

# mundo ArtróPodo

REVISTA DE ENTOMOLOGÍA Y ARACNOLOGÍA IBÉRICA

**Garrapatas***Biología y epidemiología***Agallas***Ecosistemas en miniatura***Entomología forense***Una realidad en España***Blatodeos ibéricos***Una introducción***Dípteros de interés****médico***Ten cuidado con ellos***Cifoftalmos***¿Opiliones o ácaros?*

Y además noticias, la biblioteca del entomólogo,  
galería del lector y mucho más.

ISSN 2330-9404  
  
9 772530 940002

FOTO DE PORTADA: Ixodes ricinus. AUTOR. Erik Karits

# Índice número 8

Pág. 3. Editorial

Pág. 5. Noticias

Pág. 9. Las garapatas: biología, ecología y epidemiología

Pág. 20. Entomología forense: una realidad en España

Pág. 28. Introducción a las cucarachas de la península ibérica

Pág. 35. Agallas: ecosistemas en miniatura

Pág. 46. Importancia ecológica de las mariposas

Pág. 54. Dípteros de importancia en parasitología

Pág. 63. Cifoftalmos: opiliones con aspecto de ácaro

Pág. 77. Apicultura: el arte de criar abejas

Pág. 84. La biblioteca del entomólogo

FOTO: Pikrepo.com



#### PROPIEDAD Y RESPONSABILIDAD

Todos los contenidos de la revista, y con carácter enunciativo, no limitativo, textos, imágenes y fotografías (excepto las que sean propiedad de otros autores, debidamente citados), diseño gráfico, logos, marcas, nombres comerciales y signos distintivos, son titularidad exclusiva de Revista Mundo ArtróPodo, y están amparados por la normativa reguladora de la Propiedad Intelectual e Industrial, quedando por tanto prohibida su modificación, manipulación, alteración o supresión por parte del usuario. La Revista Mundo ArtróPodo es la titular exclusiva de todos los derechos de propiedad intelectual, industrial y análogos que pudieran recaer sobre la citada revista así como sobre su página web.

La Revista no se hace responsable de la veracidad, exactitud, adecuación, idoneidad, y actualización de la información y/u opiniones suministradas por sus redactores y colaboradores, sin bien, empleará todos los esfuerzos y medios razonables para que la información suministrada sea veraz, exacta, adecuada, idónea y actualizada.

Editada en Alicante por  
Revista Mundo ArtróPodo

*Papilio machaon. FOTO: Charles J. Sharp*

#### EDITORIAL

Revista nº 9, diciembre de 2020

Con la "nueva normalidad" impuesta por la pandemia limitando nuestras vidas, acostumbrados ya a mascarillas, a geles hidroalcohólicos y a otras medidas que antaño nos hubieran sonado a ciencia ficción, seguimos avanzando en esta lucha contra el virus con la esperanza de que el 2021 sea el año de ganarle la batalla y nos pueda devolver así algo tan normal y necesario como besar a tus padres, abrazar a un sobrino o compartir un día de campo y bichos con tu grupo de amigos.

Con este punto de partida y la ilusión que caracteriza al equipo de Mundo ArtróPodo, hemos querido redoblar nuestros esfuerzos para volver a ofreceros una revista que aborde temas interesantes, didácticos, novedosos y, por supuesto, que destile entomología por los cuatro costados.

Fruto de ello es el número que tenéis delante, detrás del cual hay muchas horas de trabajo y esfuerzo, pero sobretodo muchas ganas de divulgar y compartir entomología, y poder llevarla así a cada rincón del planeta donde haya una persona con ganas de aprender.

Esperamos, como de costumbre, estar a vuestra altura.

Atentamente.

Germán Muñoz Maciá  
Director Revista Mundo ArtróPodo.

## EQUIPO DE REDACCIÓN

### Director

Germán Muñoz

### Subdirector

Rubén de Blas

### Redactores

Pablo J. Martín

Jorge Ángel Ramos

### Banco de imágenes

Guillermo J. Navarro

### Corrección

Endika Arcones

Cabeza de Calliphoridae. AUTOR Richard Bartz. Wikipedia.

Insectos sobre musaraña muerta. AUTOR: Luis Fernandez Garcia. Wikimedia.

Larvas de dípteros necrófagos limentándose de un cadáver. AUTOR: Tim Vickers.

*Chrysomya megacephala*.

AUTOR: Muhammad Mahdi Karim

*Lucilia sericata*. AUTOR: Amada44.

Larvas de dípteros y coleópteros sobre un cadáver en descomposición. AUTOR: Paul Venter.

Larva de *Calliphora vicina*. AUTOR: Caroline Harding MAF Plant Health & Environment Laboratory (2011)

Moscas sobre un cadáver fresco de puercoespín. AUTOR: Paull Venter.

*Calliphora vicina*. AUTOR: Donald Hobern.

Halterios de una tipula. AUTOR: Nono64.

Mosca negra picando. FOTO: semes.org

Tabanidae. AUTOR: Jean and Fred.

Miasis en una herida superficial en la pata de un gato. AUTOR: Uwe Gille.

## COLABORADORES

### Artículos

Agustín Estrada-Peña

Anabel Martínez-Sánchez

Álvaro Pérez Gómez

Miguel Ángel Hernández Varas

José Gabriel González

Edison Pascal

Izaskun Merino

Jokin Eguia Sánchez

Mosca varejeira (*Dermatobia hominis*). AUTOR: Eden Fontes

### Fotografías

*Ixodes Ricinus*. AUTOR.- Richard Bartz. Wikipedia.

*Argas reflexus*. AUTOR.- PaulT. Wikimedia.

Ciclo vida Ixodidae. AUTOR.- Petaholmes. Wikimédia.

*Ixodes ricinus*. AUTOR.- Erik Karits.Pixabay.

Macro *Ixodes ricinus*. AUTOR.- Richard Bartz. Wikipedia.

Ciclo vital garrapatas. AUTOR: Daktaridudu. Wikimedia

.

Garrapata antes y después de alimentarse. AUTOR: Bjorn Christian Torrisen. Wikimedia.

Micrografía electrónica del virus de la TBEV . AUTORES: Stiasny K, Kössl C, Lepault J, Rey FA y Heinz FX. Wikipedia.

Fotomicrografía de *Rickettsia rickettsii*. AUTOR: Billie Ruth Bird. Public Health Image Library (PHIL).

*Borrelia burgdorferi* en sangre. AUTOR: Centers for Disease Control, EE.UU.

*Muscina stabulans*. FOTO:AfroBrazilian. Wikimedia.

*Apis mellifera* con polen. AUTOR: Muhammad Mahdi Karim

*Apis mellifera iberica*. FOTO: Livesofk.

Dos celdas reales mostrando la larva de abeja reina en su interior. AUTOR: Waugsberg.

*Cryptocerchus*. AUTOR: ManDuKinGs

*Papilio machaon*. AUTOR: Charles J. Sharp.

Cifoftalmo de la familia Sironidae. AUTOR: Marshal Hedin

### Ilustraciones

Morfología de Ixodidae y Argasidae. AUTOR.- Jacob Gragera.

FOTO: Pikrepo.com

# Noticias

*BioFoto, insectos y arañas desde una perspectiva holística.*



BioFoto es un conjunto de acciones para el conocimiento y la conservación de los insectos y arañas a través de la fotografía, con atención particular en tanto que agentes de control biológico de las plagas en la agricultura y la polinización. Estamos enraizados en el Parque Natural de Cazorla, Segura y Las Villas, en Santiago-Pontones y en las sierras prebéticas hermanas, para desde ahí proyectar nuestro grano de arena en la preservación de la biodiversidad y la mitigación de los efectos del cambio climático. La fotografía, con su dimensión artística, nos deja extasiados cuando se contempla ese maravilloso mundo de otra manera. Concienciamos para producir cambios profundos. Trabajamos localmente para un mundo global.

La metodología aplicada permite que unas acciones refuercen a otras desde lo científico a lo divulgativo, con actores privados y públicos, provocando concienciación e impactos en la economía local, impartiendo formación e investigando, compaginando lo estrictamente técnico y lo artístico, considerando las interacciones entre la entomofauna y las plantas, para especialistas y aficionados, instituciones y voluntarios. Buena parte de nuestras acciones se enmarcan en un

ambicioso proyecto de ciencia ciudadana.

Bajo el lema “Cada foto es un dato” los concursos de fotografía y otros programas aportan citas para los mapas de distribución de especies, donde en tiempo real estamos tomando el pulso a las poblaciones. En ello abunda nuestro programa “Usa el móvil” donde turistas y visitantes pueden observar insectos y enviar su localización e imágenes con la calidad suficiente que permitan su clasificación al menos al nivel de género. También el Taller de fotografía entomológica y aracnológica donde priman las salidas al campo.

El programa educativo interrelaciona a los alumnos y profesores con entomólogos y aracnólogos y posibilita el desarrollo de proyectos de investigación como el que actualmente está iniciándose para la colecta de insectos y arañas ahogados en las albercas. Disponemos de una biblioteca, aún incipiente, con casi mil artículos científicos con citas sobre especies halladas en las sierras prebéticas y otros documentos y obras divulgativas.

Con todos los materiales generados organizamos exposiciones itinerantes. En agosto de 2019 se inauguró la titulada “Un universo subterráneo” centrada en los artrópodos de las cavidades de estas sierras con fotografías cedidas por el Grupo de Espeleología de Villacarrillo, entre las que se encuentran especies nuevas para la ciencia, complementada con materiales didácticos que en esta ocasión se ha dedicado a los sírfidos por su papel en el control biológico de plagas en los cultivos, ya que también integramos en nuestra metodología la agroecología y las aves insectívoras. La segunda exposición “Los pequeños habitantes. Insectos y arañas del Parque Natural de Cazorla, Segura y Las Villas” muestra una extensa aportación de especies fotografiadas por los participantes algunas de las cuales podrían ser primeras citas para estas sierras que están siendo determinadas por la Sociedad Andaluza de Entomología.

Con el proyecto “Una historia de gnomos, insectos y arañas” queremos acercar los artrópodos a los niños: un concurso de ideas para crear el logotipo del gномo de BioFoto (uno para escolares y otro general para artistas y diseñadores) que queremos vestir con trajes típicos serranos para decidir los cuales se está difundiendo entre los grupos folclóricos serranos. Hemos invitado a escritores y artistas para que escriban e ilustren cuentos con esta temática de los que saldrán unos materiales de apoyo para los maestros cuando imparten sus clases sobre insectos. Hemos editado la obra “El gномo Tornasueños” escrita por Luis Miguel Sánchez Tostado e ilustrado por Elena Ortega Yáñez que incluye una unidad didáctica. También se ha patrocinado la publicación de una obra sobre las cavidades de Santiago-Pontones con un capítulo dedicado a la biología subterránea coordinada por Antonio Pérez Ruiz y Toni Pérez Fernández del GEV.

Y entre otras cosas más, ya se están poniendo las bases de las primeras jornadas entomológicas y aracnológicas con diversas ponencias a las que se pueden presentar comunicaciones y que ya cuentan con un primer núcleo del comité científico. Se vertebrarán

entorno a los siguientes temas:

- . Libro Rojo de invertebrados y catálogos de especies amenazadas. Endemismos. Poblaciones reducidas.
- . Gestión de insectos y arañas en espacios protegidos. La Declaración de Granada. Historia de la Entomología del PN.
- . Medio subterráneo.
- . Arácnidos.
- . Nuevas especies y nuevos datos. Ecología e interacciones. Especies alóctonas.
- . Polinizadores.
- . Fauna auxiliar para control de plagas.
- . Ordenes y familias. Biotopos, pisos bioclimáticos.
- . Sierras prebéticas.

Todas las iniciativas de BioFoto se complementan con programación cultural y turística.

## *II Certamen BioFoto de fotografía entomológica y aracnológica.*

Abierto el plazo hasta el 10 de octubre de 2021.

Se ha ampliado el plazo de presentación de fotografías al II Certamen BioFoto de Fotografía Entomológica y Aracnológica por motivo de la pandemia hasta el 11 de octubre de 2021 y la gala de entrega de premios se ha aplazado hasta el 27 de noviembre de 2021.

En esta segunda edición además de las modalidades de fotografías tomadas en Santiago-Pontones y fotografías tomadas en cualquiera de los municipios del Parque Natural y Reserva de la Biosfera de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas se ha establecido una tercera modalidad para las obtenidas en

cualquiera de los municipios de las sierras prebéticas hermanas que se relacionan en las bases. A los premios en metálico se han añadido pernoctaciones gratuitas en casas rurales y lotes de productos locales. Se intenta de este modo producir también impacto sobre la economía local y dar a conocer más profundamente estas sierras del sureste español.

En el baremo se valora además de la técnica fotográfica, el número de especies presentadas, su rareza, la dificultad y la diversidad de biotopos conforme a la zonificación recogida en anexo, todo bajo un estricto código ético de conducta en la naturaleza. Para mayor información y obtener las bases se puede dirigir correo electrónico a [biofoto2019@gmail.com](mailto:biofoto2019@gmail.com).

## Cursos online sobre ilustración científica

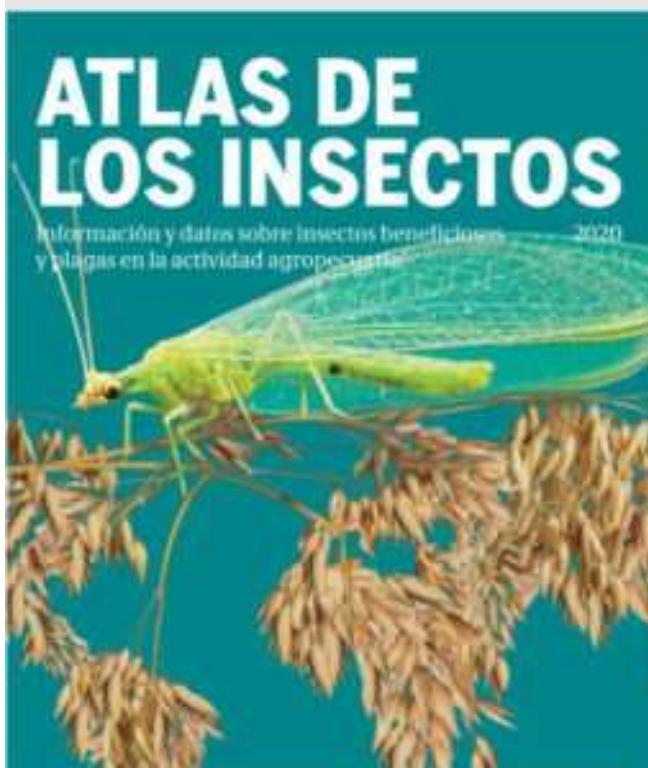
La empresa especializada en cursos y workshops Transmitting Science ha organizado dos cursos para enero y febrero de 2021 sobre ilustración científica. En concreto se trata de Naturalistic and Scientific Illustration 1: Traditional Techniques, programado para los días 25-29 de enero, y Naturalistic and Scientific Illustration 2: Digital Techniques, para los días 1-3 de febrero. Ambos cursos son de nivel



intermedio y serán impartidos en inglés, siendo además las plazas muy limitadas. Más información en la web:

<https://www.transmittingscience.com/courses/>

## Atlas de los insectos 2020



La asociación Amigos de la Tierra acaba de editar el Atlas de los insectos 2020. Dicho informe, publicado originalmente por Amigos de la Tierra Europa junto con la Fundación Heinrich Boll, muestra el declive de los insectos en todo el mundo como consecuencia de la expansión de la agricultura industrial y el uso intensivo de pesticidas que amenazan también la producción de alimentos. El mismo incluye un capítulo específico sobre la situación de los Insectos en España realizado por Amigos de la Tierra en colaboración con Transición Verde y la Universidad Autónoma de Madrid.

Podeís descargar el informe a través de la página web de la asociación: <https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2020/12/Atlas-Insectos-Amigos-Tierra-2020.pdf> de manera libre y gratuita pues cuenta con licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Si como asociación, colectivo, universidad, centro docente u otro tipo de entidad quieres dar a conocer alguna noticia relacionada con la entomología ibérica, no dudes en enviarnos un correo electrónico a

[mundoartropodo@hotmail.com](mailto:mundoartropodo@hotmail.com)

## ¿Quieres colaborar con Mundo ArtróPodo?

Si te apasiona la entomología, la divulgación, la fotografía de naturaleza y, en definitiva, todo lo relacionado con el mundo de los artrópodos, puedes unirte al equipo de nuestra revista.

Escríbenos a [mundoartropodo@hotmail.com](mailto:mundoartropodo@hotmail.com) y cuéntanos tus inquietudes.

Te estamos esperando...



