuelos repetidos de ida y vuelta entre el lugar de nidificación y un cuerpo de agua de donde obtienen el barro. Construyen generalmente en las inmediaciones de viviendas, por lo cual pueden picar a las personas dada la cercanía con las casas, aunque no son agresivas y eso ocurre al manipularlas o cuando accidentalmente quedan bajo la ropa. El veneno no es muy doloroso y no suele ocasionar complicaciones serias para la salud.

Superfamilia Vespoidea

Familia Vespidae

Los Vespidae (avispa) poseen el pronoto extendido lateralmente hasta la tégula, y las alas en reposo, en la mayoría de los casos, se pliegan longitudinalmente sobre el abdomen. La familia Vespidae cuenta en la actualidad con alrededor de 4500 especies de avispas descritas en todo el mundo. Los adultos usan como fuente de alimento el néctar de las flores, sustancias azucaradas que proveen algunos “homópteros” y las larvas son alimentadas de manera masiva o progresiva con larvas de otros insectos y néctar de flores, o con este último solamente. El comportamiento social va de solitarias a sociales. Las especies sociales (unas 800 especies) usan su aguijón en defensa de la colonia y en algunos casos revisten cierta peligrosidad porque pueden atacar en enjambre. El tamaño de la colonia varía entre decenas a miles de individuos. La picadura produce sólo un dolor ligero y temporario.

Subfamilia Polistinae

Género *Polistes*

Se las conoce como “avispa cartonera” porque construyen sus nidos con una mezcla de secreciones salivales y fibras vegetales (las cuales previamente mastican hasta producir una pasta de celulosa), de modo que los panales están constituidos por láminas similares al papel o cartón. Forman un solo “piso” de celdas, sin cobertura, unido al sustrato por un pedicelo rígido; la abertura de las celdas se dirige hacia abajo. En cada colmena hay aproximadamente

200 individuos. En regiones tropicales las colonias son continuas a lo largo de las estaciones y en regiones templadas el desarrollo se interrumpe en el invierno, luego del cual las hembras fecundadas sobrevivientes comienzan colonias nuevas en la primavera. Las especies que hacen sus panales en viviendas humanas pueden tener importancia médica por el contacto estrecho con el hombre.

Género *Polybia*

La especie más conocida en nuestro país es *Polybia scutellaris*, "camuatí". Son avispidas pequeñas, con dos manchas cuadrangulares amarillas sobre el tórax y el abdomen totalmente negro. Sus colonias habitan grandes panales cerrados, con prolongaciones agudas similares a espigas, adheridos a ramas de árboles o arbustos. En el interior hay múltiples "pisos" de celdas. Es frecuente observarlos también en edificaciones: bajo aleros de techo y alféizares de ventanas, marcos de puertas, postes, etc. Pueden verse gran número de individuos pero muchas de estas avispas son machos, que no pueden picar, mientras que las hembras están principalmente involucradas en el apareamiento y la agregación y rara vez pican. En primavera hay más incidencia de picaduras, cuando las avispas agregadas salen de la hibernación. Sin embargo, la mayoría de las picaduras ocurren cuando se perturban los nidos.

Subfamilia Vespinae

Géneros *Provespa*, *Vespa*, *Vespula* y *Dolichovespula*

La subfamilia Vespinae incluye a los véspidos más importantes desde el punto de vista médico, y comprende los siguientes géneros: *Provespa* (distribución tropical, sudoeste de Asia), *Vespa* (tropical y templada), *Vespula* y *Dolichovespula* (templada).

Vespa spp. o "avispones" (por su gran tamaño): hay 22 especies. No existen especies de *Vespa* originarias del nuevo mundo y recientemente *Vespa orientalis*, una especie principalmente europea y centroasiática, fue reportada por primera vez en Chile. Las colonias son iniciadas, en las regiones templadas, por hembras fecundadas (reinas) luego de la hibernación. Pueden nidificar en árboles o arbustos, bajo el alero de viviendas o bajo cualquier tipo de edificación humana, o bajo tierra. Cazan insectos, y algunas especies pueden ocasionar daños en colmenas de abejas melíferas. No se alimentan de néctar, pero pueden ser atraídos por frutas maduras y la miel. Pueden atacar en enjambre. En China, *Vespa velutina* puede producir decenas de muertes humanas anuales; es además una importante especie invasora en Europa.

Vespula spp. y *Dolichovespula* spp. o "chaqueta amarilla", nombre común que alude al patrón negro y amarillo del tegumento. Existen alrededor de 26 especies entre ambos géneros. Son avispas de zonas templadas del norte de Europa, norte de África, Asia y América del Norte. Las reinas fecundadas originan nuevas colonias posteriormente al invierno. Los nidos de *Vespula* son en su mayoría subterráneos, aunque también aprovechan techos, galpones y paredes, o en troncos de árboles. Los nidos de *Dolichovespula* son aéreos, grandes, esféricos o en forma de huevo, sobre árboles o arbustos. En el interior de los nidos hay "pisos" de un material

similar al papel, que forma las celdas donde se desarrollan las larvas. Las presas son generalmente insectos y arañas; no son usualmente carroñeros, y molestan al hombre sólo cuando sus nidos son alterados.

La especie que más interesa en Argentina es *Vespula germanica*, nativa de Europa e introducida en Nueva Zelanda, Australia, Sudáfrica, Canadá, Estados Unidos, Islandia y Chile, desde donde se dispersó a la Argentina, donde se la encontró en Neuquén en 1980, invadiendo ulteriormente parte de la Patagonia. Su importancia con respecto a la entomología médica se relaciona con sus hábitos, ya que busca comidas ricas en proteínas e hidratos de carbono, por lo que suele aparecer donde hay restos de la comida del humano, o en carnicerías y verdulerías. Pican cuando se intenta espantarlas. La prevención consiste no dejar expuestos residuos o desperdicios de alimentos; observar si las avispas están presentes en las inmediaciones o sobre la comida o bebida que se va a ingerir, especialmente en verano; evitar caminar descalzo (sobre todo los niños) en lugares de alta densidad de insectos. El control se basa en la destrucción de nidos, para lo cual es necesario descubrir la entrada, y en el uso de cebos tóxicos, método que es útil una vez que la colonia está desarrollada (en el verano).

Familia Pompilidae

Son grandes avispas que se caracterizan porque sus hembras utilizan arañas como presas para alimentar a sus larvas, y porque cada larva eclosionada se desarrolla sobre una sola presa. Exhiben color azul, rojizo o negro opaco o metalizado y vuelan cerca de la superficie del suelo en busca de su presa. Luego la paralizan inyectándoles veneno y la arrastran hasta un lugar previamente seleccionado, en el cual la depositan; la araña permanecerá con vida pero paralizada hasta que la larva del pompilido complete su desarrollo alimentándose de sus tejidos. Pueden picar ofensiva o defensivamente y el dolor que produce el veneno es extremadamente doloroso.

Química del veneno de abejas, avispas y avispones

Los principales componentes de los venenos sintetizados por las glándulas de los himenópteros pertenecientes a las familias precedentes son (agrupados según el tipo de molécula):

Aminas biogénicas: histamina, noradrenalina, dopamina, serotonina, acetilcolina, ácido fórmico. Son de bajo peso molecular; producen hinchazón y dolor.

Polipéptidos: melitina, apamina, MCD-péptido. Son los componentes más potentes. La melitina es el principal del veneno de la abeja; induce la liberación de otras moléculas a partir de los tejidos animales, produciendo dolor; afecta los vasos sanguíneos, la permeabilidad de los eritrocitos y la musculatura. La apamina tiene efecto neurotóxico, actúa a nivel del sistema nervioso central en la médula espinal. El MCD-péptido interviene alterando la permeabilidad de los capilares y aumentando la liberación de histaminas.

Enzimas: hialuronidasa, fosfolipasas A y B. La hialuronidasa es un factor que aumenta la velocidad de las reacciones y produce lisis en el tejido conectivo, lo cual aumenta la penetración y difusión del veneno. Las fosfolipasas alteran la estructura de los tejidos al hidrolizar fosfolípidos.

Como se observa, todos son moléculas orgánicas relacionadas con el gran grupo de las proteínas.

El veneno de los himenópteros sociales es una mezcla compleja de moléculas cuya principal función es paralizar la presa, inducir dolor en depredadores vertebrados, o actuar como agente tóxico; en los himenópteros solitarios la función más importante es la parálisis de otros artrópodos. Todos poseen en común la acción sobre el sistema nervioso y la disminución en la velocidad de las reacciones metabólicas. Sin embargo hay ciertas diferencias entre los grupos. El veneno de abejas posee una concentración alta de melitina (casi la mitad en peso seco), que sensibiliza la membrana plasmática celular a la acción de las fosfolipasas y despolariza la membrana de las neuronas de la piel. Es la principal responsable del dolor. En vespídos, el dolor es generado principalmente por la acción de kininas y serotonina, y existe un efecto hemolítico (atribuido a péptidos y fosfolipasas) que pueden causar daño renal, un efecto histolítico, y de estimulación del músculo liso. En resumen, si bien existen diferencias bioquímicas en la composición del veneno de diferentes himenópteros, la respuesta final es similar en todos, lo que indica que los sistemas de moléculas implicadas son evolutivamente plásticas y convergen en una efectividad parecida. También la importancia médica de cada grupo depende del comportamiento de las especies; las avispas, en general, poseen mayor agresividad; las abejas atacan en gran número cuando se ven amenazadas porque las obreras liberan feromonas de alarma y los ataques son concentrados. El efecto del veneno depende de la cantidad inyectada, variando desde un dolor localizado, con hinchazón y eritema, hasta los casos de reacción anafiláctica seguida de muerte. La duración del dolor puede abarcar minutos u horas, mientras que la picazón puede durar días.

Familia Formicidae

Las hormigas pueden distinguirse de otros himenópteros por presentar el pecíolo de uno o dos segmentos con uno o dos nódulos y las antenas geniculadas. Son insectos eusociales cuyas colonias están integradas por reinas, machos, obreras, soldados y otras castas; hay una gran diversidad dentro de la familia en cuanto a complejidad de las sociedades, sus hábitos, formas de nidificación y comportamiento. Muchas hormigas carecen de aguijón, pero algunas especies son muy importantes desde la óptica médica ya que producen numerosos casos de picaduras e incluso pueden causar la muerte. A diferencia de otros himenópteros sociales, las obreras no son aladas, por lo que los ataques donde se producen muchas picaduras son escasos, e involucran mayoritariamente niños.

Para Argentina se pueden mencionar las siguientes especies importantes:

Subfamilia Ponerinae:	<i>Dinoponera australis</i> , "hormiga gigante de Misiones"
Subfamilia Myrmicinae:	<i>Acromyrmex lundii</i> , "hormiga negra"
	<i>Acromyrmex striatus</i> , "hormiga colorada"
	<i>Atta sexdens</i> , "hormiga colorada grande"
	<i>Solenopsis richteri</i> , <i>S. invicta</i> , "fire ants"
Subfamilia Dolichoderinae:	<i>Linepithema humilis</i> (= <i>Iridomyrmex humilis</i>), "hormiga invasora argentina"

Varias especies del género *Solenopsis* originarias de Sudamérica han sido introducidas en otras latitudes, donde se constituyeron en plaga. En Estados Unidos, los mayores problemas producidos por hormigas son originados por dos especies: *S. invicta* y *S. richteri*. Se les llama vulgarmente “hormigas de fuego” (“fire ants”), y han invadido también partes de Asia y Australia. La ausencia de enemigos naturales en el rango de invasión y la poliginia (las colonias de Argentina poseen pocas reinas, genéticamente cercanas, mientras que en Estados Unidos hay múltiples reinas, poco relacionadas genéticamente entre sí) son factores primordiales para el éxito de la conquista de nuevos hábitats, junto con su agresividad y su alimentación generalista. El perjuicio que ocasionan es de índole ecológico (diezman poblaciones de hormigas nativas y alteran la estructura de comunidades de invertebrados), económico (destruyen plantas cultivadas, impiden la labranza de la tierra, dañan o incluso matan animales de granja) y sanitario (cuando pican a las personas producen dolor muy intenso y pueden acarrear reacciones alérgicas serias). El nombre vulgar alude a la sensación de quemadura que producen al clavar el aguijón, mientras se fijan con sus potentes mandíbulas. Luego, en el lugar de la picadura aparece una roncha que se transforma en una vesícula con líquido, que puede derivar en una cicatriz. En las personas sensibilizadas puede ocurrir anafilaxia, pudiendo transformarse en una urgencia médica que debe tratarse con adrenalina, antihistamínicos, corticoides, broncodilatadores, y otros métodos.

La “hormiga invasora argentina” carece de aguijón y por lo tanto no tiene importancia médica; se menciona porque es una de las especies invasivas más exitosas del mundo. Provoca daños ambientales por el desplazamiento de especies nativas en sitios fuera de su rango de distribución nativo, y por ser plaga de la agricultura e invadir a veces viviendas humanas.

Química del veneno de las hormigas

A diferencia de las abejas, el veneno no es proteico. Produce efectos necróticos, a veces muy severos. Los venenos de hormigas cumplen una variedad de funciones, incluida la defensa, captura de presas, agregación, marcado de senderos, alarma, expulsión de intrusos y acción mediada por actividad antimicrobiana. Las toxinas normalmente se inyectan a través de la picadura; sin embargo, algunas hormigas que carecen de aguijón rocían ácido fórmico sobre sus atacantes. La principal toxina del veneno (alcanza el 95%) son alcaloides, en especial solenopsina y piperidina. Su acción es citotóxica y hemolítica. El ácido fórmico es un disuasivo muy efectivo, especialmente si es rociado en los ojos o aplicado directamente a las heridas producidas por las mandíbulas de la hormiga.

Familia Mutillidae

El nombre vulgar de este grupo es “hormigas de terciopelo” porque poseen el tegumento cubierto de setas de variados colores: rojo, blanco, dorado, negro. Recuerdan en su aspecto a las hormigas pero se diferencian en que carecen de nódulos en el pecíolo; no son sociales y las hembras nunca son aladas. Éstas se pueden encontrar recorriendo terrenos arenosos y pedregosos en busca de nidos de avispas y abejas, a los cuales parasitan. La picadura

produce un dolor muy intenso, como si fuera una quemadura con fuego, acompañado con enrojecimiento e hinchazón.

Orden Hemiptera

El orden se define por la presencia de un aparato bucal picador-suctor de cuatro estiletes y de dos pares de alas, el primero de los cuales son hemiélitros con un clavus, un corion y una membrana.

Algunos representantes de varias familias de hemípteros pueden clavar sus piezas bucales al humano o animales, si bien no se alimentan normalmente de sangre, sino de la hemolinfa de otros insectos (son depredadores). El ataque al humano es en propia defensa, cuando caen sobre la piel o son manipulados. Entre ellos cabe citar a:

De hábitos terrestres:

Familia Anthocoridae

Familia Miridae

Familia Reduviidae (no triatominos, como por ejemplo especies de *Rasahus*)

De hábitos acuáticos:

Familia Belostomatidae

Familia Notonectidae

Familia Naucoridae

Orden Thysanoptera

Son los vulgarmente llamados “trips”, plagas de la agricultura que atacan cultivos importantes. Sus principales características anatómicas son: un aparato bucal picador-suctor asimétrico, alas en forma de “flecós”, primer par de patas con el tarso modificado en vesículas adhesivas evertibles. Son fitófagos pero pueden picar e incluso succionar sangre, u ocasionar dermatitis.

Orden Lepidoptera

Las mariposas se reconocen por sus alas cubiertas de escamas, nerviación alar y aparato bucal en espiritrompa. La importancia médica de las mariposas radica en que en algunas especies existen estructuras tegumentarias de defensa que pueden provocar accidentes. Cuando el estado que produce el daño es la larva se habla de **erucismo** y cuando es el adulto, se usa el término **lepidopterismo**. Asimismo, el efecto es **directo** cuando hay daños causados por contacto directo con el insecto, y el efecto es **indirecto**, cuando hay contacto con pelos y espinas

urticantes desprendidas del insecto y que son llevados por el viento o se adhieren a superficies que después se contactan.

Las estructuras urticantes pueden ubicarse sobre toda la superficie corporal o en tubérculos. Son sobrecrecimientos de la pared corporal. Se pueden mencionar:

Espinas: Son originadas por múltiples células. Carecen de alvéolo, no son articuladas.

Setas: Son originadas en una única célula (célula tricógena). Poseen alvéolo (formado por las células tormógenas), por lo que están articuladas con el tegumento. Pueden estar innervadas, en ese caso se trata de setas sensoriales. Cuando las setas son muy largas, se habla de **pelos**. Las **escamas** que recubren las alas de los lepidópteros son setas modificadas. Cuando hay un grupo de células glandulares capaces de sintetizar toxinas asociadas a la célula tricógena, se habla de **setas venenosas**.

Como componentes del veneno en lepidópteros se han mencionado:

Enzimas proteolíticas y esterazas: degradan el fibrinógeno de la sangre, generando hemorragias; en casos extremos puede conducir a falla renal y del corazón (por ejemplo, en *Lonomia* spp.).

Toxinas proteicas: producen dolor, prurito, ampollas y /o eritema.

Histaminas: su acción se relaciona con la aparición de edema y ampollas.

Péptidos: aumentan la permeabilidad vascular, destruyen eritrocitos y ocasionan necrosis de tejidos.

Globulinas: disparan reacciones inmunológicas.

Los **síntomas** generales incluyen irritación, enrojecimiento y dermatitis cuando la acción de las setas es mecánica, sin inoculación de veneno. Cuando éste está implicado, puede haber formación de vesículas, náuseas, vómitos y fiebre. La severidad de la respuesta depende de la especie de mariposa, del grado de contacto y la composición química del veneno. Cuando las setas urticantes son inhaladas, al entrar en contacto con mucosas se produce faringitis, asma, y daño de la conjuntiva si penetran en los ojos.

Las larvas de Papilionidae tienen glándulas eversibles, los osmeterios, que se protrahen a partir del tórax y emiten un olor repelente cuando son molestadas. Larvas de Cossidae emiten un fluido alrededor de las mandíbulas que causa una sensación de quemadura en la piel humana. Larvas de la mariposa monarca poseen glicósidos cardíacos, y tanto ellas como los adultos pueden ser altamente tóxicos cuando son ingeridos por aves.

Existen además, fuera de Argentina, ejemplos de mariposas y polillas que succionan fluidos del cuerpo de seres humanos y animales domésticos. Estos insectos se posan buscando sudor, lágrimas y sangre. Este último caso ocurre en especies de *Calyptra* de la Fam. Noctuidae, que poseen adaptaciones morfológicas en la espiritrompa que les permite picar la piel. En los lepidópteros lacrífagos y sudorífagos es principalmente el macho el que necesita fluidos con alta concentración de sodio.