Revista Mundo ArtróPodo



@MundoArtroPodo



mundoartropodo

FOTO: Pexels.com



# Las garrapatas: biología, ecología y epidemiología

Agustín Estrada-Peña

Hembra de *Ixodes ricinus* FOTO: Erik Karits.pixabay.com

## Introducción

Las garrapatas son arácnidos, es decir, están emparentadas con las arañas y escorpiones. Su cuerpo no tiene la morfología característica de un insecto, con quienes no tienen relaciones taxonómicas próximas, y por tanto carece de las divisiones clásicas de cabeza, tórax y abdomen. El cuerpo de las garrapatas está fusionado en una sola pieza. Las garrapatas pertenecen al suborden Ixodida, que consta de cuatro familias: Ixodidae, Argasidae, Nuttalliellidae y Deinocrotonidae. Las primeras se llaman comúnmente «garrapatas duras», mientras que las segundas reciben el calificativo de «garrapatas blandas». La familia Nuttalliellidae solamente tiene una especie conocida, *Nuttalliella namaqua*, y parece representar un eslabón perdido. Deinocrotonidae solamente se conoce por ejemplares fósiles en ámbar.

Los ixódidos (Figura 1) se caracterizan por la

presencia de una gran placa esclerotizada en el dorso que se denomina «escudo». Se conocen unas 650 especies repartidas en unos 12 géneros. Los argásidos (Figura 2) carecen de este escudo y su superficie externa recuerda al aspecto del cuero. En los ixódidos, los adultos tienen un claro dimorfismo sexual, evidente en el escudo dorsal, que cubre prácticamente la superficie dorsal de los machos, mientras que en las hembras se restringe a la mitad anterior. Sus estadios inmaduros tienen también un escudo dorsal limitado a la porción anterior del dorso. Los machos de algunos géneros de ixódidos tienen prolongaciones quitinosas ventrales, cerca del ano. Estos detalles morfológicos están ausentes en los argásidos. Los ojos, cuando están presentes, se localizan sobre el escudo dorsal.

Las piezas bucales constituyen un órgano llamado «capítulo». En todos los ixódidos el capítulo está situado por delante del escudo y es visible casi en su totalidad cuando el espécimen

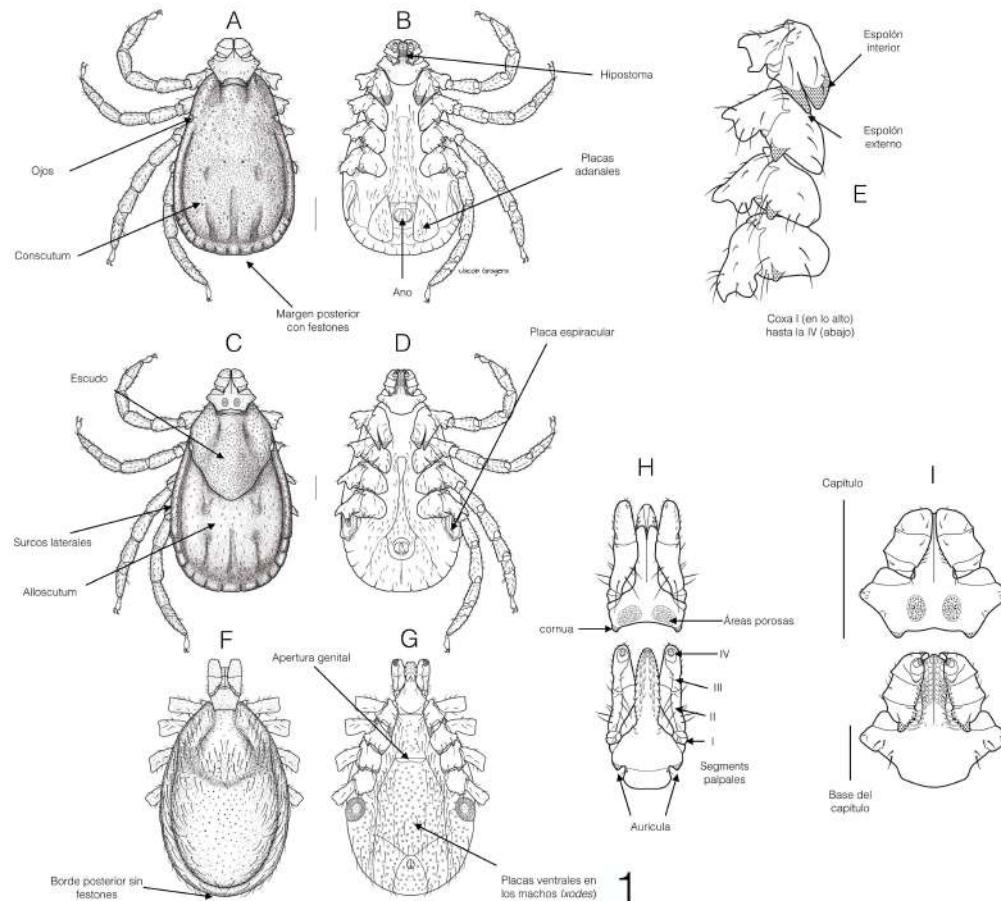


Figura 1. Morfología general de los adultos de las garrapatas de la familia Ixodidae. Se incluyen los géneros *Rhipicephalus* (A-E) e *Ixodes* (F-H) como ejemplos. A, B: morfología general de los machos de *Rhipicephalus* (dorsal y ventral, respectivamente). C, D: morfología de las hembras del género *Rhipicephalus* (dorsal y ventral respectivamente). F, G: morfología general de los machos de *Ixodes* (dorsal y ventral, respectivamente). H, I: morfología de las piezas bucales del género *Ixodes* (dorsal y ventral respectivamente) y del género *Rhipicephalus*, respectivamente. Ilustraciones Jacob Gragera.



Detalle de una *Ixodes ricinus* donde se puede observar sus piezas bucales. FOTO.- Richard Bartz

se observa dorsalmente. El capítulo consta de un par de quelíceros, dos palpos segmentados y el hipostoma con dientes, que se localiza ventralmente. Los palpos tienen siempre cuatro segmentos. El segmento distal es pequeño y retráctil, y se inserta en una cavidad del segmento anterior. Las hembras presentan las llamadas áreas porosas, localizadas en la superficie dorsal del capítulo. Las áreas porosas producen unas sustancias que empapan los huevos impidiendo la oxidación de los lípidos que recubren la cubierta del huevo. Las ninfas y los adultos de todos los ixódidos tienen unos espiráculos situados en el extremo posterior del cuerpo, exactamente detrás del cuarto par de patas, por los que se lleva a cabo la respiración.

Los inmaduros (larvas y ninfas) son estadios de desarrollo que aparecen antes de los adultos.

Las larvas eclosionan de los huevos y recuerdan de forma general a los adultos. Tienen tres pares de patas y carecen de placas espiraculares. Esto se debe a que la respiración se realiza exclusivamente por intercambio gaseoso a través de la cutícula. Tras la alimentación y la muda, las larvas mudan al estadio de ninfa. Este estadio ya presenta cuatro pares de patas y las dos placas espiraculares. Los machos de los distintos géneros suelen tener esclerotizada la cara ventral del cuerpo, aunque algunos de ellos solamente ostentan algunas placas quitinizadas, como se ha mencionado anteriormente. En el centro de la cara ventral se encuentra el poro genital. Los estadios inmaduros (larvas y ninfas) no tienen poro genital, áreas porosas ni glándulas foveales (órganos de la superficie dorsal que se observan únicamente en los estadios adultos).

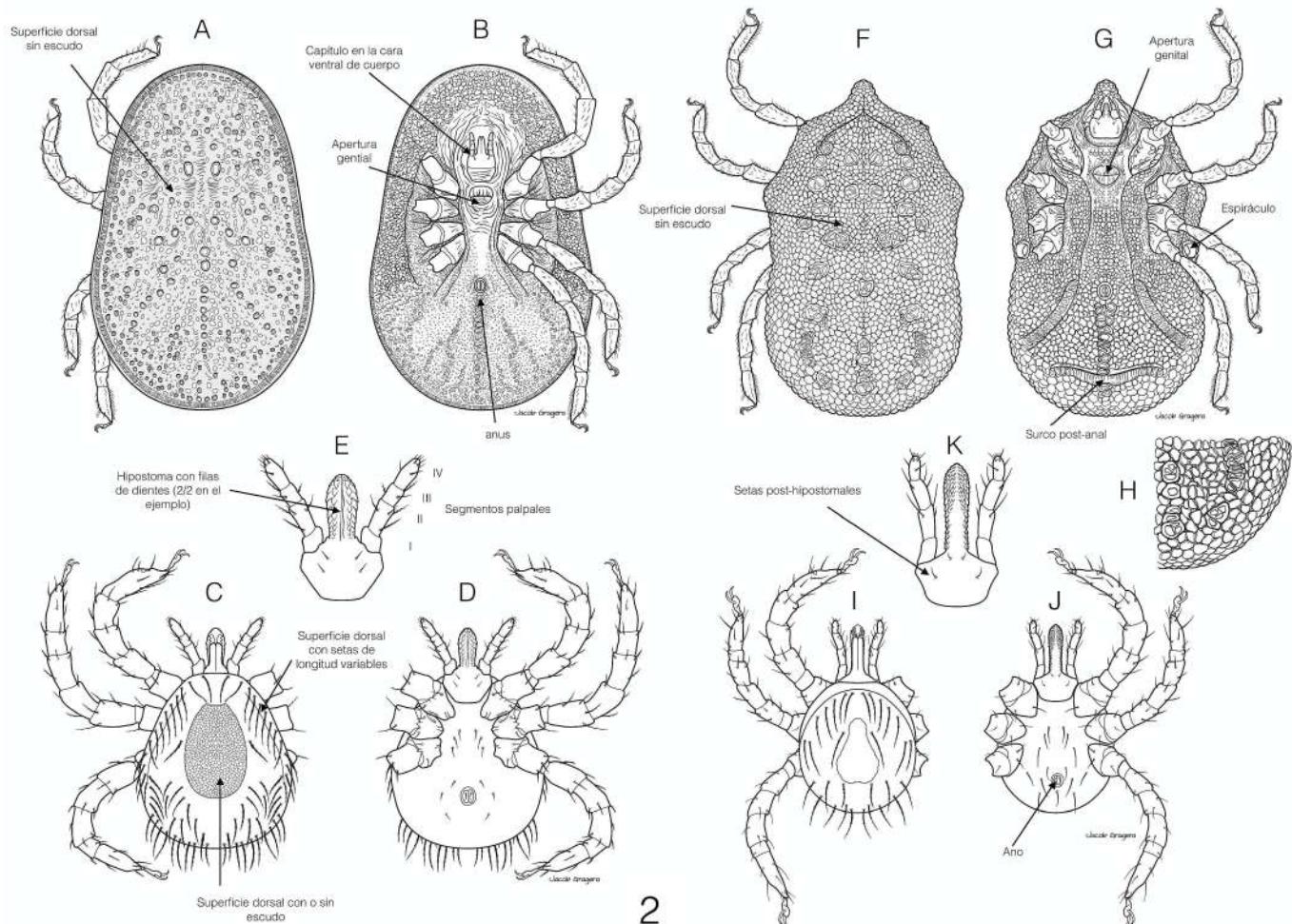


Figura 2. Morfología general de los adultos y las larvas de las garrapatas de la familia Argasidae. Se incluyen los géneros *Argas* (A-D) y *Ornithodoros* (F-K) como ejemplos. A, B: morfología general de los adultos de *Argas* (dorsal y ventral, respectivamente). C, D: morfología de las larvas del género *Argas* (dorsal y ventral respectivamente) con detalle del capítulo en E. F, G: morfología general de los adultos de *Ornithodoros* (dorsal y ventral, respectivamente) con un detalle del reticulado dorsal en H. I, J: morfología de las larvas del género *Ornithodoros* (dorsal y ventral respectivamente) con detalle del capítulo en K. Ilustraciones: Jacob Gragera.

La morfología de los argásidos (fig. 2) es claramente diferente. Los argásidos se caracterizan por poseer una cutícula de aspecto correoso; carecen de escudo dorsal esclerotizado y de esclerotizaciones en la superficie ventral de los machos. Los argásidos tienen el capítulo desplazado a su superficie ventral. No tienen áreas porosas ni glándulas foveales. Su superficie corporal está compuesta por una serie de discos y mamelones que aparecen en los adultos, y que en su conjunto proporcionan un aspecto reticulado. Tienen unas placas espiraculares pequeñas, en algunos casos de difícil observación al encontrarse entre los pliegues de la cutícula. Un detalle morfológico importante que aparece en los argásidos es la existencia de un poro coxal. Este orificio se encuentra en la coxa I de los adultos y sirve para

concentrar y eliminar el exceso de agua durante la ingestión de sangre. Estas estructuras típicas de la superficie externa de los argásidos no aparecen en sus larvas.

Los argásidos tienen una sola fase de larva, pero pueden tener hasta 11 fases ninfales. El número de ninfas está regulado por la frecuencia de las ingestas de sangre. Las ninfas aumentan progresivamente su tamaño conforme mudan a un estadio ninfal posterior, pero este detalle tiene una gran variabilidad. En los argásidos es imposible conocer el estadio ninfal en que se encuentran simplemente por el tamaño o por otros detalles morfológicos. Las ninfas son semejantes a los adultos con la única excepción de la ausencia del poro genital, exclusivo de los adultos.

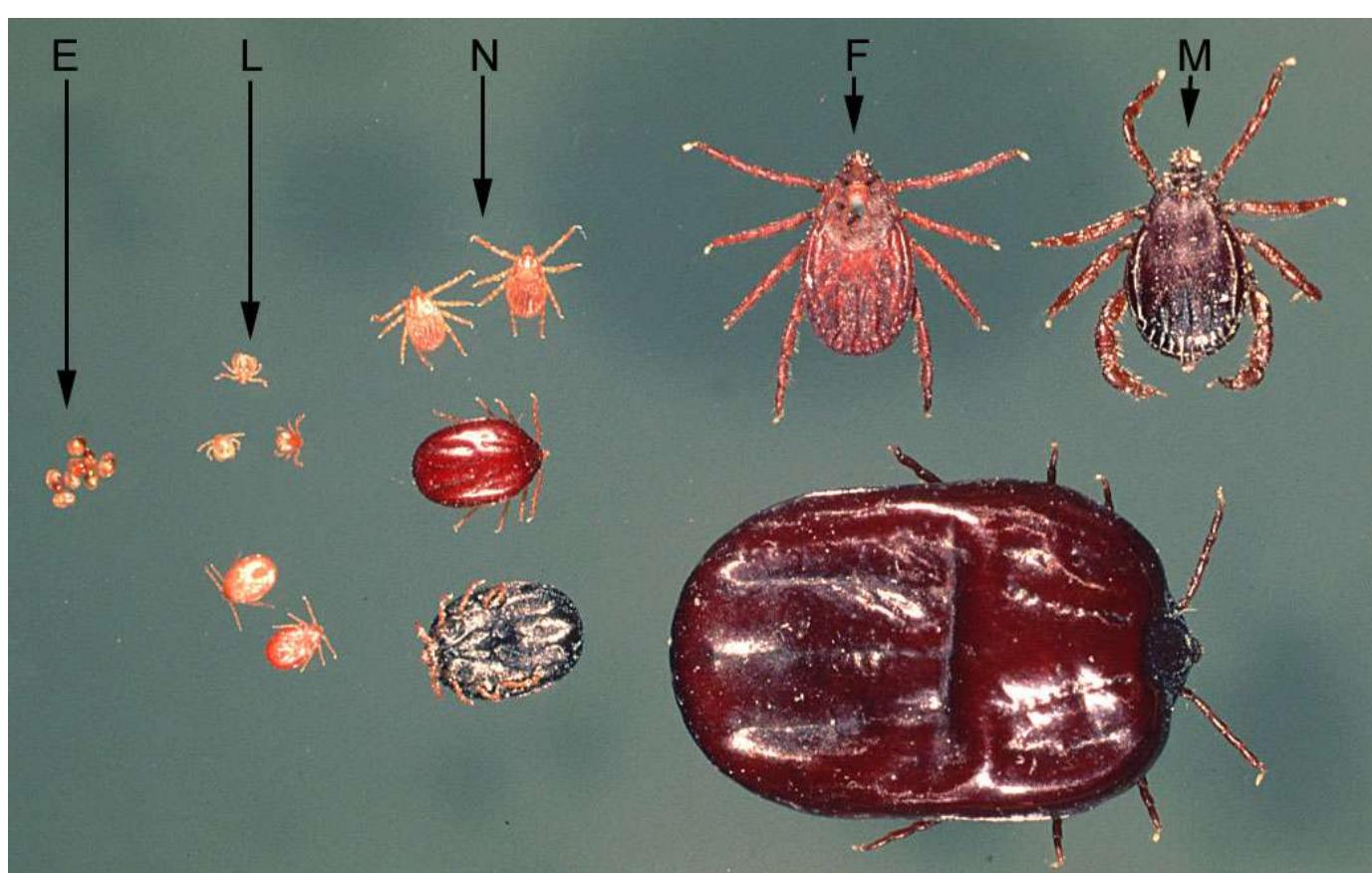
## Ciclo vital de las garrapatas

Todas las garrapatas tiene cuatro estadios: el huevo embrionado, y tres estadios activos que se conocen con los nombres de larva, ninfa (siempre una en los ixódidos y en número variable en los argásidos) y adulto. El dimorfismo sexual se aprecia solamente en los adultos en cualquiera de estas dos familias: aunque es muy notable en los ixódidos es más difícil de discernir en los argásidos. En la mayor parte de las especies cada estadio activo busca a un hospedador, se alimenta y cae al suelo para llevar a cabo el desarrollo al estadio siguiente. Esto es lo que se llama un ciclo de tres hospedadores, pues tanto la larva como la ninfa y el adulto deben de alimentarse por separado en un hospedador distinto.

La estrategia de los ixódidos para encontrar un hospedador se basa en la espera pasiva de los hospedadores entre la vegetación. El comportamiento más común es realizar ciclos de ascenso y descenso entre la vegetación. Estos ciclos comienzan tras la muda, cuando el estadio correspondiente (inmaduro o adulto) se hidrata

en lo más profundo de la capa vegetal, en los primeros milímetros sobre el suelo. Cuando las temperaturas sobrepasan aproximadamente los 7-9 °C, las garrapatas se activan y comienzan a ascender por la vegetación. En el extremo de la misma extienden su primer par de patas y comienzan a detectar la proximidad de los hospedadores. Esta búsqueda y detección se realiza mediante el llamado «órgano de Haller».

Existe otro proceso evolutivo que asegura un dispensio ajustado de energía en función de la época del año, para intentar optimizar el encuentro con el hospedador. Se trata de la diapausa, una estrategia que está basada en la quiescencia durante el periodo invernal, y que está regulada por la duración de las horas de luz diarias. Cuando estas disminuyen, las garrapatas que se encuentran esperando un hospedador reciben una indicación de la proximidad del invierno y la baja posibilidad de encontrar un hospedador hasta la primavera siguiente. Tras percibir la disminución de la duración de luz solar diaria, las garrapatas entran en este estado de parada total de cualquier aspecto metabólico o de actividad. El aumento de la temperatura y las



Ciclo vital de *Rhipicephalus appendiculatus*; E=huevos, L=larvas, N=ninfas, F=hembra adulta, M=macho adulto.  
FOTO: Daktaridudu. Wikimedia.



*Dos garrafas de la especie Ixodes holocyclus. La pequeña es un macho, que no se alimenta, mientras que la grande es una hembra en su estado final de repleción, de unos 8 días, habiendo ingerido unos 5 mililitros de sangre. La picadura de una sola de estas hembras pue ser mortal para un animal de tamaño medio, porque la hembra inocula una toxina paralizante*

FOTO: Bjorn Christian Torrisen.. Wikimedia.

horas luz en la primavera siguiente volverá a activar a las garrafas.

El ciclo vital de los ixódidos es muy uniforme para casi todas las especies de la familia. Las hembras se alimentan lentamente, ingiriendo en algunas ocasiones hasta 100 veces su peso en sangre. Despues de la fecundación, que se suele producir sobre el hospedador excepto en el género *Ixodes*, las hembras terminan su repleción en una fase de alimentación rápida, caen del hospedador y comienzan la puesta de huevos en algún lugar que les proporcione protección contras las inclemencias del clima. Estos lugares pueden estar bajo el mantillo o el musgo en un bosque o en grietas de la pared de las construcciones humanas, como perreras o establos. Una hembra de ixódido puede poner un número variable de huevos en función de la especie, la cantidad de sangre que ha ingerido y el clima. La cantidad de huevos oscila entre unos 1.500 y 16 000, los primeros producidos por hembras del género *Ixodes* y los segundos por hembras de los géneros *Hyalomma* o *Amblyomma*. Tras un breve periodo en el que la hembra se prepara para la puesta, la mayor parte de los huevos (hasta un 80-90 %) es puesto en los primeros 10-15 días. Tras esta fase de alta productividad sigue otra que se extiende varias semanas en las que la hembra apenas pone unos pocos cientos más de huevos.

Tras la puesta de huevos la hembra muere. Una hembra de ixódido no tiene más que un solo ciclo gonotrófico, es decir, solamente se alimenta una vez y solamente pone huevos una vez. Por ello, las cantidades de huevos son muy altas. Sin embargo, una hembra de argásido tiene varios ciclos gonotróficos, e incluso puede almacenar esperma de cada una de las fecundaciones por diferentes machos tras cada alimentación, asegurando una amplia variabilidad genética del esperma que fecundará los huevos de diferentes generaciones.

Tras la puesta de huevos la incubación se produce en un periodo variable de tiempo, de nuevo en función de la especie y de la temperatura ambiental. En algunas especies o en zonas tropicales la incubación de los huevos se produce en tan solo unos días. En otras especies o en entornos fríos puede tardar varios meses. Los huevos de algunas especies son proclives a perder mucha agua durante la incubación. Las larvas que eclosionan de esos huevos comienzan un periodo de búsqueda del hospedador encaramadas en la vegetación, se alimentan durante algunos días y realizan la muda, de nuevo en el suelo y en entornos protegidos, hasta la siguiente fase del ciclo: la ninfa. Aquí se repite el proceso. Tras encaramarse a la vegetación, la ninfa se alimenta durante varios días en un nuevo hospedador, cae

al suelo para mudar, espera a un tercer hospedador y tras la muda aparecen los estadios adultos. Normalmente, los machos ingieren una pequeña cantidad de sangre, suficiente para completar la espermatogénesis.

**A**lgunos ixódidos han desarrollado un patrón de ciclo que implica que tanto la larva como la ninfa se alimentan sobre el mismo hospedador, sin caer al suelo para mudar, efectuando este proceso de desarrollo mientras permanecen prendidas al hospedador. Se las califica como garrapatas de dos hospedadores, haciendo referencia a que solamente necesitan dos vertebrados para completar el ciclo, aunque ingieran sangre tres veces. Aún existe una modificación más drástica de este ciclo vital que se observa en unas pocas especies de garrapatas del subgénero *Boophilus*, que afectan generalmente al ganado vacuno y a los ungulados silvestres. En este caso, los tres estadios se alimentan sobre el mismo hospedador, y el tiempo que transcurre desde que la larva se encarama al hospedador, hasta que la hembra repleta de sangre realiza la puesta de huevos es de no más de 21 días.

En los argásidos existen varias fases de ninfa. Los argásidos muestran una diversidad muy marcada en los patrones de sus ciclos vitales. Tal diversidad no depende solamente de la especie, sino que las circunstancias ambientales e incluso la abundancia de sus hospedadores condicionan la aparición de un número variable de fases ninfales. Los argásidos suelen ser garrapatas que viven en las madrigueras o en los nidos de sus hospedadores. Ello implica que durante largos períodos de tiempo esas madrigueras pueden estar vacías, por ejemplo, porque los vertebrados las utilizan tan solo para la reproducción y durante el resto del año no residen en ellas. Por ello, los argásidos han desarrollado una estrategia que implica una alimentación muy rápida de una pequeña cantidad de sangre en un corto espacio de tiempo. Con excepción de las larvas de algunas especies que pueden permanecer adheridas a su hospedador durante días, la mayor parte de los argásidos ingieren sangre durante unos 60 minutos. Se trata de una adaptación a los

periodos de ayuno prolongados, y a la necesidad de tener que ingerir sangre de hospedadores que, de forma casual, se instalen en la madriguera en la que se encuentran las garrapatas.

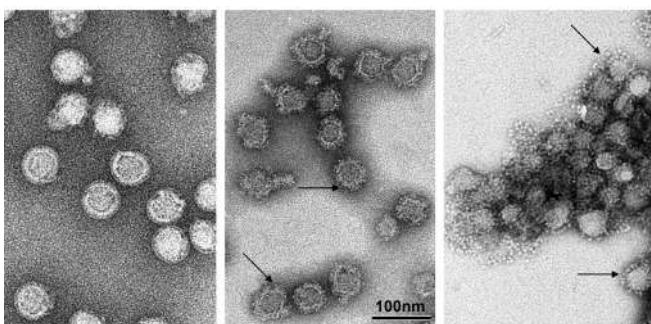
En los argásidos la duración de una generación es extraordinariamente larga, debido a la existencia de un alto número de fases ninfales. Además, la mayor parte de las especies de argásidos son capaces de resistir sin alimentarse durante años, una estrategia desarrollada para sobrevivir en entornos en los que la presencia de hospedadores puede ser escasa. De esta forma, una generación completa de argásidos, desde los huevos hasta los adultos, podría tardar hasta 50 años en desarrollarse. Los adultos de los argásidos son sexualmente activos inmediatamente después de terminar la muda desde la última fase de ninfa, y los machos no necesitan ingerir sangre de nuevo para completar la espermatogénesis. La fecundación se produce tanto antes como después de la alimentación, pero raramente sobre el propio hospedador. Los argásidos esperan a sus hospedadores enterrados en la madriguera o entre la vegetación seca que forma el nido de las aves. Normalmente, las hembras ponen los huevos en pequeños grupos, de no más de 50-70 huevos, para que las larvas estén próximas a sus hospedadores tras la eclosión de los huevos.

Existe una variación bastante inusual a este patrón del ciclo vital en una especie de argásido de gran importancia económica: *Otobius megnini*. Esta garrapata se conoce también como el argásido de las orejas, y suele ser un parásito tanto de ungulados silvestres como de vacunos y équidos estabulados. Estas garrapatas presentan un ciclo de un solo hospedador, y viven entre la tierra o la madera de árboles caídos, en sus entornos naturales; o en las grietas y rendijas de los establos, en el ambiente doméstico. La larva de esta garrapata no se alimenta y tras mudar al primer estadio ninfal se introduce en el oído de sus hospedadores. Allí se alimentará durante semanas protegida por las secreciones de cera del oído medio, hasta que completa la alimentación completa y abandona su hospedador para mudar y poner huevos.

## Las garrapatas como vectores de agentes patógenos

Las garrapatas son los artrópodos hematófagos que pueden transmitir una mayor variedad de patógenos a los animales y a los humanos. Las garrapatas transmiten una amplia variedad de virus y bacterias (de las cuales se descubren varias especies nuevas cada año) así como protozoos y otros parásitos.

### Encefalitis por garrapatas (TBE)



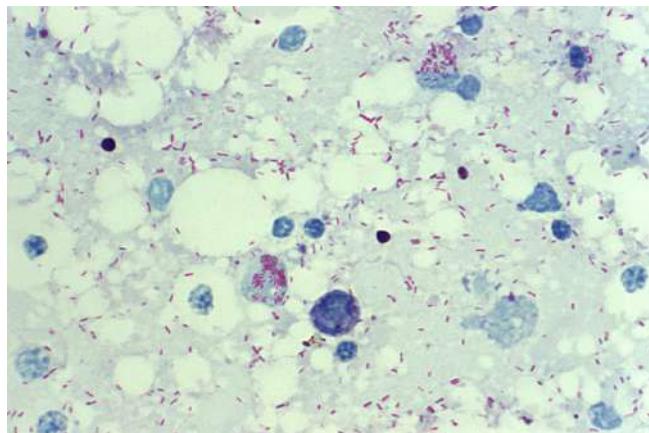
Micrografía electrónica del virus de la TBEV

FOTO: Stiasny K, Kössl C, Lepault J, Rey FA y Heinz FX

El virus de la encefalitis transmitida por garrapatas (TBEV) produce una infección neurológica potencialmente fatal que afecta a los humanos en Europa y Asia. El subtipo europeo se encuentra predominantemente en Europa y oeste de Rusia, con el subtipo siberiano presente también en Rusia. El subtipo de Extremo Oriente es endémico en varias regiones de China. Se ha demostrado que este subtipo es endémico en Japón y está presente en el extremo oriental de Rusia. En Europa occidental, el TBEV se transmite principalmente por la garrapata *Ixodes ricinus*, mientras que el vector de las cepas de Siberia y Extremo Oriente es *Ixodes persulcatus*. Como se trata de una zoonosis emergente, el interés por el estudio del TBEV aumenta. De 1974 a 2003 se ha observado en Europa un incremento del 400 % en la morbilidad de esta enfermedad. Se trata de un proceso de declaración obligatoria en 16 países europeos y se han confirmado casos en zonas donde no se había informado anteriormente, como Noruega. Entre 1990 y 2007 hubo un promedio de 8.755 casos clínicos al año en Europa y Rusia, en comparación con un promedio de 2.755 por año entre 1976 y 1989. Este aumento puede haber sido causado por una población de garrapatas en

expansión, e impulsado por factores como el cambio climático, los cambios sociales y políticos y los cambios en el uso del suelo. Durante los últimos miles de años este grupo de virus ha evolucionado y se ha extendido hacia el oeste a lo largo de los bosques de Asia y Europa. El virus es ahora endémico en una zona que va desde el norte de China y Japón, a través del extremo oriental de Rusia, hasta Europa.

### Rickettsiosis.



Fotomicrografía de *Rickettsia rickettsii*.

FOTO: Billie Ruth Bird

Las enfermedades producidas por *rickettsias* están entre las más antiguas enfermedades transmitidas por artrópodos conocidas. Este grupo de enfermedades existe en focos endémicos que ocasionalmente producen epidemias. Existe suficiente evidencia para considerar que los organismos rickettsiales han evolucionado y sobreviven como agentes intracelulares que mantienen relaciones metabólicas, en algunos casos como endosimbiontes, con varios grupos de artrópodos, como los piojos, ácaros, pulgas y garrapatas. Es difícil decir que los vertebrados puedan ser reservorios de estas bacterias. Deberíamos mejor considerar que un vertebrado no es más que el «puente» que la bacteria necesita pasar de unas garrapatas a otras. No hay pistas claras de que los animales silvestres desarrollen enfermedad, mientras que en los humanos se producen formas que pueden ser graves y hasta mortales. En este grupo de bacterias es muy importante la transmisión transestadial, es decir, desde un estadio del ciclo vital de la garrapata al siguiente, lo que asegura la persistencia del organismo infeccioso en el foco activo de enfermedad. Los humanos son

hospedadores accidentales de estos organismos, y la infección se produce cuando una garrapata infectada se alimenta e inocula los patógenos con su saliva.

El proceso producido por *Rickettsia rickettsii* es uno de los más graves. Aunque en un principio se describió en la zona de las Montañas Rocosas, hoy se conoce su existencia en amplias zonas de Estados Unidos, México, Panamá, Costa Rica, Colombia, Brasil y Argentina. En Estados Unidos la incidencia de la enfermedad ha sufrido tres fases de aumento desde que comenzó el programa nacional de declaración obligatoria de la enfermedad, en el año 1920. Las razones de estos aumentos, entre 1940 y 1950, entre 1975 y 1981, y a partir de 2000 (y aún aumentando) son puramente especulativas y no se conocen las razones reales de estos tres picos en el número de casos informados de la enfermedad. Se trata de una enfermedad grave y que puede matar al paciente. Antes de la llegada de las tetraciclinas, en la década de 1940, la letalidad acumulada por la enfermedad era del 23 % en Estados Unidos. Sin embargo, la existencia de un tratamiento adecuado no quiere decir que este proceso ya no produzca muertes en los humanos. Datos recientes indican que la letalidad por el proceso en Brasil fue del 31 % en los años 1995-2004.

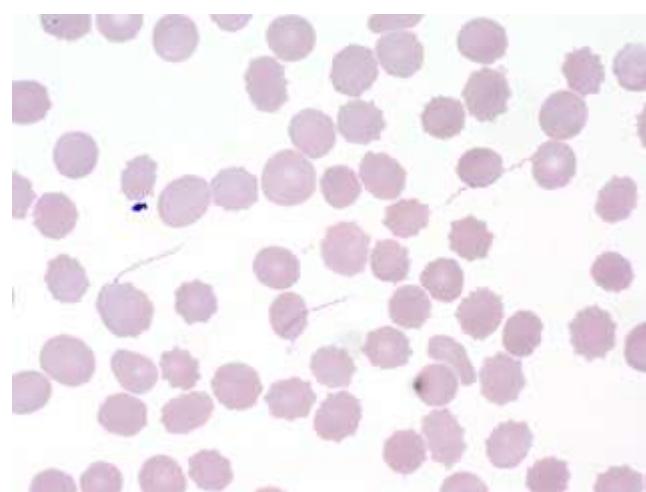
El tifus siberiano por garrapatas está producido por *Rickettsia sibirica*, una especie descrita en el año 1930 en Siberia. En el transcurso de los años 1979-1997 se han descrito y declarado alrededor de 24 000 casos por esta enfermedad en pacientes humanos en esta amplia región, en la que los casos suelen producirse a finales de verano y principios del otoño. Varias especies de garrapatas están implicadas en la transmisión de la enfermedad a la especie humana, como *Dermacentor nuttalli*, *D. silvarum*, *Haemaphysalis concinna* e *Ixodes persulcatus*. De todas ellas, los datos de campo sugieren que la especie más importante en la transmisión de la enfermedad es *D. nuttalli*.