Se conocen más de 100 especies incluidas en 41 géneros de lepidópteros con acción urticante. El lepidopterismo es un problema importante principalmente en América del Sur. El **erucismo ocupacional** ocurre en Sudamérica y el sureste de Asia en trabajadores rurales. Las

lesiones ocurren principalmente en manos y brazos; el contacto crónico puede devenir en lesiones fibrosas persistentes. A continuación se describen algunas especies presentes en Argentina.

Familia Saturniidae

Hylesia nigricans

Se le denomina "bicho quemador chico". Las larvas se distinguen por poseer dos prolongaciones del protórax en forma de largos filamentos capitados; cada uno de los segmentos también tiene cuatro prolongaciones ramificadas. Los adultos poseen alas oscuras, grises o negras, y áreas amarillas en el abdomen. Las hembras poseen setas ramificadas asociadas a sustancias irritantes. Es un ejemplo de mariposa donde todos los estados de desarrollo pueden ocasionar problemas de salud. Las larvas poseen setas que producen irritación o urticaria; los adultos pueden producir el mismo efecto porque el abdomen posee pelos urticantes; después de la oviposición, la hembra cubre la masa de huevos con esos pelos abdominales. Producen irritación por contacto directo o indirectamente cuando las setas quedan sobre la ropa. Las mariposas son atraídas por la luz artificial, y en primavera y verano hay apariciones epidémicas.

Automeris coresus

Es el "bicho quemador grande". Las larvas son verdes, con una franja blanca longitudinal lateral con bordes negros; los estigmas abdominales son rojos; hay setas rígidas ramificadas con aspecto de "pinitos". Las alas posteriores de los adultos poseen ocelos llamativos. Pueden provocar dermatitis por contacto al clavarse las setas de la larva en la piel.

Lonomia obliqua

El nombre vulgar es "taturana". Las orugas son oscuras, con líneas paralelas longitudinales, y setas arborescentes notables en los segmentos. Se agrupan sobre troncos de árboles, a veces sobre frutales cultivados y cerca de las viviendas; los contactos frecuentes son con los niños. Producen un síndrome hemorrágico que puede causar la muerte.

Prevención y control de erucismo y lepidopterismo

Las acciones que se recomiendan son las siguientes: Reconocimiento de especies para evitar el contacto directo. Usar ropa protectora (mangas largas, guantes, gafas, máscaras, etc.). Apagar las luces artificiales exteriores a la noche en momentos de picos poblacionales de lepidópteros urticantes. Limpiar con paños húmedos las telas mosquiteras de las aberturas de las casas. Lavar diariamente la indumentaria. Usar insecticidas adecuadamente y luego eliminar los insectos muertos para disminuir la fuente de setas. Ante contacto directo, quitar espinas y setas de la piel bajo agua, con pinzas de punta fina o aplicación de cintas adhesivas sobre las lesiones, que luego se deben retirar cuidadosamente. El lavado con agua es beneficioso porque muchas toxinas son hidrosolubles.

Orden Coleoptera

Los representantes del orden se distinguen por la presencia del primer par de alas transformadas en élitros. Se divide en cuatro subórdenes: Archostemata (los más primitivos), Adephaga (carnívoros), Mixophaga (se alimentan de algas), y Polyphaga (el de mayor biodiversidad, con el 90% de las especies, con amplio rango de modos de alimentación). Los coleópteros de las familias Carabidae (Adephaga) pueden expulsar sustancias irritantes, y los de las familias Meloidae y Staphylinidae (Polyphaga) poseen sustancias vesicantes.

Familia Carabidae

Los escarabajos de este grupo se identifican porque poseen un surco marcando el borde del protórax (característica del suborden Adephaga al cual pertenecen). La importancia médica que poseen no es alta, y radica en que algunas especies utilizan compuestos químicos como defensa ante depredadores. Se trata de sustancias repugnatorias alojadas en glándulas pigidiales, que vierten su contenido al exterior por acción muscular, presión del aire de las tráqueas o exudado. En *Brachinus*, el “escarabajo bombardero”, las glándulas sintetizan catalasas y peroxidasas que producen una reacción muy veloz y exotérmica, de manera que expulsan líquido irritante en forma de una pequeña nube a 100°C. Pueden repetir el rociado muchas veces en sucesión, con un sonido de descarga audible. Los efectos en humanos son poco pronunciados, a menos que el área afectada sea los ojos o heridas en la piel. En Argentina son comunes *Brachinus* spp. y *Calosoma* spp.

Familia Meloidae

Son cascarudos de tamaño mediano a grande; la cabeza es ancha, angostándose abruptamente hacia el tórax; el protórax es más angosto que los élitros, los que son blandos y flexibles. El desarrollo preimaginal involucra hipermetamorfosis, y son depredadores en su estado larval. En la hemolinfa del adulto poseen el monoterpeno **cantaridina**, una toxina que produce ampollas en la piel. Las lesiones se producen cuando el insecto libera la cantaridina a través de membranas intersegmentales o en las articulaciones o cuando es aplastado; cuando el ganado lo ingiere daña severamente el tracto gastrointestinal y puede provocar la muerte. En nuestro país los accidentes con consecuencias en dermatología son provocados por *Epicauta adspersa*, “uriburu” y *Epicauta leopardina*, “bicho moro”. Estos escarabajos vesicantes producen vesículas que duran algunos días; en ocasiones aparecen en altas densidades cuando se producen condiciones ambientales que favorecen el desarrollo sincrónico de los individuos. Se debe evitar manipularlos.

Familia Staphylinidae

Esta familia extraordinariamente diversa (más de 56000 especies) se caracteriza porque en sus miembros los élitros son muy cortos y solo cubren la mitad anterior del abdomen. La hemolinfa de los estafilínidos tiene **pederina**, una amida vesicante poderosa, que no se libera del cuerpo; es decir, la acción tóxica ocurre solo por aplastamiento. Las lesiones se identifican

como ampollas en zonas enrojecidas, frecuentemente en forma lineal cuando los insectos son arrastrados sobre la epidermis, o de círculo alrededor del cuello, cuando quedan atrapados entre la ropa y la piel. Varias especies del género *Paederus* generan dermatitis o lesiones oftálmicas en Argentina.

Clase Chilopoda, Orden Scolopendromorpha

Familia Scolopendridae, *Scolopendra viridicornis*, *Otostigmus pradoi*

Familia Cryptopidae, *Criptops* sp.

Las escolopendras son quilópodos depredadores, que poseen un par de maxilípedos o forcípulas en el primer segmento postcefálico, dirigidos hacia adelante y de movimiento horizontal, en los cuales descarga su contenido un par de glándulas de veneno, empleado para paralizar o matar sus presas. La cantidad de veneno se correlaciona con el tamaño del individuo, de modo que las especies más grandes son más peligrosas. En la mayoría de las ocasiones las picaduras se producen en las manos; sin embargo, como las escolopendras son de hábitos nocturnos (de día permanecen generalmente ocultas en lugares oscuros y húmedos), son encuentros infrecuentes. Además, el veneno es inyectado lentamente en la presa mientras la retiene con las forcípulas, por lo cual la persona que es mordida generalmente puede desprender el animal antes de que el contenido de las glándulas sea vertido en su mayor parte. Los síntomas se caracterizan por ardor, dolor, parestesia y edema, hemorragia local discreta ya veces puede evolucionar a necrosis superficial. *Scolopendra viridicornis*, *O. pradoi* y *Criptops* sp. se encuentran en nuestro país, en la provincia de Misiones.

Bibliografía complementaria

- Abrahamovich, A., Díaz, N., y Lucia, M. (2007). Identificación de las "abejas sociales" del género *Bombus* (Hymenoptera, Apidae) presentes en la Argentina: clave pictórica, diagnosis, distribución geográfica y asociaciones florales. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 106(2), 165-176.
- Aneshansley, D. J. y Eisner, T. (1969). Biochemistry at 100°C: Explosive secretory discharge of bombardier beetles (*Brachinus*). *Science*, 165, 61-63.
- Anónimo (2015). Misiones, Aristóbulo del Valle: Un niño falleció tras estar en contacto con una taturana. *Reporte Epidemiológico de Córdoba*, 4. Recuperado de <http://www.reporteepidemiologico.com>
- Arlian, L. G. (2002). Arthropod allergens and human health. *Annual review of entomology*, 47(1), 395-433.
- Breed, M. D., Guzmán-Novoa, E., y Hunt, G. J. (2004). Defensive behavior of honey bees: organization, genetics, and comparisons with other bees. *Annual review of entomology*, 49(1), 271-298.

- Casafús, M. G., Melo Favalesso, M., Bittencourt Guimarães, A. T. y Peichoto, M. E. (2019). Recorriendo Misiones para el registro ecoepidemiológico de la oruga venenosa *Lonomia* spp. (Saturniidae: Hemileucinae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Argentina*, 30(1), 4-7.
- Corley, J. C. y Sackmann, P. (2005). Capítulo 15. *Vespula germanica*. La avispa chaqueta amarilla. En O. D. Salomón (Ed.), *Artrópodos de interés médico en Argentina* (pp. 101-106). Serie Enfermedades Transmisibles. Publicación Monográfica 6. Buenos Aires, Fundación Mundo Sano.
- De Roodt, A. R., Salomón, O. D. y Orduna, T. A. (2000). Accidentes por lepidópteros con especial referencia a *Lonomia* sp. *Medicina (Buenos Aires)*, 60: 964-972.
- Leigheb, G., Tiberio, R., Filosa, G., Bugatti, L., y Ciattaglia, G. (2005). Thysanoptera dermatitis. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 19(6), 722-724.
- Lorini, L. y Corseuil, É. (2001). Aspectos morfológicos de *Lonomia obliqua* Walker (Lepidoptera: Saturniidae). *Neotropical Entomology*, 30(3), 373-379.
- Malta, M. B., Lira, M. S., Soares, S. L., Rocha, G. C., Knysak, I., Martins, R., ... y Barbaro, K. C. (2008). Toxic activities of Brazilian centipede venoms. *Toxicon*, 52(2), 255-263.
- Mitra, A. (2013). Function of the Dufour's gland in solitary and social Hymenoptera. *Journal of Hymenoptera Research*, 35, 33-58.
- Muñoz, F. M., y Gil, R. B. (1997). Patología causada por artrópodos de interés toxicológico y alergológico. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 20: 193-215.
- Plotkin, D. y Goddard, J. (2013). Blood, sweat, and tears: a review of the hematophagous, sudophagous, and lachryphagous Lepidoptera. *Journal of vector ecology*, 38(2), 289-294.
- Prester, L. (2012). Arthropod allergens in urban homes. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*, 63(Sup. 1), 47-55.
- Rees, D., Nielsen, J., Rickard, R., Passalacqua, S., y Sanchez, M. (2011). *Hylesia nigricans* (Lepidoptera: Saturniidae, Hemileucinae)—a tree and public health pest native to South America, intercepted on motor vehicles imported into Australia. *International Forestry Quarantine Research Group*, IFQRG-9-22. Recuperado de <https://www.ippc.int>
- Sanchez, M. N., Valdovinos Zaputovich, B., Maruñak, S., Peichoto, M. E., y Teibler, G. P. (2015). Situación actual de la oruga taturana (*Lonomia obliqua*) en el nordeste argentino. *Medicina (Buenos Aires)*, 75, 328-333.
- Schmidt, J. O. (1982). Biochemistry of insect venoms. *Annual review of entomology*, 27(1), 339-368.
- Specht, A., Formentini, A. y Corseuil, E. (2006). Biología de *Hylesia nigricans* (Lepidoptera, Saturniidae, Hemileucini). *Revista brasileira de zoologia*, 23(1), 248-255.

CAPÍTULO 18

Control de artrópodos vectores

Evangelina Muttis, María V. Micieli y Arnaldo Maciá



Diferentes estrategias de control de mosquitos vectores. (a) Individuos macho y hembra de *Cnesterodon decenmaculatus*, un pez predador de estados inmaduros de mosquitos. (b) Juvenil del parasitoide *Strelkovimermis spiculatus* dentro de una larva del mosquito *Culex pipiens* a su vez infectada por un virus entomopatógeno de la familia *Iridoviridae*. (c) Ejemplo de manejo ambiental en el área de la represa Yacyretá, donde se observa el tratamiento costero que tiene por objeto minimizar la acumulación de plantas acuáticas con la consiguiente disminución de los criaderos de especies del género *Anopheles*. (d) Copépodo predador de larvas de mosquitos *Mesocyclops annulatus*. Fotos (a), (c): Victoria Micieli, (b); (d): Evangelina Muttis.

El control de los artrópodos de importancia sanitaria y veterinaria puede ser abordado desde distintos enfoques. Si bien el control químico de adultos e inmaduros ha sido ampliamente utilizado, existe una tendencia hacia técnicas ambientalmente amigables para reducir al mínimo la utilización de productos tóxicos contaminantes. Generalmente implican la reducción en el número

de individuos, aunque también incluye métodos que impiden su acceso físico a los humanos o animales domésticos. En este contexto, pueden ser reconocidas las siguientes categorías:

Control ambiental

El manejo ambiental (MA) para el control de vectores está definido por la Organización Mundial de la Salud como el planeamiento, realización y monitoreo de actividades para la modificación de los factores ambientales para prevenir o minimizar la propagación del vector o reducir el contacto humano-vector-patógeno. Hay tres tipos principales de manejo ambiental que tienen el objetivo de reducir la abundancia del vector blanco a niveles donde la transmisión del patógeno sea interrumpida o genere un mínimo de daño ambiental y sociocultural. Este tipo de manejo también se utiliza para especies blanco venenosas o que producen molestias, generando un detrimento en la salud del hombre o de los animales domésticos.

Modificación del ambiente

Son cambios permanentes o a largo plazo en el hábitat del vector por ejemplo drenaje o rellenado de cuerpos de agua naturales o artificiales. Este método se utilizó por primera vez a gran escala en Cuba y Panamá para el control del vector de la fiebre amarilla *Aedes aegypti*. Allí se construyó un sistema de alcantarillado y de provisión de agua con el objetivo de evitar la acumulación de agua en recipientes artificiales, uno de los principales criaderos de este vector en esa zona. En Argentina, un claro ejemplo de este método es el tratamiento costero que realizó la empresa Binacional Yacyretá sobre la ciudad de Posadas. Dentro del área de la represa se modificó la costa del río Paraná para evitar la acumulación de vegetación flotante y arraigada para prevenir la formación de criaderos de especies de *Anopheles*, posibles transmisores del protozooario *Plasmodium vivax*, causante de paludismo en Argentina.

Manipulación ambiental

Modificaciones leves o temporarias en el hábitat del vector para limitar su reproducción, supervivencia o abundancia. Por ejemplo, el endicamiento y cambio del flujo de agua temporales en ríos se han utilizado para prevenir el desarrollo de larvas de simúlidos, ceratopogónidos y culícidos. En esta categoría también se hallan los programas de control de *Ae. aegypti* que incluyen la eliminación de los lugares de cría del mismo, descacharrado, limpieza o tapado de todos los recipientes artificiales. Otro ejemplo es el manejo de los excrementos en los criaderos

de aves, la acumulación del mismo suele atraer grandes cantidades de moscas. La materia fecal debe extraerse del área de cría de los animales y disponerla de manera que se seque rápidamente, para evitar el desarrollo de los insectos en el mismo.

Modificación del comportamiento

Se refiere tanto a la adaptación de las habitaciones humanas como del comportamiento del hombre con el objetivo de reducir el contacto humano con el vector. Difiere de las otras dos estrategias porque son llevadas a cabo por los propios individuos. La colocación de barreras físicas incluye mallas de trama pequeña en aberturas y tules sobre las camas reduciendo malaria, miasis, dengue y filariasis, todas transmitidas por dípteros hematófagos. La utilización de botas y la recomendación de no dejar ninguna ropa sobre el suelo, es muy eficaz para prevenir ataques de ácaros y arañas.

Control Biológico

Se denomina control biológico a la utilización de organismos (enemigos naturales) para controlar las poblaciones de otros organismos perjudiciales. Si bien esta técnica está más frecuentemente aplicada en el control de insectos plaga de la agricultura, también es utilizada para controlar insectos vectores de agentes patógenos de enfermedades.

Existen diferentes tipos de estrategias de control biológico:

- Control biológico clásico: consiste en la introducción de una especie de enemigo natural exótica para el control de un insecto vector. El objetivo es que se establezca de forma permanente, pasando a formar parte de la fauna de la zona en donde se introduce.

- Control biológico aumentativo: es la liberación de un enemigo natural autóctono en el hábitat del vector con el objetivo de reducir el tamaño poblacional. Existen dos estrategias:

- Liberación inundativa: consiste en la liberación de enemigos naturales y/o toxinas producidas por un organismo, en gran cantidad varias veces al año. No se tiene como objetivo el establecimiento del agente de control por lo que se considera análogo al uso de insecticidas químicos.

- Liberación inoculativa: se introduce un pequeño número de enemigos naturales, los cuales se reproducen en el ambiente y generan una disminución de las poblaciones del vector a largo plazo a través de sucesivas generaciones. Depende de una población residual del vector y/o de que el agente de control biológico persista en ausencia del hospedador.

La aplicación de organismos para el control de poblaciones perjudiciales posee ventajas y desventajas (Tabla 1).

Tabla 1. Aspectos positivos y limitaciones de la utilización de biocontroladores

Ventajas	Desventajas
Poco o ningún efecto nocivo para otras especies, el hombre y el ambiente	Requiere planeamiento y seguimiento
Poco desarrollo de resistencia	Requiere amplio conocimiento de la biología de la especie blanco y del biocontrolador
Posibilidad de desarrollar control a largo plazo sin nuevas introducciones	Acción más lenta que el control químico

Los organismos utilizados y estudiados para ser biocontroladores pertenecen a los siguientes grupos:

Agentes microbianos

En esta categoría están incluidos virus, bacterias, hongos y protozoos. Aquellos que se comercializan son conocidos como "insecticidas microbianos" debido a que el modo de aplicación es similar a los insecticidas químicos. Las bacterias han llegado al mercado mundial y esto se debe en mayor parte a la facilidad de lograr formulados estables y efectivos. Específicamente la más utilizada es *Bacillus thuringiensis israeliensis* (Bti). Estos productos se consiguen en diferentes formulaciones para control de larvas de mosquitos en contenedores de agua y de simúlidos en los cursos de agua donde se desarrollan sus estados inmaduros. En sitios de cría temporarios también se aplica en una formulación que puede resistir períodos de sequía hasta la inundación de los mismos (Briquetas de Bti o formulaciones de liberación lenta). Las bacterias son ingeridas por las larvas y se degradan en el intestino alcalino de la misma, liberando las toxinas Cry de 3 dominios (Cry11Aa, Cry4Ba y Cry4Aa) y la toxina citolítica (Cyt1Aa) contenidas en el cuerpo paraesporal. Estas sustancias son letales para el insecto e interactúan con los receptores del intestino medio, insertándose en las membranas y produciendo un aumento de la permeabilidad celular y lisis osmótica que daña la membrana celular del tubo digestivo provocando la formación de poros. Como consecuencia se observa la mortalidad de las larvas entre las 24 y 48 horas posteriores y es más eficiente cuando se aplica contra los primeros estadios larvales. Otra bacteria que fue comercializada es *Lysinibacillus sphaericus*, que a diferencia de la anterior es más específica, afectando mayormente a especies de *Culex*.