*Rickettsia conorii* es el agente causal de la fiebre botonosa mediterránea y es la rickettsia más comúnmente detectada y con distribución más amplia conocida para los organismos de este

grupo. La fiebre botonosa mediterránea se describió originalmente en Túnez en 1910. Desde entonces se ha encontrado en otros países de la zona, como Portugal, España, Francia, Italia, Malta, Grecia, Croacia y Turquía, así como en países africanos, incluyendo Marruecos, Argelia, Senegal, Kenia, Zimbabwe y Sudáfrica.

La incidencia de la fiebre botonosa mediterránea es desconocida, normalmente porque sus bajas tasas de incidencia no aconsejan llevar a cabo campañas de vigilancia activa. Sin embargo, se ha comprobado que ha existido un aumento de casos en lugares de Portugal, España, Francia, Italia e Israel. Se desconoce si la causa de tal incremento es consecuencia de la tendencia del clima, que puede incrementar la actividad de las garrapatas vectoras, o a los cambios en los hábitos de vida humanos, quienes desplazan su residencia habitual de la ciudad a un entorno rural, lo que favorece el contacto con las garrapatas. En las últimas décadas se tiende a un abandono de la vida en los centros urbanos en favor de las urbanizaciones periféricas, lo que incrementa considerablemente la existencia de focos antropogénicos de presencia de la garrapata, asociados a las perreras y jardines. La fiebre botonosa mediterránea es estacional, coincidiendo con la actividad de la garrapata vectora.

### Borreliosis de Lyme



Borrelia burgdorferi en sangre.

FOTO: Centers for Disease Control, EE.UU.

A finales de los años 1980 se describió un proceso articular que afectaba a los humanos en la costa este de Estados Unidos. Se comprobó

que el agente etiológico es una espiroqueta, actualmente considerada como un complejo de varias especies y transmitida por garrapatas del género *Ixodes*. El patógeno circula a los humanos a través de garrapatas del grupo *I. ricinus*. Se ha demostrado que prácticamente la mayoría de pequeños vertebrados (roedores, aves) pueden ser reservorios de diferentes especies y cepas del organismo. El agente productor de la enfermedad, el grupo de espiroquetas *Borrelia burgdorferi*, está distribuido prácticamente en todo el mundo. Hoy sabemos, tras el análisis de los detalles moleculares del organismo, que se tratan de al menos quince especies, con diferente afinidad por distintos reservorios, y que pueden producir diferentes cuadros clínicos en la especie humana.

Se calcula que se producen unos 300 000 casos anuales en Estados Unidos, donde existen cifras oficiales y una definición de caso clínico. En Europa, donde no existen ni definición de caso clínico ni estadística armonizada, se estima la existencia de unos 200 000 casos anuales. Se trata de un proceso que puede ser tratado con antibióticos por vía endovenosa, y en el que la recuperación completa es un pronóstico común. Sin embargo, la ausencia de protocolos de diagnóstico correctos y la falta de unas medidas de prevención en humanos, hacen que se trate de la enfermedad transmitida por garrapatas más importante de todo el mundo.

El proceso está restringido a las zonas húmedas y boscosas que prefieren las garrapatas del género *Ixodes*. Como se ha mencionado, existe una inmensa variedad de reservorios de la espiroqueta, por lo que cualquier zona que alberge garrapatas de este grupo debe ser considerada como una zona de riesgo para las personas que realicen algún tipo de actividad en la naturaleza.

### Fiebre hemorrágica de Crimea-Congo

Se trata de un proceso producido por un virus y transmitido tanto por picadura de garrapatas del género *Hyalomma*, como por aspirar los nebulizados del virus que existen en las reses que se procesan en los mataderos. Es un virus extraordinariamente contagioso por vía

aéroga, y está clasificado como un organismo de nivel de bioseguridad 4 (el máximo existente). Se trata del virus que tiene la mayor extensión geográfica del mundo, ligada a la distribución de la diferentes especies de garrapatas del género *Hyalomma* que pueden transmitirlo. Los rumiantes domésticos y silvestres pueden circular el virus entre garrapatas, y son importantes como dispersadores de garrapatas infectadas.

Las garrapatas *Hyalomma* son típicas de ambientes esteparios y suelen habitar en zonas relativamente secas y con amplios cambios estacionales de temperatura. Son abundantes en toda la región mediterránea, Asia central y África. Los estadios inmaduros de *Hyalomma* suelen parasitar a las aves, de forma que contribuyen a la dispersión e introducción en nuevas zonas de garrapatas potencialmente infectadas. Los inmaduros también suelen parasitar a pequeños mamíferos o a ungulados como el jabalí. Como se ha mencionado, los grandes ungulados son los hospedadores favoritos de los adultos.

Se conoce muy poco acerca de las rutas exactas de transmisión del virus, debido en parte a la dificultad de poder manejar los aislamientos con el adecuado nivel de seguridad. Por el momento, se pueden aplicar los datos mencionados anteriormente acerca de los principales reservorios, pero se sabe que la viremia persiste un corto periodo de tiempo que acortaría el intervalo de transmisión del virus a las garrapatas. Sin embargo, se ha comprobado que el virus puede ser transmitido entre garrapatas que están alimentándose en proximidad sobre el mismo hospedador mediante su saliva, sin que sea necesario que exista viremia.

### Consideraciones finales

Las garrapatas son un excepcional grupo de artrópodos que destacan por su capacidad de afectar a los humanos y transmitir patógenos, mortales en algunas ocasiones. La única forma de impedir la transmisión de la enfermedad a los humanos es la adecuada protección contra las garrapatas para impedir su picadura. Para muchos procesos, aún se desconoce cuánto tiempo tardan en transmitir la infección tras

comenzar su alimentación, cuáles son los procesos metabólicos del patógeno en la garrapata y por qué los animales no desarrollan enfermedad por algunos patógenos. El conocimiento profundo de estos factores, ayudaría sin duda a la profilaxis de estas infecciones.



FOTO: pixabay.com



# Entomología forense: una realidad en España

Anabel Martínez-Sánchez

*Cabeza de Calliphoridae. FOTO: Richard Bartz*



Cadáver de musaraña indeterminada (*Soricidae*) rodeada de carroñeros, entre los que destacan un escarabajo del género *Nicrophorus* y una mosca del género *Lucilia*. Se ve a la izquierda otro escarabajo, probablemente también de la familia *Silphidae*, una larva peluda, quizás de la misma familia y numerosas hormigas, seguramente *Camponotus*. Losar de la Vera, Cáceres, España. FOTO: Luis Fernandez Garcia.

## Introducción

Los artrópodos suponen más del ochenta por ciento del total de los animales y los podemos encontrar presentes en todos los ambientes del planeta, por lo que se relacionan e interfieren con los humanos en distintos ámbitos de interés. Uno de los aspectos aplicados al estudio de este vasto grupo de animales es la entomología forense, cuyo objetivo es la investigación tanto básica como aplicada de la biología de cualquier artrópodo relacionado con el ámbito legal. La entomología forense presenta varios campos de aplicación, siendo el médico-legal el que se encarga de estudiar los artrópodos que se encuentran en los cadáveres.

Con la entomología forense se intentan resolver varias cuestiones: a) la fecha de la muerte, b) la causa de la muerte y c) el lugar donde ocurrió el fallecimiento. La primera cuestión es la que generalmente se plantea cuando se hace uso de esta ciencia, pero las dos siguientes pueden ser

de gran utilidad para entender cómo ocurrió y se dio el fallecimiento. En general, los médicos forenses pueden datar un cadáver en los primeros 3 días por diferentes procedimientos, pero transcurrido este tiempo la datación de la muerte no es fácil. La etapa de descomposición puede aportar indicios de la fecha, pero si el tiempo entre la muerte y el hallazgo del cuerpo es inferior a 10 días, la datación es complicada. Ciertos dípteros son los primeros en llegar al cuerpo, depositando sus huevos, desarrollándose sus larvas y transformándose en pupas en no más de 10 días. Por ello la edad de las larvas y pupas que encontramos en el cadáver nos permiten identificar el tiempo transcurrido, conocido como intervalo post mortem.

Por otro lado, y como hemos dicho, los insectos presentes en un cuerpo también nos pueden indicar la causa de la muerte. Hay que tener en cuenta que los insectos necrófagos primero van a depositar sus huevos en los orificios naturales:

ojo, oídos, ano, etc. Si la masa larvaria se encuentra en otras partes del cuerpo, esto podría indicar la presencia de heridas sangrantes, traumas y zonas colonizadas previamente por la presencia de sangre y tejidos más blandos y accesibles a las primeras larvas emergidas de los huevos. Recuerdo el caso de un cadáver que presentaba larvas más desarrolladas en la región occipital y la espalda como consecuencia de una caída que causó un trauma en la cabeza y la muerte. También el análisis toxicológico de las larvas puede indicar la presencia de sustancias como drogas, venenos o fármacos, cuyo efecto podría hacer variar el desarrollo y la duración del ciclo biológico. Este tipo de estudios se conocen como tóxico-entomología, y se basa en el hecho de que al alimentarse las larvas incorporan las sustancias tóxicas a sus propios tejidos.

También el traslado de un cadáver de un lugar a otro puede ser determinado por la fauna que encontramos en él. Existen especies que son propias de una región geográfica, de un hábitat determinado, y por tanto son exclusivas de esos ambientes y lugares. Esto hace que si un cadáver es encontrado en una ciudad, concretamente en una casa de un edificio, y presenta huevos, larvas o pupas de una especie propia de zonas naturales o poco antropizadas, estemos ante un caso donde la muerte ocurrió en un lugar diferente, y el cadáver fue trasladado. Recuerdo un caso donde en el centro de la ciudad de Madrid apareció un cadáver con larvas de una especie que se suele encontrar en ambientes naturales.

Pero como he comentado anteriormente, la principal cuestión que se nos hace a los entomólogos forenses es cuándo ocurrió la muerte, y para ello lo que hacemos es recoger muestras del cadáver, principalmente, aquellas que llevan más tiempo en el cuerpo y por tanto se encuentran en los estados más avanzados de desarrollo.

## Historia

**L**a entomología forense o médico-legal es relativamente bien conocida por el público en general, ya que en series policiales y criminales de televisión como *Bones*, *CSI*, películas como

*El silencio de los corderos* o en novelas como *La granja de cuerpos*, el reconocimiento de las especies que aparecen bien en el cadáver o bien en la escena del crimen permiten averiguar y esclarecer cómo ocurrió la muerte. La entomología forense no es ficción, y en numerosos países las evidencias entomológicas forman parte del estudio que lleva a cabo un equipo de investigación multidisciplinar constituido por policías, científicos de diferentes campos, médicos, etc.

Asia, y más concretamente China, puede considerarse como el lugar de nacimiento de la entomología forense debido a que la documentación más antigua conocida emana del Lejano Oriente. Este país tiene una larga historia de uso de los insectos como evidencias en investigaciones criminales. El libro de Sung Tz'u datado en 1247, contiene más de 15 casos en los que se usaron pruebas de insectos en relación con investigaciones criminales, y en él podemos encontrar desde la estimación de la fecha de la muerte hasta los daños causados por artrópodos en algunos restos humanos.

Europa tiene una historia larga y rica en entomología forense. En muchos países se publicaron estudios desde mediados del siglo XIX hasta principios del XX que demostraron el potencial de las evidencias entomológicas en las investigaciones criminales. En 1850, Francia fue el primer país que utilizó este tipo de evidencias en una sala del Tribunal de Justicia. Italia también fue uno de los primeros países que utilizó evidencias entomológicas para resolver un caso penal en el siglo XIX. En España fue el Dr. Graells (1809-1898) el que informó por primera vez sobre la utilidad de los artrópodos en la investigación forense. También incitó a los magistrados a considerar el valor de la evidencia entomológica en los tribunales, pero la potencialidad de la entomología forense en España permaneció desatendida durante años.

## Investigación en España

**E**n España las evidencias entomológicas son estudiadas en laboratorios de referencia del Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias

Forenses, Institutos de Medicina Legal y Ciencias Forenses y Comisaría General de Policía Científica. En varias universidades españolas hay grupos de investigación dedicados a la entomología forense y que colaboran con las diferentes instituciones públicas. Actualmente existen cuatro universidades en España que se dedican a la investigación en el campo de la entomología forense: Universidad de Alcalá de Henares, Universidad de Alicante, Universidad de Murcia y Universidad del País Vasco.

Actualmente en la entomología forense el principal grupo objeto de estudios son los dípteros y coleópteros, ya que estos son los que primero llegan al cadáver y se desarrollan en él. En las universidades fundamentalmente se realizan estudios taxonómicos de especies de estos grupos de interés forense en determinadas zonas geográficas, experimentación con especies necrófagas en modelos animales y en el establecimiento de las sucesiones de insectos a medida que avanza el proceso de descomposición. A pesar de que la entomología

forense es una disciplina con casi dos siglos de uso continúa siendo una disciplina nueva, puesto que su evolución ha sido lenta, condicionada por la dedicación de un número de científicos bajo, si la comparamos con otros campos médicos y biológicos. En resumen, la entomología forense se ha desarrollado de manera considerable en nuestro país en las dos últimas décadas, pero todavía queda un largo camino por recorrer. Puesto que su geografía es diversa, en la península ibérica en lo referente a las investigaciones en las diversas zonas geográficas, es escasa.

### *Indicadores forenses*

Los artrópodos que se encuentran en un cadáver tienen una función básica en los ecosistemas, ya que son los encargados de reciclar e incorporar de nuevo a la cadena alimenticia de los ecosistemas la materia orgánica muerta. Estos organismos, la mayoría insectos, forman lo que se denomina comunidad sarcosaprófaga, y son esenciales para el equilibrio y buen funcionamiento de los ecosistemas. En esta



Larvas de dípteros necrófagos alimentándose en un cadáver. FOTO: Tim Vickers.

comunidad se observan cuatro tipos o categorías de especies en función de su alimentación: **necrófagos**, los más importantes desde el punto de vista forense, ya que son los primeros que llegan al cuerpo y se alimentan de él; **necrófilos**, se alimentan de los anteriores, son depredadores y parasitoides; **omnívoros**, se alimentan tanto del propio cadáver como de los necrófilos; y **accidentales**, que son aquellas especies que utilizan el cadáver como una extensión de su hábitat. En cada una de estas categorías hay grupos representativos como son los dípteros con sus larvas necrófagas, los coleópteros necrófilos, omnívoros como las hormigas y avispas, y accidentales como las arañas y ácaros. Por lo tanto, haciendo uso del conocimiento que tenemos de los dípteros necrófagos, que son los primeros que se van a desarrollar en el cadáver, podemos obtener información útil en el estudio de muertes violentas, violaciones, abandonos, casos de maltrato, negligencias, etc.

La eficacia de la entomología forense se basa por un lado en identificar correctamente la entomofauna que coloniza el cadáver y, por otro lado, conocer el ciclo biológico y el desarrollo de todas sus etapas para determinar de esta forma el tiempo que llevan en el cadáver. Los dípteros llegan tras la muerte y colonizan el cadáver depositando sus huevos en las aberturas naturales expuestas de la cabeza y, si el cadáver está desnudo, también en los genitales. De estos



*Lucilia sericata*. FOTO: Amada44



*Chrysomya megacephala*. FOTO: Muhammad Mahdi Karim  
huevos nacen las larvas, que se alimentan del cuerpo, favoreciendo la descomposición del mismo; las larvas conforme se alimentan y crecen mudan, pasando así por tres fases. Una vez que la larva ha alcanzado el tamaño adecuado para pupar, saldrá del cadáver y se enterrará en el suelo, para posteriormente emerger el adulto. La duración de cada una de estas fases varía con las condiciones climáticas, principalmente las temperaturas, y con la especie.

Las especies de dípteros necrófagos que llegan primero a los cadáveres pertenecen a las familias Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae. Obviamente, dependiendo de la región del mundo encontramos unas especies u otras, aunque también existen especies cosmopolitas y ubicuistas que prácticamente son comunes a nivel mundial y en todos los hábitats, como *Lucilia sericata*, *Calliphora vicina*, etc. Recientemente, algunas especies como consecuencia de las variaciones del clima a nivel mundial y favorecidas por el tránsito de mercancías han ampliado su distribución y han sido citadas en nuevos continentes. En Europa, y concretamente en España, en los últimos 15 años especies procedentes del continente africano, como *Chrysomya megacephala* y *Synthesiomyia nudiseta*, se han introducido y establecido.