Entre los hongos, muchos han sido y son estudiados para controlar distintos grupos de insectos. En Argentina se comercializa *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* para cucarachas, garrapatas y demás plagas domésticas. *Leptolegnia chapmanii* es una especie de hongo acuático para el control larvario de mosquitos, específicamente *Ae. aegypti*. La misma fue hallada en Argentina en sitios de cría natural de *Aedes albifasciatus* en la localidad de La Plata, y en recipientes de cría artificial de *Ae. aegypti* en la ciudad de Posadas, Misiones. Tiene especificidad

por el hospedador a nivel de familia, con un riesgo muy bajo de dañar otros organismos acuáticos no blanco y presenta un alto potencial para causar epizootias.

Los protozoos entomopatógenos que han sido estudiados son en mayor medida microsporidios; muchos de ellos no causan una gran mortalidad en su huésped, pero su importancia radica en que afecta su capacidad reproductiva. *Edhazardia aedis* parásito de *Ae. aegypti* ha sido uno de los microsporidios más estudiados para el control biológico de este vector.

En cuanto a los virus, ha sido estudiado para el control de culícidos un miembro de la familia *Baculoviridae* (*Deltabaculovirus*) pero no ha llegado a ser comercializado, aunque sí los que afectan a lepidópteros plaga de cultivos (*Alphabaculovirus*). En China se registró la producción a pequeña escala de un virus de la familia *Parvoviridae* para el control de *Periplaneta fuliginosa*.

Predadores

Invertebrados

Planarias (*Girardia anceps*) y copépodos (*Mesocyclops annulatus*) fueron estudiados en Argentina para controlar larvas de mosquitos, en ambos casos se realizaron ensayos de laboratorio e introducciones a campo para evaluar su posible uso como controladores. Un grupo muy estudiado son las especies de mosquito del género *Toxorhynchites*, cuyas larvas depredan los estados inmaduros de otros culícidos y sus hembras adultas no son hematófagas. Otro ejemplo de depredadores, pero en este caso de huevos de *Musca domestica* son los ácaros de la especie *Macrocheles muscadomesticae*.

Se utiliza la mosca *Hidrotaea aenescens* para el control de *Musca domestica* en criaderos de animales. Las larvas de estas moscas predan sobre las larvas de las moscas domésticas. No hay producción de las mismas en nuestro país.

Vertebrados

Los peces son muy eficaces predadores de insectos de importancia médica. El pez sudamericano *Gambusia affinis* fue introducido en todos los continentes. En arrozceras de California, *Culex tarsalis* y *Anopheles freeborni* fueron controlados razonablemente con la introducción de 740 hembras maduras por hectárea. Otro pez neotropical, *Cnesterodon decemmaculatus*, es muy eficaz en el control de mosquitos del complejo *Culex pipiens* en aguas con alta polución orgánica, por ejemplo en las zanjas de drenaje domiciliario de los alrededores de La Plata.

Parasitoides

La cría en masa y posterior liberación del nematodo mermitido *Romanomermis culicivorax* se demostró muy eficaz para controlar varias especies de mosquitos, específicamente especies de

Anopheles. Fue comercializado en 1976, siendo uno de los primeros agentes de biocontrol que llegó al mercado. En Argentina se detectó el mermítido *Strelkovimermis spiculatus* en poblaciones naturales de *Ae. albifasciatus* y *Cx. pipiens* produciendo niveles altos de mortalidad en epizootias y siendo ampliamente estudiado como agente de control biológico con ventajas y limitaciones en la producción masiva del mismo, puesto que requiere la cría del mosquito hospedador.

Las especies parasitoides de himenópteros Pteromalidae de los géneros *Spalangia* y *Muscidifurax* se utilizan como controladoras de moscas domésticas (*Musca domestica* y *Fannia sp.*), mosca de los establos (*Stomoxys sp.*) y mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*). El producto consiste en moscas parasitadas con la avispa parasitoide que son colocadas en el ambiente donde se hallan las moscas a controlar.

Control químico

Los insecticidas químicos se pueden clasificar de acuerdo a su estructura química (inorgánicos y orgánicos), modo de acción (sistémicos, por contacto, atrayentes, hormonas de crecimiento, repelentes) u origen (sintéticos o botánicos).

Insecticidas orgánicos

Botánicos

Son conocidos como “insecticidas naturales” debido a que se extraen de distintas partes de las plantas. Se utilizan como insecticidas, repelentes y atrayentes. Las piretrinas son las más importantes y utilizadas como insecticidas, su toxicidad en artrópodos fue descubierta alrededor de 1800 a partir del piretro en flores de crisantemo (género *Chrysanthemum*). Este producto se usó para matar garrapatas e insectos como pulgas y mosquitos. Su uso requiere una formulación con un agente químico sinérgico que aumenta su efecto mortal. Tienen una rápida actividad de volteo pero no persisten en el ambiente (no tienen poder residual).

Los aceites esenciales son compuestos estructuralmente diversos que pueden actuar como insecticidas o repelentes y son opciones amigables con el medio ambiente. Si bien se ha impulsado su uso, aún no han alcanzado su máximo potencial debido a que su volatilidad, insolubilidad y baja residualidad son inconvenientes, aunque podrían ser resueltos en el futuro mediante micro y nano-formulaciones. Son muy utilizados el aceite de citronella (a partir de *Cymbopogon spp.*) y de neem (a partir de *Azadirachta*).

Insecticidas orgánicos sintéticos

Los insecticidas orgánicos sintéticos como el DDT (dicloro difenil tricloroetano) fueron desarrollados durante la Segunda Guerra Mundial y su acción fue fundamental para el control de

epidemias de malaria, tifus y disentería, exterminando piojos del hombre, mosquitos y muscoídeos. Posteriormente fue evidente la acumulación de los compuestos clorados en la cadena trófica y en el ambiente por lo que se prohibieron en casi todo el mundo y actualmente solo se usan en algunos países para control de la malaria.

Los organofosforados son los insecticidas que reemplazaron a los clorados, por ejemplo el paratión, pero los mismos resultaron ser muy tóxicos para los animales.

Los insecticidas y acaricidas más frecuentemente utilizados hoy (Tabla 2), si bien no son tan dañinos como los anteriores, son potencialmente tóxicos para el hombre y otros vertebrados (por su capacidad de ingresar al organismo vía dérmica, respiratoria o por el sistema digestivo), especialmente cuando la aplicación no se realiza de la manera recomendada. Es por ello que las plantas manufactureras están obligadas a elaborar test de toxicidad, mutagenicidad, y potencial oncogénico de los componentes. Entre los de mayor uso doméstico actualmente se encuentran los piretroides, químicos sintéticos estructuralmente similares a las piretrinas antes descritas.

Tabla 2. Propiedades de los insecticidas orgánicos de síntesis

	Piretroides	Organoclorados	Organo-fosforados	Carbamatos
Toxicidad artrópodos/ Vertebrados	Alta/ clase II, clase III o improbables de riesgo agudo. Altamente tóxico para peces	Alta/ clase Ib o clase II	Alta/ clase Ia, hasta clase III o improbables de riesgo agudo	Alta/ clase Ia hasta clase II
Residualidad/ Degradación	Baja/ Fotolábiles o fotoestables (los más usados en agro y salud). Rápida degradación en ambiente por microorganismos	Alta/ Alta persistencia en el ambiente y acumulación en la cadena trófica	Baja/ No persistentes, bastante inestables, bastante biodegradables (por acción del ambiente y microorganismos)	Baja o media/ Persistencia media. La síntesis puede liberar metil isocianato (muy tóxico)
Modo de acción (sobre el sistema nervioso)	Afectan dinámica de cierre de los canales de sodio dependientes del voltaje de las neuronas	Sobre canales Na dependientes del voltaje de las neuronas (DDT y análogos). Antagonistas de canales cloruro dependientes de GABA (Lindane y ciclodienos)	Inhibidores de la acetilcolinesterasa	Inhibidores de la acetilcolinesterasa
Ejemplos	Permetrina Cipermetrina Deltametrina	DDT Lindane Ciclodienos (dieldrin, endrin)	Malatión Paratión	Propoxur Carbaril Bendiocarb

Categorización de la peligrosidad según la OMS: Clase Ia (extremadamente peligrosos), Clase Ib (altamente peligrosos), Clase II (moderadamente peligrosos), Clase III (ligeramente peligrosos).

Insecticidas inorgánicos

Los compuestos inorgánicos fluorados, los arsenicales y los fungicidas a base de cobre se utilizan poco como insecticidas por su toxicidad. La aplicación de sulfuros en polvo mezclado con talco, ayuda al control de ectoparásitos de aves de corral, mientras que el ácido bórico es efectivo contra las cucarachas.

Insecticidas reguladores del crecimiento

Son sustancias miméticas de la hormona juvenil propia de los insectos o sus precursores. Estas sustancias interfieren en el normal desarrollo de la cutícula, produciendo malformaciones, desecación, esterilidad o muerte del insecto en el estado o estadio posterior al aplicado. Algunos ejemplos son el metopreno, kinopreno, fenoxycarb, diflubenzuron utilizados para el control de mosquitos y pulgas en gatos, perros y en menor medida en ganado. El metopreno es común en pipetas comerciales para perros y gatos. Tienen baja toxicidad para vertebrados debido a su especificidad.

Insecticidas sistémicos

Pueden ser absorbidos por el cuerpo de un animal, por ingestión o de manera tópica. Son eficaces contra ectoparásitos que requieran alimentación frecuente sobre la sangre o tejidos del huésped. Debe eliminarse completamente del huésped vertebrado, de tal manera que su carne y productos no contengan residuos tóxicos para el consumo humano; y deben ser de fácil aplicación.

Repelentes

Son sustancias que actúan localmente o a distancia, creando una barrera de vapor que bloquea los receptores olfativos de la hembra del artrópodo; además de repeler deben poseer aromas agradables para el hombre y no producir reacciones adversas en la piel. Los repelentes más efectivos, persistentes y de amplio espectro contienen DEET (dietiltoluamida), pero no son inocuos, y no se recomienda su uso en bebés y niños pequeños. Para ellos se utilizan y formulan repelentes naturales de gran variedad de compuestos, generalmente a base de aceites esenciales. En Argentina el más común es el de citronella, en otros países también se formula aceite de

soja, geranio y castor en diferentes proporciones. Los repelentes naturales no son tan efectivos como los sintéticos, pero son mejores para la salud y el ambiente.

También existen repelentes para animales, muchos en base a químicos sintéticos como permetrina, contra pulgas, garrapatas, moscas y ácaros. Para uso en ganado y caballos se conocen formulados en base a ácidos grasos (octanoico, nonanoico y decanoico) que repelen muscoideos (*Musca domestica*, *Stomoxys calcitrans*, *Haematobia irritans*) así como culícidos y piojos. También para ganado y caballos hay en base a aceites esenciales de eucaliptus, citronella y madera de cedro.

Resistencia a los insecticidas

La resistencia a insecticidas se basa en la evolución genética de una población del insecto sometida a un tratamiento constante que le confiere una disminución de la mortalidad, comparada con una población susceptible. El grado de resistencia (GR) es muy variable, expresándose en el número de veces que debe ser aumentada la dosis del producto para eliminar igual cantidad de individuos susceptibles. Si bien el primer caso registrado fue alrededor de 100 años atrás, empezó a ser preocupante a finales de los años '40 cuando se detectaron moscas resistentes al DDT. A partir de ese momento, con la introducción de cada nuevo insecticida la resistencia ha tardado entre 2 y 20 años en evolucionar. Suele evitarse mediante la alternancia de métodos de control de diferente naturaleza.

En Argentina, ha sido detectada alta resistencia de *Triatoma infestans* a insecticidas piretroides en focos puntuales de las provincias de Salta y Chaco. Además se conoce una resistencia incipiente en larvas de mosquito al organofosforado Temefós, el larvicida más utilizado en nuestro país, por lo que está siendo reemplazado por Bti.

Técnica del insecto estéril

Esta técnica, llamada SIT ("sterile insect technique") fue propuesta en 1958 por Edward Knippling y ha sido utilizada en años posteriores para control de distintos insectos. Se basa en la cría masiva del insecto en cuestión y posterior esterilizado de los machos utilizando radiación x o gamma. Posteriormente aquellos son liberados en grandes cantidades para que copulen con las hembras fértiles silvestres dando como resultado una descendencia inviable, reduciendo así la población del insecto (Tabla 3).

El paradigma ha sido la erradicación exitosa del gusano barrenador del ganado *Cochliomyia hominivorax* en el sur de Estados Unidos, México y toda América Central. En Curacao (Antillas) se liberaron 155 machos estériles por km² por semana, resultando en el 100% de

esterilidad de los huevos luego de dos generaciones. La erradicación se completó luego de 14 semanas.

Las primeras aplicaciones efectivas en mosquitos se produjeron entre 1960 y 1970 contra *Cx. quinquefasciatus* y los vectores de la malaria *Anopheles quadrimaculatus* en una isla cercana a Florida, EE. UU., y *Anopheles albimanus* en El Salvador, Centroamérica. Posteriormente se han realizado numerosos intentos de controlar especies de mosquito con esta técnica, pero la dificultad en el proceso de esterilización, la limitación que debe ser aplicada en áreas delimitadas y los resultados poco concluyentes, hicieron que se fuera perdiendo interés en su uso en mosquitos. Recientemente se ha utilizado combinada en manejo integrado de vectores o con otras técnicas como la de incompatibilidad por *Wolbachia*. En el último caso se logró reducir con éxito las poblaciones de *Ae. albopictus* en las áreas residenciales de dos islas pequeñas en Guangzhou, China. También se ha aplicado la técnica SIT en un marco de manejo integrado en África para el control de la mosca tsé tsé. En Argentina existe actualmente un desarrollo local donde se lleva a cabo la cría y la esterilidad de machos de *Ae. aegypti* con proyectos piloto de liberación en ciertas áreas del país.

Tabla 3. Aspectos positivos y limitaciones de la técnica SIT

Ventajas	Desventajas
Especie específico	Exitoso con determinadas especies y en condiciones de semi-aislamiento poblacional
Benigno para la naturaleza	Dificultad en la dispersión de los machos estériles a toda la población salvaje
Aumenta su efectividad cuando la población declina	Deben realizarse profundos estudios previos de los machos estériles para conocer la capacidad de dispersión, supervivencia y aptitud sexual respecto a las hembras silvestres
Se requiere una mínima liberación de machos estériles para mantenimiento de las poblaciones del insecto perjudicial en bajo número	La separación de los sexos es dificultosa, por lo que se corre el riesgo de liberar inintencionalmente hembras fértiles

Control de mosquitos basado en *Wolbachia*

Esta técnica se basa en la utilización de la bacteria intracelular obligada *Wolbachia* para producir esterilidad y otros efectos deseables en poblaciones de culícidos. Si bien se la ha encontrado alojada en una gran variedad de insectos, ha sido mayormente estudiada y utilizada para el control de mosquitos.

Este endosimbionte se aloja en los tejidos reproductivos del hospedador y en el citoplasma de sus huevos, con efectos sobre su reproducción mediante varios mecanismos que pueden incluir: incompatibilidad citoplasmática (IC), partenogénesis, feminización y muerte de machos.

Sumado a esto se conoce que la presencia de la bacteria bloquea o interfiere la transmisión de arbovirus como Dengue y Zika. El control de mosquitos utilizando *Wolbachia* se ha establecido con dos enfoques diferentes:

Supresión de la población del vector mediante la Técnica del Insecto Incompatible (TII)

También llamada esterilidad biológica, busca la disminución directa de la población del vector y utiliza el fenotipo de incompatibilidad citoplasmática producido por *Wolbachia*. Esta estrategia fue utilizada exitosamente por primera vez en Birmania en 1967 cuando se erradicó una población aislada de *Cx. quinquefasciatus*. Actualmente se utiliza este enfoque en el control de *Ae. aegypti* debido a que las poblaciones silvestres de esta especie no se hallan naturalmente infectadas con *Wolbachia*. Esto permite que los machos transinfectados en laboratorio sean liberados y al copular con hembras silvestres produzcan una descendencia inviable debido a la incompatibilidad citoplasmática ocasionada por esta bacteria (Figura 1).

Sustitución de la población del vector por individuos infectados con *Wolbachia*

La liberación de huevos transinfectados, de los cuales emergerán hembras y machos infectados, permite los cruzamientos que resultan en descendencia infectada (Figura 1), favoreciendo el establecimiento de la bacteria endosimbionte en la población natural del mosquito. La importancia radica en que la bacteria endosimbionte interfiere en la transmisión de ciertos arbovirus, reduciendo la tasa de transmisión de los mismos.

Esta técnica ha sido utilizada en el “World Mosquito Program”, una iniciativa que comenzó en Australia y se ha extendido a 11 países de Oceanía, Asia y América Latina. Mediante un monitoreo a largo plazo, se observó que en los sitios donde hay altos niveles de *Wolbachia*, no hay evidencia de transmisión local de dengue.

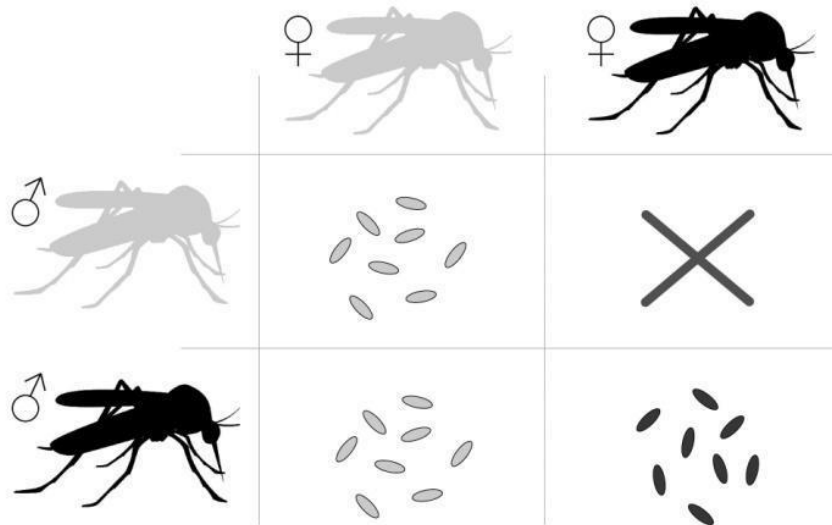


Figura 1. Resultado del cruzamiento entre mosquitos transinfectados con *Wolbachia* (gris) y mosquitos silvestres (negro). Los cruzamientos de ♂ infectados con ♀ sanas resultan inviables (x) y con ♀ infectadas producen descendencia infectada (huevo gris). Las ♀ infectadas siempre producen descendencia infectada.