Larvas de *Chrysomya albiceps* sobre un cadáver en descomposición. FOTO: Paul Venter

## Cronotadiagnóstico

Los artrópodos que se alimentan de un cuerpo en descomposición están relacionados directamente con el tiempo que tarda cada especie en colonizarlo. En este sentido, las especies del orden Diptera son consideradas las primeras colonizadoras de la carroña, y en especial la familia de los Calliphoridae. Algunas especies de este grupo colonizan el cuerpo tan solo escasos minutos tras la muerte, siendo rápidamente atraídos por la liberación de la hormona cadáverina. No obstante, los estímulos olfativos no son los únicos por los que los dipteros son atraídos, también son importantes la visión y la presencia de otros insectos.

Actualmente, la ciencia forense reconoce hasta cinco estados de descomposición de un cadáver. El primero de ellos es el estado fresco o cromático durante el cual se aprecia en el cuerpo una mancha verde abdominal como resultado a la acción de los coliformes y clostridios que descomponen la hemoglobina en compuestos azufrados de color verde que tiñen la piel. En esta fase se encuentran especímenes de la familia Calliphoridae y Sarcophagidae, siendo, por tanto, los más significativos para la estimación del intervalo mínimo post mortem.

Seguidamente, el estado enfisematoso o hinchado, caracterizado por una elevada producción de gases originados por el metabolismo de las bacterias descomponedoras y, consecuentemente, un aumento de la temperatura interna también provocado por la actividad de las larvas de dípteros. El siguiente estado es la descomposición activa, en la que el tejido blando y los órganos del cuerpo se licuan y reblandecen. En esta abundan las larvas de dípteros, y al final de esta fase gran parte de las larvas de Calliphoridae y de Sarcophagidae han completado su desarrollo y abandonan el cadáver para pupar. Luego, la descomposición avanzada, donde los restos se reducen a piel, cartílago y huesos, donde algunos coleópteros pasan a ser los predominantes. Y, finalmente, restos secos en los que solo quedan pelo y hueso.

A partir del conocimiento de la especie y su fase de desarrollo en el cuerpo podemos identificar cuándo ocurrió la muerte, dónde ocurrió y cómo ocurrió. El cadáver es colonizado por insectos que llegan en una serie de oleadas de colonización, que viene determinada por la fase de descomposición que presentan el cadáver: primero los necrófagos, luego los necrófilos y después el resto. Dependiendo de la época del

año y la localización del cuerpo habrá unas especies u otras, identificando así la época del año y si el cadáver fue trasladado o no. Y, atendiendo a dónde se encuentren las primeras larvas necrófagas —zona de la cabeza, genitales, heridas, etc.— se puede determinar en qué circunstancias ocurrió la muerte.

La utilidad fundamental en la que se aplica actualmente la entomología forense es para datar la muerte, ya que los médicos forenses transcurridas 72 horas tienen dificultades para identificar el tiempo con otras técnicas. La duración del ciclo biológico en condiciones optimas de un díptero es aproximadamente de 24 horas en estado de huevo, 6 días en larva y de 6-8 días en estado de pupa. Como hemos dicho anteriormente, esto varía en función de la especie y las condiciones en las que se desarrolla. El tiempo que transcurre desde que una mosca coloniza un cadáver, depositando sus huevos, hasta que es hallado el cuerpo se conoce como valor mínimo del intervalo post mortem (PMI) y, en principio, si el cadáver está disponible a dicha colonización nos indica la fecha de la muerte.

## Valor mínimo del PMI

Cuando un cadáver es colonizado por insectos necrófagos pueden ocurrir dos situaciones distintas: en el caso de que los individuos que han colonizado dicho cadáver sean considerados especies pioneras, la edad de los individuos más desarrollados será estimada y considerada como el PMI mínimo. En el caso de que los especímenes encontrados en el cuerpo no se traten de especies pioneras sino de especies que tienden a aparecer con cierto retraso al colonizar, el PMI puede ser estimado a partir de la sucesión en el tiempo de las diferentes especies colonizadoras.

Para estimar el valor mínimo del intervalo post mortem se emplea la determinación de la edad de los estados inmaduros (huevo, larva o pupa) de los especímenes recolectados de un cadáver, a partir del conocimiento de la duración de sus fases a diferentes temperaturas de desarrollo.



Larva de *Calliphora vicina*.

FOTO: Caroline Harding MAF Plant Health & Environment Laboratory (2011)

Además, la recolección de evidencias, como pueden ser pupas vacías que no pueden ser datadas a priori y que muestran que hubo presencia de un taxón ausente en el momento de la evaluación, actualmente se pueden datar mediante la determinación del tiempo de envejecimientos de los puparios, ya que se han desarrollado nuevos métodos como el análisis de los hidrocarburos cuticulares. Por otro lado, se han desarrollado métodos que emplean los niveles de expresión génica en cada fase y estadio de desarrollo, que permite una estimación mucho más precisa del PMI, así como de la identificación de la especie.

De este modo, los califóridos se emplean como relojes biológicos, ya que el tiempo transcurrido desde la colonización primaria dará una aproximación de la fecha de la muerte. Aunque este método suele ser preciso, puede variar debido a que hay muchos factores que afectan a la tasa de crecimiento de una especie, al igual que a la velocidad de colonización. La temperatura es el factor ambiental con una mayor influencia positiva en la tasa de crecimiento y para la actividad de vuelo. Otro factor abiótico que influye en la presencia de estos dípteros en un cadáver es la humedad ambiental; se ha demostrado en varios estudios que en períodos de precipitaciones la colonización de estos disminuye. También hay factores intrínsecos, como la adaptación geográfica, que pueden modificar la tasa de desarrollo, la competencia intraespecífica e interespecífica, etc.



Moscas sobre un cadáver fresco de puercoespín. FOTO: Paul Venter

Por ejemplo, si hay huevos y larvas, serán las larvas las que llevarán más tiempo en el cuerpo y por tanto más se aproximarán a la data de la muerte, y si hay larvas y pupas, lógicamente las pupas. Una vez recolectadas las muestras, una parte de las mismas se preserva en alcohol y otra parte las criamos en el laboratorio en condiciones de temperatura y humedad controladas, y anotando todos los cambios de estado que se dan en su ciclo. Como hemos dicho anteriormente, los dípteros necrófagos son los primeros que llegan y por tanto podremos encontrar huevos, larvas y pupas en el cadáver. Los huevos suelen permanecer en esta fase 24-48 horas, las larvas 4-6 días y las pupas 6 días aproximadamente. Sin embargo, estos tiempos dependen de cada especie y de las temperaturas que se estén dando en el lugar. Por ello, lo primero que hacemos tras la recogida de muestras es la identificación de la especie y conocer las temperaturas que se han dado durante todo el tiempo que ha transcurrido desde que la persona fue vista con vida hasta el encuentro del cuerpo. Posteriormente, una vez identificadas las muestras, se miden o se pesan, ya que este dato nos permite posteriormente calcular la edad de la larva o pupa. Con estos datos, especie, tamaño y temperatura podemos calcular el tiempo que lleva el individuo en el cuerpo. Sabemos que si las temperaturas son

elevadas el desarrollo será más rápido y se alcanzará un tamaño determinado antes.

Pero a veces las larvas pueden aparecer en los cadáveres por otras circunstancias, como es el caso de las miasis. En personas postradas en cama, en enfermos en posoperatorios, en bebés con necesidades de higiene, las larvas de los dípteros pueden estar presentes en tejidos dañados o en restos de orina y excrementos, por lo que pueden indicarnos abandono por parte de los cuidadores, negligencias médicas, etc. El conocimiento que tenemos de las miasis ha sido utilizado desde antiguo para curar heridas, permitiendo una cicatrización de las mismas. En la película *Gladiator*, por ejemplo, podemos ver como al protagonista se le colocan larvas en una herida para curarla. Las larvas de especies exclusivamente necrófagas, se alimentan en las heridas de tejidos muertos, y para ello segregan sustancias antibacterianas y fúngicas que eliminan microorganismos y hongos; posteriormente, la larva con sus mandíbulas se alimenta de las células muertas. El uso de larvas en traumas se conoce como terapia larval y es utilizado en la actualidad en varios países para favorecer la cicatrización en casos de amputaciones, llagas corporales presentes en enfermos con movilidad reducida, etc.

# Introducción a las cucarachas de la península ibérica

Álvaro Pérez Gómez



FOTO: Benito Campo Giménez

## Introducción

Las cucarachas son insectos hemimetábolos que desde siempre han sido repudiadas por la sociedad. Tanto es así, que existe un miedo patológico hacia este grupo de insectos denominado “blatofobia”. Sin embargo, menos del 1% del total de las especies mundiales viven en ambientes urbanos, y de las más de 60 especies que pueblan la península ibérica, únicamente 7 se encuentran en estos entornos humanizados. El resto de especies, desempeñan papeles fundamentales para el correcto funcionamiento de los ecosistemas.

Las cucarachas se caracterizan morfológicamente por su cuerpo dorsoventralmente aplanado, cabeza oculta bajo el pronoto, presencia de cercos y prominentes alas (tegminas) cruzadas, pese a que muchas de las especies de cucarachas ibéricas las poseen muy reducidas o simplemente son ápteras (no tienen alas ni tegminas). Tienen fuertes patas aptas para correr, con tibias provistas de grandes espinas y tarsos de cinco artejos. El tamaño es muy variable, desde micro-especies de menos de 1 centímetro, hasta algunas que superan los 7 centímetros de longitud. Normalmente se reproducen mediante reproducción sexual, aunque a veces existen casos excepcionales de reproducción por partenogénesis (por ejemplo, en *Phyllodromica subaptera*).

Viven en una amplia diversidad de ambientes, siendo lo más común encontrarlas sobre la hojarasca o bajo piedras, donde encuentran alimento además de refugio. Las especies



Cucaracha recién mudada. FOTO: Álvaro Pérez

urbanas prefieren ambientes más cálidos, dentro de hogares o en alcantarillas. En este trabajo recopilaremos y caracterizaremos brevemente sus características generales.

## Alimentación

Pese a que algunas cucarachas tienen una alimentación muy especializada (e.g. género *Cryptocercus*, que se alimentan de madera), las cucarachas son generalmente omnívoras. Siempre han sido consideradas las “basureras” de los ecosistemas terrestres, debido a la capacidad de reciclar animales, excrementos o plantas muertas, incluido materia muy difícil de digerir como la celulosa. Esto es gracias a la simbiosis que posee con distintos protozoos, que les permite extraer los nutrientes de una gran variedad de materia orgánica. Es de especial relevancia en ambientes áridos y xéricos, como ocurre en algunos lugares de la península ibérica, donde hay menor cantidad de invertebrados descomponedores.

## Filogenia

Las cucarachas se encuentran en el orden Blattodea. Dicho orden se compone por aproximadamente 7.570 especies, compuesto tanto por las vulgarmente conocidas como cucarachas, con más de 4.600 especies, como por las termitas, con más de 2.900 especies.

Tanto el orden Blattodea (cucarachas y termitas) como el orden Mantodea (mantis) están enclavadas en el superorden Dictyoptera, cuya característica común más destacable es la



Ooteca de *B. orientalis*. FOTO: Ferrán Turmo

presencia de *tentorium*, una perforación en la parte interna del exoesqueleto de la cabeza, y la producción de un saco de huevos característico, conocidos como ootecas, rodeados por una cápsula protectora.

Los primeros fósiles existentes de blatodeos datan del Carbonífero, hace 354-295 millones de años, siendo así el orden conocido de insectos alados más antiguo de la Tierra. A pesar de ello, las hembras de estas cucarachas primitivas poseían un aparato ovopositor, diferenciándose de los blatodeos actuales, siendo en el Cretácico cuando comienzan a aparecer las primeras cucarachas “modernas”.

Las termitas podrían haber surgido a partir de cucarachas omnívoras ancestrales de hábitos gregarios y coprófagos. Esto haría que coevolucionara una flora intestinal de microbios en sus intestinos que la harían cada vez más estable, generación tras generación, hasta adquirir unos flagelados (protozoos) que les permitirían comer madera. Las crías de estas termitas primitivas tendrían que “capturar” estos flagelados de los padres mediante trofalaxia (mecanismo para pasar fluidos o alimentos entre miembros de la misma especie), haciendo que fuesen así cada vez más sociales. Además, el hecho de hacer una colonia haría que se perdiese la necesidad de hacer ootecas (al tener dentro del nido un clima controlado).

## Las cucarachas ibéricas

Respecto a las cucarachas ibéricas distinguimos cuatro grandes familias:

### Familia Polyphagidae

Una subfamilia en la península ibérica (Polyphaginae), que incluye una única especie: *Heterogamisca biformata*. Esta cucaracha posee un tamaño pequeño-mediano, con un gran dimorfismo sexual. Los machos, completamente alados, poseen un color pálido y ojos alargados y salientes. Las hembras son ápteras y de colores más grisáceos, poseen unos ojos similares a los de los machos, pero menos prominentes. Se distribuye por el sureste ibérico.



*Heterogamisca biformata*. FOTO: Faluke



*Heterogamisca biformata* hembra. FOTO: Faluke

### Familia Blattidae

Esta puede ser la familia de cucarachas mejor conocida por la sociedad, debido a que dentro de la misma se encuentran gran parte de las especies que habitan dentro de nuestros hogares. Además, muchas de ellas son especies exóticas que se han acabado asentando en la península ibérica. Se caracterizan por la posición de las alas (si tiene) plegadas en abanico, y la cara ventral de los fémures medios y posteriores muy espinosos. Además, suelen ser especies de gran tamaño. Esta familia está representada en la península por una única subfamilia (Blattinae), en la cual encontramos 3 géneros:

1. Género *Periplaneta*: Compuesto por dos especies alóctonas. Se trata del género de mayor tamaño que se puede encontrar en la península (hasta 4 centímetros de longitud). La más extendida es *Periplaneta americana*, mientras que, con una distribución mucho más reducida podemos encontrar *Periplaneta australasiae*.



*Periplaneta americana.* FOTO: Álvaro Pérez

2. Género *Blatta*: Compuesto por una única especie, *Blatta orientalis*. Son algo más pequeñas que *Periplaneta*, con 2,5-3 centímetros de longitud. Los machos poseen alas desarrolladas sin sobrepasar el abdomen, mientras que las hembras las tienen reducidas.



Hembra de *Blatta orientalis*. FOTO: Ferrán Turmo

3. Género *Shelfordella*: Compuesto por una única especie, *S. lateralis*. Color rojizo en ambos sexos, con un gran dimorfismo sexual. Los machos tienen las alas desarrolladas, sobrepasando el abdomen, mientras que las hembras las tienen reducidas.



*Shelfordella lateralis*. FOTO: Álvaro Pérez

## Familia Blaberidae

Una única subfamilia (Pycnoscelinae), representada en la península ibérica por una especie alóctona: *Pycnoscelus surinamensis*. Con una longitud de unos 2 centímetros, proviene de la región indomalaya, y la capacidad de reproducirse por partenogénesis y su alta adaptabilidad está haciendo que su área de distribución sea cada vez mayor. Se ha registrado muy puntualmente en la península ibérica.



*Pycnoscelus surinamensis*. FOTO: ArachnoVobicA

## Familia Ectobiidae

Es donde se encuentra el grueso de especies de la península ibérica. Suelen ser cucarachas de pequeño tamaño, no llegando a superar los 2-3 centímetros. Dividimos esta familia en 3 subfamilias:

**Subfamilia Blattellinae.** Poseen las uñas de los tarsos simétricas, con el extremo distal de la placa subgenital masculina ampliamente redondeada. Está representada por dos géneros.

1. Género *Loboptera*: Pese a que la especie *Loboptera decipiens* es la más común de ver en el campo, existen otras 8 en la península ibérica de las cuales 6 son endémicas del territorio. Además, la especie *Loboptera decipiens* está dividida en dos subespecies, *L. decipiens* subsp. *decipiens* y *L. decipiens* subsp. *nevadensis*, siendo esta última también endémica peninsular.

2. Género *Blattella*: Una única especie, *Blattella germanica*. Habita en zonas urbanizadas. Se



*Loboptera decipiens.* FOTO: Álvaro Pérez



*Blattella germanica.* FOTO: Álvaro Pérez

caracteriza por su coloración amarillenta-marrón y por tener dos franjas paralelas longitudinales en el tórax más oscuras.

**Subfamilia Ectobiinae.** Poseen las uñas de los tarsos asimétricas. Exceptuando aquellos géneros que únicamente existe una especie, se necesita preparación microscópica glandular para conocer la especie.

1. Género *Capraiellus*: 2 especies en la península ibérica, aunque una de ellas (*C. haeckeli*) se considera *Nomen dubium* al faltar parte del abdomen del ejemplar tipo. La segunda de ellas, *C. panzeri*, se caracteriza por tener un color amarillento, con machos alados y hembras con alas reducidas.

2. Género *Ectobius*: Hasta la fecha existen 4 especies ibéricas, *E. brunneri*, *E. lucidus*, *E. pallidus* y *E. pyrenaicus*. Todas ellas aladas.



*Capraiellus panzeri.* FOTO: Alejandro Ocampo



*Ectobius pallidus.* FOTO: Faluke

3. Género *Luridiblatta*: Una única especie en la península, *L. trivittata*, caracterizada por poseer 3 franjas negras que recorren tanto el centro de su cuerpo como los laterales, contrastando con un color marrón y blanquecino del resto del cuerpo. Alas reducidas. Amplia distribución mediterránea.

4. Género *Phyllodromica*: Género con una gran diversidad de especies dentro de la península ibérica (29 especies), muchas de ellas endémicas del territorio. Existen especies aladas, con alas reducidas y especies ápteras.



*Luridiblatta trivittata.* FOTO: Álvaro Pérez



*Phyllodromica quadraacantha.* FOTO: Faluke

5. Género *Planuncus*. Enclavadas en el subgénero *Margundatus*. Cuenta con 9 especies endémicas de las cordilleras del sur peninsular. Además, la especie *Planuncus (Margundatus) princisi* posee dos subespecies, *P. princisi subsp. princisi* y *P. princisi subsp. bermejae*. Poseen las alas reducidas, y normalmente presentan una coloración alterna de colores oscuros y claros.



*Planuncus erythurus.* FOTO: Álvaro Pérez

6. Género *Dziriblatta*. Una única especie descrita en la península ibérica: *Dziriblatta bolivari*. Tégminas lobiformes en ambos sexos y diferenciables únicamente por preparaciones a la lupa.

**Subfamilia Pseudophyllodromiinae:** Subfamilia con una única representante en la península ibérica: *Supella longipalpa*. Se trata de una especie de 1-1,5 centímetros de longitud caracterizada por su inconfundible coloración, con bandas oscuras y claras, característica visible tanto en las ninfas como en las alas de los adultos. Su presencia en la península es muy reciente, estando muy localizada.

### *Identificación de especies y artículos recomendados*

Actualmente no existe ninguna publicación que reúna todas las especies con claves de identificación de la península ibérica. Sin embargo, sí que existen publicaciones de muchos de los géneros tratados. Para iniciarnos, una clave que nos puede ayudar con la identificación es la que encontramos en el libro “Curso Práctico de Entomología”. También es muy recomendable para iniciarnos el artículo de Blattodea de la Revista IDE@ - SEA, escrito por Felipe Pascual.

Sin embargo, si queremos identificar una especie de algún grupo que necesite preparación microscópica, no nos quedará otra que irnos directamente a la descripción de la especie en cuestión. Muchas de ellas han sido publicadas por el autor alemán Horst Bohn (Bohn, 1989, Bohn, 1991, Bohn, 1992, Bohn, 1993, Bohn, 1999, Bohn et. al, 2013, Bohn et al., 2019), y del autor Knebelsberger (Knebelsberger, 2003, Knebelsberger, 2007).

En la bibliografía de este artículo podréis encontrar numerosas referencias que os ayudarán a identificar muchas de las especies de este increíble grupo.

## Bibliografía

- Aguirre, A. & Pascual, F. (1988). Nuevos datos sobre la presencia de *Heterogamisca bifoveolata* (Bolívar, 1914) (Dyctioptera, Polyphagidae) en la Península Ibérica. Boln. Asoc. Esp. Ent., 12: 366.
- Bohn, H. (1989). Revision of the sylvestris-group of *Ectobius Stephens* in Europe (Blattaria: Blattellidae). Ent. Scand., 20: 317-342.
- Bohn, H. (1991). Revision of the *Loboptera* species of Spain (Blattaria: Blattellidae). Ent. Scand., 21: 369- 403.
- Bohn, H. (1992). Revision of the baetica-group of Phyllodromica in Spain (Blattaria: Blattellidae: Ectobiinae). Ent. Scand., 23: 319-345.
- Bohn, H. (1993). Revision of the panteli-group of Phyllodromica in Spain and Morocco (Blattaria: Blattellidae: Ectobiinae). Ent. Scand., 24: 49-72.
- Bohn, H. (1999). Revision of the carpetana-group of Phyllodromica Fieber from Spain, Portugal and France (Insecta, Blattaria, Blattellidae, Ectobiinae). Spixiana, Suppl. 25: 1-102.
- Bohn, H., Beccaloni, G., Dorow w., & Pfeifer M. (2013). Another species of European Ectobiinae travelling north – the new genus *Planuncus* and its relatives (Insecta: Blattodea: Ectobiinae). Arthropod Systematics and Phylogeny. 71 (3): 139-168
- Bohn, H. (2019) Revision of the genus *Dziriblatta* Chopard, 1936 (Blattodea, Ectobiidae, Ectobiinae) from North Africa, Spain, and the Macaronesian islands. I. The nine subgenera of the genus. Zootaxa 4610 (1): 001–073
- Curso Practico de Entomología. José Antonio Barrientos (ed.) Manuals de la Universitat Autònoma de Barcelona. 41. Entomologia. Asociación Española de Entomología, CIBIO-Centro Iberoamericano de Biodiversidad & Universitat Autònoma de Barcelona. 2004. 947 pp. ISBN: 84-490-2383-1
- Inward, D., G. Beccaloni & P. Eggleton (2007). Death of an order: a comprehensive molecular phylogenetic study confirms that termites are eusocial cockroaches. Biology Letters, 3: 331-335.
- Knebelsberger, T. & Bohn, H. (2003) Geographic parthenogenesis in the subaptera-group of Phyllodromica (Blattoptera, Blattellidae, Ectobiinae). Insect Systematics and Evolution, 34 (4), 427–452.
- Knebelsberger, T. & Miller, M. A. (2007). Revision and phylogeny of the subaptera-group of Phyllodromica (Blattoptera: Blattellidae: Ectobiinae), including a parthenogenetic species and the evaluation of COI sequences for species identification (DNA barcoding). Zootaxa 1522:1-68.
- Pascual, F. (2015). Orden Blattodea. Revista IDE@ - SEA, 48: 1–13.
- Roth, L.M. (2003). Systematics and phylogeny of cockroaches (Dictyoptera: Blattaria). Oriental Insects. 37:1–186.

# Agallas: ecosistemas en miniatura

Miguel Ángel Hernández Varas



Hormiga buscando pulgones en la gran agalla resinosa de *Pistacia terebinthus*

## Introducción y definición

Cuando empezamos hace años a estudiar las agallas o estas relaciones tan raras entre las plantas y sus vecinos, pensábamos que nadie les hacía caso, porque no era, ni es fácil encontrar información. Pero descubrí que en Reino Unido hay una sociedad de cecidiología dedicada a su estudio y con algunos miembros tan famosos como Michael Chinery que tiene quizás la mejor guía de insectos (o, al menos, la más extendida y divulgativa).

Según esta sociedad, una agalla es un crecimiento anormal de una planta inducido por otro organismo. Este produce un crecimiento mayor en tamaño y número de las células vegetales que, a su vez, proporciona alimento y alojamiento al organismo invasor. Como organismos invasores señala que la mayoría son hongos y luego los demás son invertebrados: avispas, pulgones, ácaros, dípteros... e incluso bacterias y virus.



Imagen n.º 1: Agalla sobre majuelo producida por un hongo (*Gymnosparagium sp.*).Foto: Miguel Ángel Hernández Varas

Algunos autores, como Patrick Dauphan, añaden características importantes de las agallas: (1) la hipertrofia; (2) que este crecimiento anormal solo se da sobre las plantas y (3) la constancia o uniformidad de las formas que se producen.

Nosotros vamos a definir las agallas como «magia» o, más concretamente, como la magia de la evolución (espero que Darwin apoyase este argumento). Pero vayamos por partes. Desde que existen las plantas y sus «enemigos» los herbívoros, hace ya unos cuantos millones de años, ahí fuera se desencadena una verdadera guerra evolutiva en la que las plantas intentan no ser comidas y los herbívoros comérselas (como señala Jonathan Silvertown). En esta guerra las armas son de muy diversos tipos, desde espinas, sabores desagradables, venenos... hasta movimientos de las plantas, como la mimosá, que se mueve para «esconder» sus hojas y que no se las coman. Los herbívoros reaccionan adaptándose a estos cambios a través de la selección natural y llegan a hacerse, entre otras cosas, resistentes a los venenos, como, por ejemplo, las orugas de la col (sí, porque el repollo, la col y sus hermanas las crucíferas tienen veneno que hacen que muchos animales no se las puedan comer). Y esto va cambiando a través de las generaciones y la planta volverá a desarrollar otra defensa que el animal volverá a superar y así generación tras generación.

Llegamos a la magia y las agallas, un ejemplo muy complejo de esta guerra. Un herbívoro, un pulgón, «muerde» una hoja de un árbol y su saliva tiene sustancias químicas que producen la magia, que consiste en que en no mucho tiempo la hoja construye una casita de color verde llena de comida alrededor del pulgón. O una avispa en lugar de picar a un humano o mamífero que la quiera molestar, pica a una planta sin ton ni son y pone allí sus huevos, que al abrirse y nacer hacen que los tejidos de la planta construyan un cojín lleno de pelos de un bonito color rojo lleno de comida por dentro. Este posee varias habitaciones (como un hotel) y, además, es superduro, como la casa de ladrillos del cerdito trabajador. ¿Es o no verdadera magia? Ahí delante de nuestras narices, en nuestras ciudades, al ladito de nuestra casa.

Hay tres teorías para explicar quién saca realmente beneficio de este fenómeno tan particular. Una que dice que son las plantas las beneficiadas porque al crearse la agalla el inquilino, sea quien sea, no hace daño al resto de la planta. Otra teoría que dice que son los dos los

beneficiados. Y la tercera y más seguida afirma que son los insectos los más beneficiados porque consiguen un lugar para protegerse de la climatología y los depredadores, y que les proporciona comida todo el tiempo.

Nosotros, por el cariño que tenemos a ambos reinos, nos quedamos con la segunda.

Podemos complicar mucho más las cosas, ya que, como dice la definición inglesa, las agallas no solo las producen los insectos, también hay ácaros, hongos... Además, hay ciclos de vida de los insectos que producen agallas que realmente son complicados, ya que inducen «casas» en diferentes plantas y con diferentes formas, y en algunas de sus generaciones solo nacen individuos femeninos, con o sin alas, que incluso «paren» a sus crías como si fueran mamíferos. ¡Vamos, un verdadero lío!

Además, aunque mamá avispa cree que allí su descendencia estará a salvo, no siempre es así, ya que hay especies de insectos que han evolucionado para aprovechar estas casas y poner aquí sus huevos que se comerán a la comida de los creadores de la agalla o incluso se comerán a las propias larvas, y cuando salgan de allí no sabremos si la avispa que sale es la originaria, una parásita, o una hiperparásita (parásita de una parásita).

Y cuando esté vacía esta casa será más demandada aún. Puede ser ocupada por arañas para hacerlas su trampa particular o, incluso, por un hormiguero entero. Esto no es broma, de verdad: en una agalla del roble quejigo (*Quercus faginea*) encontramos el tesoro de la imagen 2.

En resumen, en la agalla viven tres tipos de organismos o inquilinos: el creador o, mejor dicho, inductor de la agalla (por ejemplo, un pulgón), los parásitos o depredadores de los inductores, y unos terceros que lo que hacen es aprovechar la casa, ya que está construida, para vivir (hormigas, milpies...), hacer trampas en ellas (arañas) u hotel de una noche (abejas porque la temperatura es mejor que en el exterior [imagen 3]). Podemos añadir a animales como los humanos que los usan para otro tipo de cosas, como pintalabios o disfraces (en un



Imagen n.º 2: Hormiguero dentro de una agalla abandonada de quejigo. Foto: Miguel Ángel Hernández Varas



Imagen n.º 3: Abejas al amanecer empezando a salir de una agalla de rosa silvestre (*Rosa sp.*) en una fría mañana de mayo. Foto: Miguel Ángel Hernández Varas

pueblo de Ávila existe una costumbre ancestral de disfrazarse con las agallas de los robles).

Para ayudarnos a entender mejor cómo funcionan estas complejas relaciones entre las plantas y los artrópodos vamos a estudiar cuatro tipos diferentes de agallas realizadas por tres familias de invertebrados, desde las más «sencillas» de los ácaros, a las más complicadas de las avispas.

## Agalla del rosal o la rosa traída por los vientos.

Seguramente, esta es una de las agallas más bonitas, conocidas y fáciles de encontrar; y es de la única que tenemos nombres en diferentes idiomas. Los ingleses la llaman *robin pincushion*, es decir, almohadilla para agujas de los petirrojos, suponemos que porque son rojas (como el petirrojo) y por parecerse al cojín que usaban las abuelas para poner agujas y alfileres mientras cosían. Y los árabes la llamaban *bedegar*, que en árabe-persa significa rosa traída por el viento (los ingleses, además del anterior, también usan este nombre a veces). Los alemanes, finalmente, le han puesto un divertido nombre: la llaman *rosenapfel* (la manzana del rosal) o *badeguare oder schlafapf*, es decir, la manzana del sueño, porque dicen que, si usas una de estas como almohada, te duermes. En español, desafortunadamente, no he encontrado ninguna palabra aparte de agalla del rosal.



Imagen n.º 4: Foto de la agalla del rosal.

Foto: Miguel Ángel Hernández Varas

Puede ser que hayamos visto esta extraña y bonita estructura en cualquier rosal silvestre, escaramujo o tapaculos (todos sinónimos), pero seguramente nunca hayamos visto a sus habitantes. El más importante de ellos es la avispa en miniatura llamada *Diplolepis rosae*. La hembra sale de la agalla en primavera y busca



Imagen n.º 5: Foto donde se observa la avispa hembra antes de volar. Foto: Miguel Ángel Hernández Varas.



Imagen n.º 6: Se ve el tamaño en relación a una caja de cerillas y el ovopositor, como un pequeño aguijón al final, con el que pondrá los huevos.

Foto: Miguel Ángel Hernández Varas

yemas de rosales silvestres donde pondrá sus huevos.

Cuando las larvas nacen atraviesan los tejidos vegetales e inducen la formación de la agalla, que no se parece nada a ninguna otra parte del rosal (imagen 4). Cada larva con forma de pequeño gusano blanco tendrá una celda de la que irá comiendo sus paredes y donde estará protegida de la meteorología y de algunos depredadores. Cuanto más huevos haya puesto la avispa adulta, más grande será la agalla.

En estas celdas pasarán el verano, el otoño y el



Imagen n.º 7: Larva de la avispa *Diplolepis rosae*.  
Foto: Miguel Ángel Hernández Varas



Imagen n.º 8: Larvas y celdas donde viven (nótese el tamaño minúsculo).  
Foto: Miguel Ángel Hernández Varas.

invierno. Cuando llega el momento tienen una metamorfosis y se convierten en una avispa adulta, hacen un agujero, salen del cojín y buscan una nueva yema de rosal para colocar los huevos y repetir todo el ciclo.

La mayoría de los adultos son hembras que producen la puesta sin haber sido fecundadas, algo que se conoce como partenogénesis y que consiste básicamente en que el óvulo se convierte en huevo sin que intervengan células sexuales masculinas.

Cuando salen los adultos de las agallas es muy difícil saber si la especie que aparece es la que indujo su formación o una parásita que se aprovechó de ella, pues son especies muy pequeñas y porque, para usar las diferentes claves de identificación, hay que mirar el número de partes en que se divide la antena, el número de piezas que tiene la pata, los colores del fémur... ¡Y todo esto lo queremos hacer sin hacer daño a nuestra querida amiga! Tuvimos la suerte de ver antes de que echara a volar a la creadora de la agalla *Diplolepis rosae* (foto

anterior).

Pero también encontramos otras dos especies de avispas parásitas. La primera, *Orthopelma mediator*, que es una especie endoparásita de la familia Ichneumonidae. Esta especie pone los huevos dentro de la larva o gusano de *Diplolepis* cuando esta es muy joven y va comiendo de ella, pero sin matarla hasta que es mucho más grande, para así tener más comida. La hembra de esta especie tiene un ovópositor muy afilado (se observa muy bien en la foto) con el que perfora la agalla y en cuya punta tiene órganos sensoriales para descubrir las larvas huésped. Pone los huevos cuando la agalla es todavía



Imagen n.º 9: La avispa *Orthopelma* se posó sobre mi dedo antes de buscar nuevos huéspedes.  
Foto: Miguel Ángel Hernández Varas

pequeña y blandita.

Por último, vimos a la avispa *Pteromalus bedeguaris*, en este caso una ectoparasita, es decir, pone los huevos al lado de la larva a la que va a parasitar y no dentro. Esta especie pone los huevos cuando el gusano blanco ya es bastante grande y cuando la agalla es bastante dura, como la madera, pero puede atravesarlo con el ovópositor que podemos ver claramente en esta foto. La larva cuando nace empezará a comerse al «enorme» vecino que tiene a su lado. La hembra parásita detecta a las larvas huésped también con órganos sensoriales de la punta del ovópositor, pero además la mayoría de los parásitos tienen órganos sensoriales en las



Imagen n.º 10: Avispa hembra adulta de *Pteromalus bedeguaris* recién salida de la agalla del rosal.

Foto: Miguel Ángel Hernández Varas

antenas que les ayudan en su trabajo de encontrarlas.

En ese caso, se ve, en nuestra opinión, bien clara la labor protectora de la agalla: un rosal lleno de pinchos, una casa de madera muy, muy dura y comida. El inconveniente para la *Diplolepis rosae* es que hay parásitos, claro, pero estará a salvo de un montón de inclemencias y de animalitos de todo tipo que se comerían, sin duda, a estos frágiles gusanos blancos que son sus larvas.

Podemos también señalar, como pequeño «experimento», que esta especie lógicamente está diseñada para buscar la luz cuando nace, porque cuando hacíamos las fotos, por más que diésemos la vuelta al folio sobre el que estaba para buscar nuevos ángulos, ella siempre se dirigía hacia la luz. Y todas, nada más salir del agujero, hacían ejercicios de entrenamiento y estiramiento de las alas para, al cabo de un rato, ponerse a volar. ¡Fue realmente emocionante!

También podemos decir que la función de la agalla del rosal como hotel se veía muy fácilmente, ya que vimos abejas que estaban pasando la noche aquí (imagen 2) y, a las 9 de la mañana, en un fresca mañana burgalesa, seguían solo moviendo el culo. Creemos que solo es un hotel porque al día siguiente ya no había nadie allí.

En otra agalla ya abandonada por las avispas pudimos encontrar al *Polidesmus sp.*, un curioso milpiés que hemos visto otras veces debajo de la corteza de olmos muertos y que dicen que se defiende de sus enemigos, las hormigas, desprendiendo sus pelos, ya que no tiene veneno. Y encontró en la agalla su nuevo hogar.



Imagen n.º 11: Milpiés en su nuevo hogar.

Foto: Miguel Ángel Hernández Varas

### *Agalla del olmo. El “bicho” del culo gordo*

Aquí los protagonistas en nuestra nueva historia son el olmo común (*Ulmus minor*) y el pulgón (*Tetraneura ulmi*). El olmo común es un árbol de hoja caduca que antes era muy abundante en la península ibérica y que habitaba en muchas de las plazas de los pueblos, donde había una vieja olma a cuya sombra reunirse. Pero la enfermedad de la grafiosis ha acabado con la mayoría; por eso, encontramos casi siempre olmos jóvenes que, al llegar a cierta edad, mueren.

La historia de esta nueva agalla no es nada fácil y comienza con un huevo que pasa el invierno en una rama del olmo. Cuando llega la primavera (mes de abril) sale del huevo un individuo que se llama «fundadora» y va hacia las nuevas y tiernas hojas del olmo. Allí pica a la hoja e induce la formación casi inmediata de una agalla con la forma que se puede ver en la imagen 12.

Aquí el pequeño invertebrado irá creciendo y pasará por cuatro fases hasta convertirse en un adulto. Si abrimos la agalla en ese momento (mes de mayo), encontraremos al bicho del culo gordo, es decir, un superpulgón con el abdomen enorme y de color grisáceo oscuro. Puede llegar a recordarnos a una garrafa, pero, para no asustarnos, solo tenemos que contarle las patas: el pulgón tiene seis, las garrafas ocho. En la siguiente foto podemos ver al pulgón, la agalla y



Imagen n.º 12: Agalla del pulgón sobre la hoja del olmo cuando ya dentro esta el adulto.

Foto: Miguel Ángel Hernández Varas



Imagen n.º 13. Pulgón dentro de la agalla y mudas (parecen pequeños bichitos) de algunas de sus fases.

Foto: Miguel Ángel Hernández Varas

restos de las mudas de las cuatro fases o estados de desarrollo que ha tenido.

Llegados a este punto, a la pulgona le ha llegado el momento de «parir», porque aunque nos parezca muy sorprendente, los pulgones pueden parir a sus crías como los mamíferos. Y, según vaya saliendo su descendencia, ella irá «desinflándose» hasta morir. En la foto número 14 podemos verla junto a sus bebés.

Los nuevos individuos pasarán también por cuatro fases y al final se convertirán en individuos adultos con alas, que saldrán por un agujero de la agalla y volarán hasta su segundo hotel o residencia: las gramíneas (plantas silvestres parecidas al trigo). Una vez que haya elegido cuál le gusta, bajará hasta las raíces y volverá a parir un individuo que esta vez no tiene alas. Es como el bicho gordo, pero de color más



Imagen n.º 14. Adulto hembra de pulgón y sus bebés nacidos por parto.

Foto: Miguel Ángel Hernández Varas

tierra adecuado a su medio actual. Aquí vivirá alimentándose de las raíces y cuidado por las hormigas que, a cambio, obtienen un dulce manjar excretado por ellas.

Ya en el otoño, nacerá una generación con alas que lleva embriones en su interior de hembras ovíparas y machos, y solo cuando lleguen otra vez al olmo parirán. Las hembras y machos, ya en el olmo, cuando lleguen a adultos, han de encontrarse y aparearse y después pondrán los huevos de resistencia. Finalmente estos adultos sexuados mueren.

Esta agalla podría ser puesta como ejemplo de la teoría que señala que las agallas benefician tanto a la planta como al insecto. Los pulgones al estar dentro de la agalla evitan a sus principales enemigos: mariquitas y larvas de mosca cernícalo. Por otro lado, si no existiese la agalla los pulgones chuparían la savia por multitud de lugares y provocarían "heridas" fuente de entrada de enfermedades. Con la agalla está todo concentrado reduciendo el daño.

## Agalla de los tilos. Pequeños granitos rojos

En nuestra próxima agalla, también formada en las hojas, tenemos de actores al árbol del tilo (*Tilia sp.*, de donde se saca la famosa infusión que nos calma los nervios) y un ácaro (*Eriophyes tiliae*). Los ácaros no dejan de ser arañas muy pequeñas con ocho patas, pero esta familia que estudiamos solo tiene dos pares delanteros porque se ha adaptado a su forma de vida "parasitaria". Y mide menos de 1 mm (entre 0,1 y 0,3 mm).

Es la agalla cuyo ciclo de vida es el más sencillo de todos los estudiados, pero de la cual ha sido más difícil buscar información, ya que no hay excesivos estudios y hay muchas especies de esta familia que, incluso, aún no han sido descubiertas ni descritas. Por eso, a pesar de nuestra larga insistencia y búsqueda, no hemos encontrado respuestas a todas nuestras dudas.

Las hembras adultas de nuestro ácaro pasan el otoño y el invierno en las cortezas de los árboles hospedadores (tilos) cercanas a los brotes o dentro de ellos. Cuando el árbol empieza a echar las hojas en primavera, muerden las hojas con unos estiletes y provocan la formación de la agalla.

Estas agallas están abiertas por debajo y permiten que los ácaros salgan y entren de ella.



Imagen n.º 18: Agalla abierta donde están los ácaros, pero tan pequeños que no somos capaces de verlos.

Foto: Miguel Ángel Hernández Varas

Dentro encontrarán refugio, comida e incluso pareja. Estos seres vivos tienen reproducción directa, es decir, el macho deja el espermatóforo y la hembra lo recoge en su espermatoteca y va introduciendo los espermatozoides en cada huevo antes de ponerlos. Nacerán siempre hembras, hasta que note que el espermatóforo está vacío o la hembra no encuentre más espermatóforos y entonces los huevos no fecundados darán lugar a machos para reiniciar la reproducción. Tienen varias generaciones durante el periodo de crecimiento. Cuando llega el otoño solo las hembras adultas sobreviven y se refugian de nuevo en las citadas cortezas o brotes, siempre cerca de la planta hospedadora.



Imagen n.º 17: Agalla del tilo.  
Foto: Miguel Ángel Hernández Varas.

Este minúsculo ser vivo también tiene enemigos y en este caso es otro ácaro (*Dendroptus aculeus*) que esta vez sí tiene ocho patas y se alimenta del *Eriophyes tiliae*.

Otra diferencia con los otros seres vivos que hemos estudiado es que el *Eriophyes tiliae* no tienen alas para volar y se traslada movido por el viento, la lluvia, otros animales (como insectos, aves) o incluso la ropa de los humanos.

## Lentejas en los robles o avispas que juegan a las canicas

No podíamos dejar de hablar en cualquier estudio de agallas que se precie de las más conocidas y quizás más abundantes en el mundo de los insectos: las agallas producidas en los robles por las avispas. En este caso, el inquilino es de nuevo una avispa en miniatura llamada *Neuroterus quercusbaccarum* y el hospedador son diferentes especies de robles; en este caso, las fotos pertenecen al roble llamado quejigo (*Quercus faginea*).

De nuevo, las avispas tienen un ciclo nada fácil de adivinar. Comencemos la historia en mayo. Si vamos en este mes a ver a nuestro roble encontraremos unas agallas como la de la foto, como pequeñas canicas carnosas de color verde, principalmente, con una pequeña venación rojiza. Algunas están colgadas en pedúnculos o ramitas, como si hubiesen sustituido a las flores masculinas (imagen 20) y otras están totalmente incrustadas en las hojas (imagen 21).

Si abrimos alguna de las canicas veremos que en este caso la agalla es una habitación con un solo ocupante, no varios como en el rosal. Este ocupante es un gusano de color blanco (imagen



Imagen n.º 20: Agallas sobre amentos masculinos y hojas.  
Foto: Miguel Ángel Hernández Varas.



Imagen n.º 21: Agalla sobre hoja de quejigo con adulto escondido.

Foto: Miguel Angel Hernández Varas.

22) que comerá de las paredes de la agalla y después tendrá una metamorfosis para convertirse en avispa adulta que hará un agujero y saldrá al exterior.

También encontraremos algunos de los cubículos ya vacíos y podremos ver el camino que hizo la avispa adulta para salir .

De estas bolitas salen avispas hembras y



Imagen n.º 22: Larva de la avispa *Neurotus* (nótese su tamaño).  
Foto: Miguel Ángel Hernández Varas.



Imagen n.º 23: Interior de la agalla donde se ve que es una celda única con el camino de salida.

Foto: Miguel Ángel Hernández Varas



Imagen n.º 26: Los amigos de estas experiencias, lupa y bisturí. Foto: Miguel Ángel Hernández Varas.



Imagen n.º 24: La avispa macho recién emergida sobre una postal. Foto: Miguel Ángel Hernández Varas.



Imagen n.º 25: Agallas en forma de lentejas.  
Foto: Miguel Ángel Hernández Varas.

avispas machos en primavera (mayo en este caso) que, tras reproducirse, pondrán huevos en las hojas y generarán unas agallas increíblemente diferentes en forma de pequeñas «lentejas».

En ellas crecerá otra larva en forma de gusano más pequeño todavía que el anterior. Las hojas caerán al suelo en el otoño-invierno (dependiendo de la especie de roble pues, por ejemplo, el quejigo es marcescente) y aquí quedarán hasta principios de la primavera. Entonces saldrán solo hembras partenogenéticas capaces de reproducirse sin la intervención de individuos masculinos, que pondrán los huevos en las yemas de los robles. Y las larvas al nacer inducirán la formación de agallas en forma de pequeña canica o uva. Y de nuevo se repite el ciclo.

## Bibliografía

- British Plant Gall Society , [www.britishplantgallsociety.org](http://www.britishplantgallsociety.org). Definición de agallas y claves para identificar los insectos que viven en las agallas de Rosa sp.
- <https://www.biodiversidadvirtual.org/taxofoto/taxofoto/invertebrados/insecta/hemiptera/sternorrhyncha>

ncha/aphidoidea/aphididae/eriosomatini

Claves de identificación de agallas de los pulgones en los olmos, con fotos muy claras y fáciles de usar.

-<http://entomologia.rediris.es/aracnet/8/agallas/>

Documento en que se resume muy bien que son las agallas y todo el mundo alrededor

-<https://bladmineerders.nl/> pagina de Holanda con fotos de agallas y sus pobladores.

- J. M. Nieto Nafría, M. P. Mier Durante, A. Binazzi y N. Pérez Hidalgo: "Fauna Ibérica. Volumen 19- Hemiptera, aphidae II". Madrid, 2002.

- Michal Chinery : Guía de los insectos de Europa. Editorial Omega. Barcelona, 2006

- Margaret Redfern, Peter Shirley : "British Plant

Galls" Editorial Collins, 2011.(2a edición)

- Jonathan Silvertown : Cenando con Darwin. Tras las huellas de la evolución en nuestros alimentos- Editorial Crítica. Barcelona, 2019

- Todos los libros que escribió Darwin, gran fuente de inspiración y conocimiento.

Agradecimientos a mi gran amigo Ricardo García Pérez por su paciencia, ayuda y correcciones, a Germán Muñoz por esta gran oportunidad y puesta a punto del artículo, a Margaret Redforn por las avispas parásitas, a mi gran amiga Silvi por su traducción del alemán y a Nicolás Pérez por su gran ayuda en la comprensión del ciclo de *Tetraneura ulmi*.



Agalla resinosa de *Pistacia terebinthus*. Foto: Miguel Ángel Hernández Varas.

# Importancia ecológica de las mariposas

José Gabriel González



*Azuris reducta*. FOTO: José Gabriel González



Unas 100 especies del género *Idaea* están descritas en la península ibérica.

Ejemplar de *Idaea lutulentaria*. FOTO: José Gabriel González

## Introducción

Las mariposas son insectos holometábolos, lo que quiere decir que sufren una metamorfosis compleja, pasando por varios estadios: huevo, larva u oruga, pupa o crisálida, e imago o adulto. Son insectos con alas cubiertas de escamas, lo que da nombre al orden al que pertenecen: Lepidoptera.

La relación de las mariposas con el mundo vegetal es muy estrecha: las orugas se alimentan con frecuencia de una o varias plantas concretas; son frecuentes las especies monófagas, como el caso de *Charaxes jasius*, que depende exclusivamente del madroño para alimentar a sus larvas; muchas son olígofagas, que son atraídas por un grupo de plantas concretas, como *Lamides boeticus*, cuyas larvas tienen apetencias por varias especies de leguminosas silvestres como *Genista spp.*, *Astragalus spp.*, *Lupinus spp...* Y en otros casos son polífagas, con variadas especies vegetales potencialmente aptas para hospedarse, como el caso de *Pontia daplidice*, cuya oruga puede alimentarse de varias plantas de los géneros

*Sisymbrium*, *Reseda*, *Sinapis*, *Diplotaxis*, *Biscutella*, *Raphanus*, etc. Hay bibliografía sobre orugas depredando sobre otras especies de orugas durante su estado de desarrollo, como el caso de *Cosmia trapezina* que ha sido citada como depredadora de geométridos y tortrícidos (Soria, S., 1986). Los estadios larvarios pueden durar días, como muchos piéridos que en dos semanas pasan de huevo a crisálida; o incluso años, como el caso de *Erebia gorgonem* que puede tardar dos años, con dos inviernos, en las montañas de los Pirineos.

Cuando son adultas las mariposas utilizan su espiritrompa para alimentarse de fluidos como néctar, agua, jugos procedentes de frutas, savias, estiércoles frescos, y otros fluidos que puedan aparecer en el medio, siempre y cuando les proporcionen valor nutritivo.

Las mariposas juegan un papel importante como agentes polinizadores, y por lo tanto dispersores de las especies vegetales. Durante su alimentación y época de reproducción visitan multitud de plantas, dándose una estrecha relación entre planta e insecto. Al mismo tiempo

muchas son depredadas sirviendo de alimento a aves, a algunos reptiles como los lagartos; y en el mundo de la noche, algunas rapaces nocturnas como los mochuelos o el propio cárabo; también los murciélagos, sobre todo los que habitan las zonas forestales como el ratonero forestal (*Myotis bechsteinii*) e incluso algunos carnívoros como la gineta buscan grandes polillas nocturnas como las del género *Catocala*. No solo cuando son mariposas, sino que en el resto de estadios siguen siendo parte de la cadena trófica. Los huevos son depredados por otros invertebrados, como las hormigas; las orugas en sus primeras fases son depredadas por otros invertebrados como las avispas, y en fases más desarrolladas muchas por pequeñas aves insectívoras; incluso las crisálidas son devoradas por micromamíferos como el lirón careto.

Por lo tanto, las mariposas juegan un papel muy importante dentro de los ecosistemas, siendo por ello considerados como bioindicadores de la calidad de los mismos. Las mariposas diurnas son frecuentemente elegidas como grupo para el estudio de la biodiversidad porque poseen ciclos de vida cortos y poseen una alta sensibilidad a los cambios de las condiciones abióticas y bióticas de un espacio.

En cualquier escenario de ocio, en un teatro, en una sala o en la televisión nos podrán cautivar con cualquier juego de magia, pero ninguno tan real y espectacular como el de una oruga que se encierra en una «cajita» y poco después sale en forma de mariposa; igual que la bellota o la castaña se transforma en un majestuoso roble o castaño, la oruga destruye sus tejidos y órganos al mismo tiempo que empieza a crear los de su forma adulta. Esta es la auténtica magia que la naturaleza ofrece al mundo. Quizás por esto o por su belleza, al ser humano nos llamen tanto la atención estos simpáticos voladores. En China, hace más de 4500 años, ya aprendieron a domesticar una especie concreta, se trataba de *Bombyx mori* para producir la preciada seda; esto seguro que fue fruto de mucha observación.

Dentro de los insectos, las mariposas no son de los grupos más difíciles de identificar, y sobre todo cuando lo hacemos con las mariposas diurnas, con características relativamente fáciles en su determinación. Las orugas son algo más complicadas, siendo posible en muchos casos para el simple aficionado determinar solo hasta el taxón de familia, ya que es más difícil determinar el género y la especie.

Incluso para un gran experto a veces no queda más remedio que, para asegurar la identificación



*La oruga de la esfinge de la calavera (*Acherontia atropos*) también es tan llamativa como su estado adulto. FOTO: José Gabriel González*

de la especie, haya que recurrir a detalles precisos como las genitalias, una pieza genital derivadas del exoesqueleto, que cada especie tiene determinada de una forma concreta; casi como recurrir al ADN de la especie.

Si buscamos datos sobre el número de especies de mariposas que hay en el mundo varían según las fuentes, pero estamos hablando de alrededor de más de 155 000 especies descritas. Es el segundo orden de insectos, después de los coleópteros, con más número de especies descritas. En Europa se conocen alrededor de 9800 especies, de las cuales cerca de 5000 se distribuyen por la península ibérica. Si consultamos los datos ofrecidos por las fuentes oficiales a lo largo del tiempo, comprobamos como en los últimos 20 años la lista de especies creció en más de 400 especies descritas en el territorio ibérico. En este sentido, la ciencia agronómica y forestal ha ayudado a un conocimiento más preciso de varias especies, especialmente de mariposas nocturnas, que durante el estado de fase larvaria son consideradas plagas en muchos aprovechamientos; después de unos años observándolas y prestándoles atención estoy convencido de que todavía quedan especies por

catalogar, sobre todo microlepidópteros.

Sabemos más de las mariposas diurnas que de las nocturnas. Basta con poner una luz de noche en un punto recóndito de la geografía rural para llevarnos alguna sorpresa, o nos vemos obligados a descartar la identificación del ejemplar, dada su dificultad y la falta de información sobre estos grupos.

Si observamos una mariposa en una determinada área podemos afirmar que su planta huésped también estará en la zona; pero esto no siempre ocurre de forma inversa, ya que la sola presencia de las especies vegetales en un área no es suficiente para asegurar la presencia del lepidóptero, y menos en las últimas décadas donde la reducción de las poblaciones de mariposas está siendo constatada con estudios de campo.

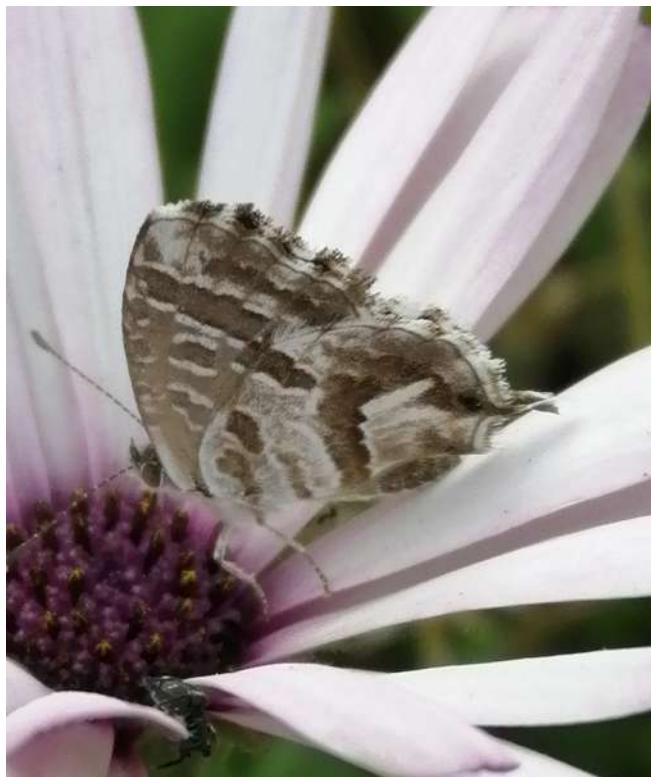
Actualmente unas 14 especies ibéricas se encuentran dentro de las categorías de la UICN: 6 en «peligro» y 8 en «vulnerable». Dentro del listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial de España se encuentran incluidas 12 especies de mariposas. A esto hay que sumar que hay descritos 16 «endemismos



Varias especies de geométridos atraídos por un punto de luz. FOTO: José Gabriel González

iberobaleares» y unas 30 especies «raras» que tienen un área de localización muy reducida.

Existen casos de especies exóticas invasoras como es el caso de *Cacyreus marshalli* de la familia de los licénidos y de origen sudafricano, cuya larva se alimenta de geranios ornamentales. Otro caso es el de una mariposa nocturna, *Cydalima perspectalis*, de la familia Cambridae, originaria de China y que en Cataluña está afectando a las formaciones de matorrales de boj.



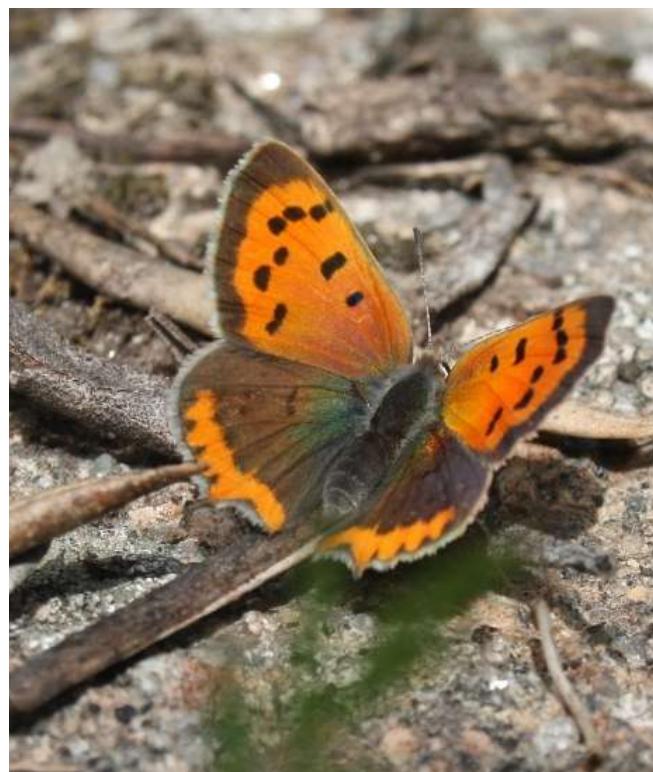
*Cacyreus marshalli* es una especie alóctona procedente de Sudáfrica que su oruga devora los geranios.

FOTO: José Gabriel González

Cuando era pequeño todos los veranos viajábamos en un taxi desde Algeciras hasta el norte de Cáceres (década de los años 70), y al terminar el viaje tenía la costumbre de recoger alas de insectos que quedaban pegadas en la rejilla frontal del coche y que después pegaba en unas cartulinas que guardaba. Ahora cuando observo el frontal de mi vehículo en mis desplazamientos apenas encuentro indicios de atropellos; no es un dato científico, pero creo que sí un indicador más de la reducción de las poblaciones de insectos, inclusive las mariposas.

Los insectos tienen una respuesta inmediata a los grados de perturbación; algunos grupos cuentan con bastantes tipos de recursos para

adaptarse a los cambios, otros grupos quizás no tanto. Las mariposas parecen que pertenecen a estos últimos.



*Lycaena phlaeas* está distribuida por toda Europa y es una de las especies que los estudios apuntan a un declive.

FOTO: José Gabriel González

Algunos estudios han relacionado la reducción de mariposas diurnas en Europa con el calentamiento global (Settele et al., 2008). Pero no solo el cambio climático les afecta, sino que la degradación del medio natural lleva tiempo reduciendo las poblaciones o incluso haciéndolas desaparecer. En este sentido, el desarrollo que se ha venido produciendo en nuestros campos en las últimas décadas ha producido fuertes impactos en el medio; abandonándose una cultura agrosilvopastoril tradicional, más integrada en el medio que le rodeaba, a un modelo de explotación industrial del medio. Las décadas de tratamientos fitosanitarios en los campos, las repoblaciones forestales con monocultivos, los incendios forestales y los cambios de uso del suelo están pasando factura a las poblaciones de lepidópteros. Así lo apuntan estudios que se han venido desarrollando en los últimos años, como el informe anual de 2019 del seguimiento de las mariposas diurnas del proyecto Butterfly Monitoring Scheme (BMS), una iniciativa conjunta de Butterfly Conservation Europe y de Centre for Ecology & Hydrology, avalados por la Agencia Europea de Medio

Ambiente y cuyo objetivo es promocionar los programas de monitoreo de mariposas a través de Europa. Otra referencia importante es el informe sobre *El estado y la distribución de las mariposas mediterráneas*, publicado en el 2016, trabajo realizado por el Centro de Cooperación del Mediterráneo de la UICN en colaboración con el Programa de Especies de la UICN junto a Butterfly Conservation Europe.

Estos y otros denuncian la reducción de las poblaciones de mariposas en los últimos años en Europa. Además, coinciden en que una adecuada gestión del territorio mejoraría las condiciones del hábitat de estas especies.

## Microreservas

**L**a creación de microreservas está siendo una acción de conservación y custodia del territorio muy interesante, en la mayoría de los casos por asociaciones o fundaciones privadas que vienen a crear una nueva figura de protección.

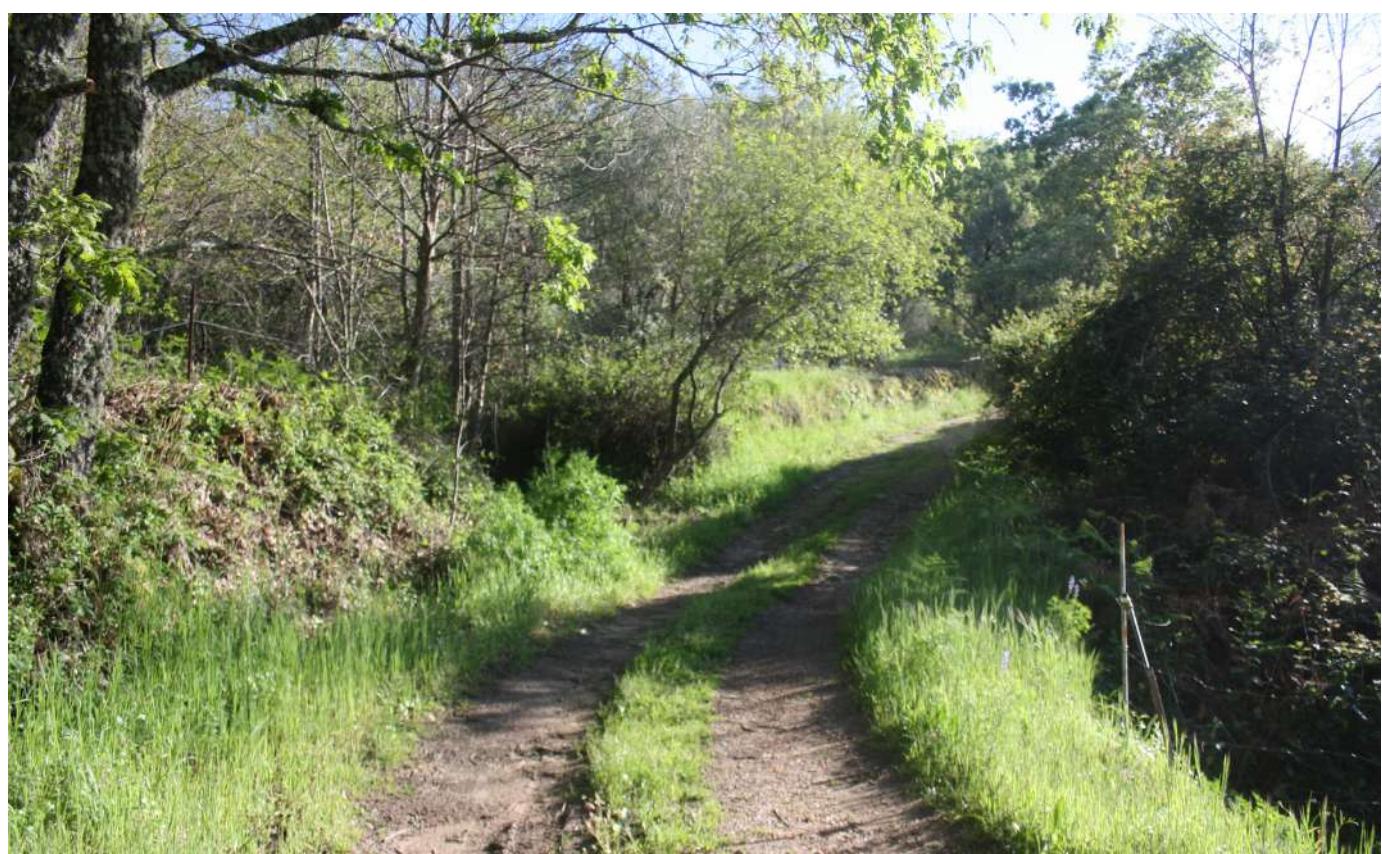
Bien por la importancia que pueda cobrar una o pocas especies que se encuentren en regresión,

o bien por la diversidad de especies que podamos encontrar en esa área, la protección de ese espacio puede garantizar, aunque sea temporalmente, la supervivencia de estas comunidades. En Europa, sobre todo en Gran Bretaña, llevan décadas desarrollando este tipo de proyectos con una gran implicación social.

Estas reservas poseen una componente antrópica importante, en la mayoría de los casos son espacios donde todavía los aprovechamientos agrosilvopastoriles siguen siendo de forma tradicional.

A veces la línea que separa las actuaciones entre la conservación y la degradación de un espacio no es muy clara o precisa. El aprovechamiento del espacio natural por parte del ser humano puede generar o degenerar en ambos sentidos. La agricultura, la ganadería y los aprovechamientos forestales tradicionales han modificado el espacio donde se han desarrollado, y en algunos casos han ayudado a aumentar la biodiversidad de los espacios.

La heterogeneidad del paisaje, la fragmentación de las zonas boscosas por pequeños cultivos de



La vegetación de los márgenes de caminos son buenos sitios para encontrar mariposas. FOTO: José Gabriel González

frutales, olivares, viñedos, huertas, pastizales y, sobre todo, una forma humilde e integrada de ver y aprovechar el medio han conseguido diversificar los montes permitiendo el asentamiento de más especies.

Esta forma de aprovechar los recursos naturales está desapareciendo poco a poco de gran parte de la geografía de la península ibérica, pero todavía hay comarcas donde se mantienen estos usos. La falta de productividad de estos espacios es la responsable de que sean a menudo abandonados; además de estar muy ligados al despoblamiento rural, o son mantenidos a duras penas por una población muy envejecida. Estas zonas suelen estar ubicados en zonas de media y baja montaña, en territorios con poco desarrollo y algo despoblados. Suelen ser zonas con una orografía irregular, con caminos difíciles, a veces con escaso recurso hídrico; zonas donde las limitaciones del medio natural no han permitido su reconversión a modelos más productivos y posiblemente más impactantes en el medio.

Los pequeños laboreos de los terrenos permiten el asentamiento de especies herbáceas que, de otra forma, no tendrían espacio en el bosque o en grandes áreas de matorrales. Igualmente pasa con las zonas aprovechadas por el ganado que permiten el asentamiento de prados y praderas muy ricos en gramíneas y leguminosas herbáceas, pero sin llegar a altas cargas ganaderas que impidan que las plantas terminen su ciclo vegetal, sobre todo, llegar al estado de floración; además de permitir huecos con más nivel de insolación, más soleados, necesarios para volar. La ausencia de productos químicos como los herbicidas, los cuales no se usan siendo el ganado el responsable de mantener la cubierta vegetal. Los abrevaderos, pozos