Insectos y microorganismos genéticamente modificados

Insectos genéticamente modificados

Se trata de la introducción en un área seleccionada, de insectos modificados genéticamente, abordando uno de los principales enfoques: la supresión de la población (insectos estériles) o la modificación de la población (insectos menos competentes para la transmisión de patógenos o menos resistentes a insecticidas).

RIDL (Release of Insect Dominant Lethal)

Se trata de la introducción de una modificación genética que confiere letalidad de la hembra, mediante la liberación de machos transgénicos. Los mismos son portadores homocigotos de un transgen dominante tetraciclina-represible que es letal para la descendencia hembra pero no para el macho, el cual es heterocigoto del transgen, pasándolo a la siguiente generación en la proporción correspondiente (50%). Este sistema ha sido desarrollado por la corporación Oxitec y se ha probado en campo con éxito relativo en Malasia y Brasil, pero existen controversias y preocupación por la bioseguridad y las fallas en la aplicación del método.

Genética dirigida (gene-drive)

Incluye una amplia gama de técnicas de ingeniería genética que emplean la adición, eliminación, modificación o interrupción de genes con el objetivo de alterar la probabilidad de que un alelo específico se transmita a la descendencia. Estas tecnologías están siendo utilizadas en investigaciones que proponen la modificación de genes endógenos en una población nativa de mosquitos con el objetivo de eliminar su capacidad de transmitir arbovirus u otros organismos patogénicos. Es muy promisorio la utilización del sistema CRISP/Cas9 debido a su facilidad de aplicación y eficiencia sin precedentes. La endonucleasa Cas9 corta la secuencia objetivo guiada por una secuencia de ARN guía, la célula tiende a reparar el daño producido reemplazando la secuencia original con ADN homólogo. Si se introducen segmentos complementarios adicionales que contienen el gen deseado, el segmento cortado puede ser reemplazado por este, haciendo al individuo homocigoto para el gen deseable. Los genes introducidos deben ser anti-patógenos efectivos y aún continúa la búsqueda de opciones idóneas. Algunos de ellos involucran segmentos ARN doble cadena (ARNdc), micro ARN (ARNmi), ARN de interferencia (ARNi), ribosomas y anticuerpos que tienen la capacidad de neutralizar arbovirus. A diferencia de la tecnología RIDL que se basa en la herencia de un gen ordinario, la genética dirigida propone la transmisión del gen a toda la descendencia. Por este motivo, no requeriría la liberación de grandes cantidades de individuos modificados como en el caso anterior, sino que una liberación en bajo número podría dirigir el genotipo deseable a toda la población salvaje en pocas generaciones, por lo que resulta más eficiente y menos costosa. Aún así quedan por resolver cuestiones importantes como la disminución del fitness en los mosquitos modificados, el poder invasivo de los genes hacia otras especies, resistencia a las mutaciones, entre otras.

Control basado en ARN de interferencia

El ARN de interferencia (ARNi) es un mecanismo biológico que utiliza ARNdc para silenciar genes, ya sea cortando el ARN mensajero del organismo blanco o bien bloqueando su traducción. El silenciamiento se da por la interacción de complejos enzimáticos en el citoplasma con pequeñas moléculas de ARN interferente (ARNpi), las cuales, actúan sobre el ARN mensajero (ARNm) endógeno, impidiendo que sea traducido a proteína.

El descubrimiento de este mecanismo, se llevó a cabo hace poco más de 15 años y ha sido muy utilizado en mosquitos para estudiar la función de sus genes, pero actualmente está siendo evaluado su potencial como controlador de las poblaciones. El método en estudio incluye el silenciamiento de genes para la síntesis de la quitina a través de la administración de ARNs por vía oral. En la célula diana, la maquinaria de interferencia de ARN procesa el ARN dc para formar un complejo silenciador que se dirige a la destrucción del ARNm endógeno complementario a su guía. Como resultado, se muestra una significativa tasa de mortalidad en larvas, incluso de cuarto estadio, asociada al bajo contenido de quitina en la cutícula y la matriz peritrófica. Además se demostró que esta tecnología tiene efectos coadyuvantes para algunos insecticidas, reduciendo de esta manera la resistencia de los insectos a los mismos y haciéndolos más susceptibles.

Microorganismos genéticamente modificados

Además de los microorganismos entomopatógenos que han sido modificados genéticamente para mejorar su acción sobre artrópodos perjudiciales, se ha desarrollado un campo de estudio que utiliza microorganismos benéficos para el organismo blanco. La para-transgénesis es una técnica para el control de la transmisión de enfermedades vectorizadas, en la cual, las bacterias de la flora nativa del vector son aisladas y genéticamente modificadas *in vitro* para luego ser reintroducidas en el hospedador. La modificación genética de estos microorganismos hace que expresen moléculas efectoras que interfieren en la habilidad del vector para transmitir un patógeno. Esta técnica intenta la disminución de la transmisión de patógenos sin causar daño a las poblaciones del vector. La expresión de otras moléculas también puede interferir en la reproducción del hospedador. Esto podría ser útil para especies difíciles de modificar genéticamente o para complejos de especies hermanas. Esta técnica ha sido probada en importantes vectores como vinchucas, flebótomos y mosquitos.

Manejo integrado de vectores (MIV)

El MIV se define como “un proceso decisorio para el manejo de poblaciones de vectores, con el objetivo de reducir o interrumpir la transmisión vectorial de las enfermedades” a fin de proporcionar métodos de control sostenibles a largo plazo y adecuados ecológicamente que permitan reducir la dependencia de los insecticidas químicos y proteger a la población de las enfermedades de transmisión vectorial más prevalentes (OPS).

El MIV se caracteriza por la utilización de una variedad de intervenciones, a menudo en combinación y sinérgicamente basados en el conocimiento de la biología de vectores locales, la transmisión de la enfermedad y la morbilidad. Requiere la colaboración de sectores públicos, privados, y de la comunidad.

Por todo ello, el MIV se concibe como un sistema de manejo flexible siguiendo procesos cíclicos de análisis situacional, planeación, diseño, ejecución, seguimiento y evaluación.

Bibliografía complementaria

Achinelly, M. F. y Micieli, M. V. (2016). Entomonematodos como agentes de control biológico de mosquitos en Argentina. En C. M. Berón, R. E. Campos, R. Gleiser, L. Díaz-Nieto, N. Schweiggmann (Eds.), *Investigaciones sobre mosquitos de Argentina*, (pp. 275-283). Mar del Plata: Editorial de la Universidad de Mar del Plata.

- Ault, S. K. (1994). Environmental management: a re-emerging vector control strategy. *American journal of tropical medicine and hygiene*, 50(6), 35-49.
- Azizoglu, U., Jouzani, G. S., Yilmaz, N., Baz, E. y Ozkok, D. (2020). Genetically modified entomopathogenic bacteria, recent developments, benefits and impacts: a review. *Science of the total environment*, 739, doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139169.
- Barretto, A., Wilke, B. y Toledo Marrelli, M. (2003). Paratransgenesis: A promising new strategy for mosquito vector control. *Parasites and vectors*, 8, 342.
- Benedict, M. Q. y Robinson, A. S. (2003). The first releases of transgenic mosquitoes: an argument for the sterile insect technique. *Trends in parasitology*, 19, 349-355.
- Champer, J., Buchman, A. y Akbari, O. S. (2016). Cheating evolution: engineering gene drives to manipulate the fate of wild populations. *Reviews*, 17, doi:10.1038/nrg.2015.34.
- Dahmana, H. y Mediannikov, O. (2020). Mosquito-borne diseases emergence/resurgence and how to effectively control it biologically. *Pathogens*, 9, 310.
- García, J. J., Micieli, M. V., Marti, G. A. y Pelliza, S. A. (2008). Uso de protozoarios entomopatógenicos en programas de controle microbiano nos países Latino-Americanos. En S. B. Alves y R. B. Lopes (Eds.), *Controle Microbiano de pragas na América Latina. Avancos e desafios* (pp. 203-211). Piracicaba: Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 14.
- Gutierrez, A. C., Páramo, M. R., Falvo, M. L., Lastra, C. L. y García, J. J. (2017). *Leptolegnia chapmanii* (Straminipila: Peronosporomycetes) as a future biorational tool for the control of *Aedes aegypti* (L.). *Acta tropica*, 169, 112-118.
- Lopez, S. B. G., Guimarães-Ribeiro, V., Rodriguez, J. B. G., Dorand, F. A. P. S., Salles, T. S., Sá-Guimarães, T. E., Alvarenga, E. S. L., Melo, A. C. A., Almeida, R. V. y Moreira, M. F. (2019). RNAi-based bioinsecticide for *Aedes* mosquito control. *Scientific reports*, 9, 4038.
- Lucía, A. y Guzmán, E. (2021). Emulsions containing essential oils, their components or volatile semiochemicals as promising tools for insect pest and pathogen management. *Advances in colloid and interface science*, 287, doi.org/10.1016/j.cis.2020.102330.
- Mougabure-Cueto, G. y Picollo, M.I. (2015). Insecticide resistance in vector Chagas Disease: evolution, mechanisms and management. *Acta Tropica*, 149, 70-85.
- Parihar, K., Telang, M. y Ovhall, A. (2020). A patent review on strategies for biological control of mosquito vector. *World journal of microbiology and biotechnology*, 36, 187.
- Reid, W. R., Olson, K. E. y Franz, A. W. E. (2021). Current effector and gene-drive developments to engineer arbovirus-resistant *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) for a sustainable population replacement strategy in the field. *Journal of medical entomology*, doi: 10.1093/jme/tjab030.
- Shults, P., Cohnstaedt, L. W., Adelman, Z. N. y Brelsfoard, C. (2021). Next-generation tools to control biting midge populations and reduce pathogen transmission. *Parasites & vectors*, 14, 31, doi.org/10.1186/s13071-020-04524-1.
- Tranchida, M. C., Pelliza, S. A., Bisaro, V., Beltran, C., García, J. J. y Micieli, M. V. (2010). Use of the neotropical fish *Cnesterodom decemmaculatus* for long-term control of *Culex pipiens* L. in Argentina. *Biological control*, 53, 183-187.

- Tranchida, M. C., Pelliza, S. A., Micieli, M. V. y Maciá, A. (2014). Consequences of the introduction of the planarian *Girardia anceps* (Tricladida: Dugesiidae) in artificial containers with larvae of the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) from Argentina. *Biological Control*, 71, 49-55.
- Howell, C. J., Begemann, C. I., Muir, R. W. y Louw, P. (1981). The control of Simuliidae (Diptera, Nematocera) in South African rivers by modification of the water flow volume. *Onderstepoort journal of veterinary research*, 48, 47-49.
- Organización Panamericana de la Salud, (2013). *Estrategia para la toma de decisiones en el marco del manejo integrado de vectores de malaria (ED MIVM)*. Washington, D.C.: OPS.
- World Mosquito Program (2012). Recuperado de <https://www.worldmosquitoprogram.org/>

Los autores

Coordinadores

Mieli, María Victoria

Licenciada en Biología (Orientación Zoología) y doctora en Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM), Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Estancia en USDA/ARS Medical and Veterinary Entomology Research Laboratory en Gainesville, Florida, USA, 1995. Beca externa Postdoctoral cofinanciada Fulbright-CONICET para investigadores, Wadsworth Center, New York, USA, 2012. Ayudante Diplomada en la Cátedra de Artrópodos de Interés Médico y Veterinario, FCNyM, UNLP. Investigadora Independiente del CONICET, con lugar de trabajo en el Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE). Su área de investigación está enmarcada en patología de insectos y entomología médica.

Maciá, Arnaldo

Licenciado en Biología (Orientación Ecología) y doctor en Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM), Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Becario externo, Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas de la Argentina (CONICET), en el Ecology and Evolution Program, University of Oregon, USA, 1997-1999. Ayudante Diplomado en la Cátedra de Artrópodos de Interés Médico y Veterinario, FCNyM, UNLP. Profesional de Apoyo Principal de la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CIC) en la División Entomología, FCNyM. Actualmente forma parte del grupo de investigación en taxonomía y biología de Auchenorrhyncha de la División Entomología.

Spinelli, Gustavo Ricardo

Licenciado en Zoología y Doctor en Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM), Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Becario externo, Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas de la Argentina (CONICET), en el National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, D.C., U.S.A. (1983) y Becario Robert S. McNamara, World Bank, en el Department of Infectious Diseases, College of Veterinary Medicine, University of Florida, Gainesville, Florida, U.S.A. (1991-1992). Profesor Titular, Cátedra "Artrópodos de Interés Médico y Veterinario" (FCNyM). Investigador Principal, CONICET, en el Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet" (ILPLA). Especialidad: Sistemática de Ceratopogonidae Neotropicales.

Director de numerosos becarios desde 1984, y Dirección de 11 Tesis Doctorales finalizadas, en particular en la FCNyM. Autor de 2 libros, 6 capítulos de libro y de 250 artículos científicos publicados en revistas especializadas, relativos a aspectos sistemáticos y biológicos de insectos acuáticos y/o de interés médico-veterinario, en particular Ceratopogonidae.

Autores

González, Alda

Doctora en Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM), Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Investigadora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) en el Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE). A cargo del Laboratorio de Aracnología en el marco de la línea de investigación biodiversidad y ecología de arácnidos.

Gutierrez, Alejandra Concepción

Licenciada en Biología (orientación Zoología), Doctora en Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM), Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Jefa de trabajos prácticos en la Cátedra de Patología de Insectos (FCNyM, UNLP). Investigadora asistente de CONICET, con lugar de trabajo en el Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE-CONICET-UNLP). Su área de investigación está enmarcada en el área de patología de insectos y control microbiano de plagas urbanas.

Lareschi, Marcela

Doctor en Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM), Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Profesor en la Cátedra de Parasitología General, FCNyM, y Jefe de Trabajos Prácticos en la Cátedra de Zoología General, FCNyM. Investigador Independiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). A cargo del Laboratorio de Ectoparásitos del Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE, CONICET-UNLP). Director de proyectos subsidiados por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) y UNLP, desarrollo de actividades de extensión y divulgación, dirección y codirección de tesis, becarios e investigadores en temas referidos a la sistemática, ecología e importancia sanitaria de los ectoparásitos de mamíferos y aves.

Lucía, Mariano

Licenciado en Biología y Doctor en Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM), Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Ayudante Diplomado en la Cátedra de Invertebrados II (Artrópodos). Profesional de Apoyo Principal de la Comisión de Investigaciones

Científicas de la provincia de Buenos Aires (CIC) en la División Entomología, FCNyM. Actualmente es Investigador Adjunto del CONICET y se desempeña como jefe de la sección Himenópteros Aculeados en la Colección de la División Entomología del Museo La Plata. Forma parte del Laboratorio de estudios sistemáticos y biológicos sobre abejas nativas de Argentina.

Marti, Gerardo Aníbal

Doctor en Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM), Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Ayudante Diplomado en la Cátedra de Zoología General, FCNyM. Investigador Independiente Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Laboratorio de insectos vectores del Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE, CONICET-UNLP-Asociado a CICPBA). Integrante del Grupo “¿De qué hablamos cuando hablamos de Chagas?” (<https://hablamosdechagas.org.ar>). Integrante del Grupo “Geo-Vin” (<https://geovin.com.ar>).

Mulieri, Pablo

Doctor en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (UBA). Profesor Invitado, Insectos de interés médico y veterinario, Maestría en Entomología, Facultad De Ciencias Naturales E Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán. Investigador Independiente CIC-CONICET, Jefe de División Entomología, Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”. Grupo de Estudios sobre Sistemática y Ecología de Dípteros Caliptrados.

Muttis, Evangelina

Licenciada en Biología (orientación Zoología), Doctora en Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM), Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Becaria Posdoctoral del CONICET, con lugar de trabajo en el Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE- CONICET-UNLP). Su área de investigación está enmarcada en el estudio de los virus entomopatógenos.

Nava, Santiago

Doctor en Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM), Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Investigador en Parasitología Veterinaria del INTA Rafaela e Investigador Independiente del Conicet. Coordinador del Proyecto Estructural de INTA “Estudios para el control de enfermedades subtropicales y/o transmitidas por vectores”. Autor de 224 artículos científicos (179 publicados en revistas internacionales y 45 en revistas nacionales), 2 libros y 6 capítulos de libro.

Patitucci, Luciano Damián

Doctor en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad de Buenos Aires (UBA). Docente invitado de la cátedra de Invertebrados II (Artrópodos), UBA. Docente de la Maestría en Entomología de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad de Tucumán. Investigador Adjunto CONICET, en la división Entomología del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia (MACN). Actualmente su línea de investigación está centrada en los estudios de Biodiversidad, conservación y taxonomía integrada de Muscidae (Diptera) en el sur de Sudamérica.

Santini, María Soledad

Licenciada en Biología (Zoología) y doctora en Ciencias Naturales, FCNyM, UNLP. Diplomatura de Estudios Avanzados Planificación Estratégica en Salud-UNSAM. Directora del Centro Nacional de Diagnóstico e Investigación en Endemo-epidemias (CeNDIE)-ANLIS, "Instituto Malbrán", Ministerio de Salud de la Nación. Investigadora CONICET. Investigadora Asociada, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT. Instituto Superior de Entomología "Dr. Abraham Willink" (INSUE). Coordinadora científica-técnica de la Red de Vigilancia de Resistencia a Insecticidas en Argentina (RAREP), OPS. Coordinadora de la Diplomatura "Manejo Integrado de Insectos Vectores de Interés Sanitario" del CeNDIE (ANLIS, Malbrán) y UNC. Docente Titular Epidemiología (con perspectiva crítica), Maestría Salud Pública, FCM, UNLP. Coordinación de Innovación y Biotecnología, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Miembro de la Red de Investigación de las Leishmaniasis de Argentina (REDILA). Presidenta de la Sociedad Red Argentina de Investigadoras e Investigadores de Salud (RAIIS).

Entomología médica y veterinaria : biología y sistemática de artrópodos de interés médico y veterinario en Argentina / Alda González ... [et al.] ; coordinación general de María Victoria Micieli ; Arnaldo Maciá ; Gustavo Ricardo Spinelli. - 1a ed. - La Plata : Universidad Nacional de La Plata ; EDULP, 2023.
Libro digital, PDF - (Libros de cátedra)

Archivo Digital: descarga
ISBN 978-950-34-2253-3

1. Entomología. 2. Epidemiología. I. González, Alda. II. Micieli, María Victoria, coord. III. Maciá, Arnaldo, coord. IV. Spinelli, Gustavo Ricardo, coord.
CDD 595.7072

Diseño de tapa: Dirección de Comunicación Visual de la UNLP

Universidad Nacional de La Plata – Editorial de la Universidad de La Plata
48 N.º 551-599 / La Plata B1900AMX / Buenos Aires, Argentina
+54 221 644 7150
edulp.editorial@gmail.com
www.editorial.unlp.edu.ar

Edulp integra la Red de Editoriales Universitarias Nacionales (REUN)

Primera edición, 2023
ISBN 978-950-34-2253-3
© 2023 - Edulp

n
naturales


Edulp
EDITORIAL DE LA UNLP



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA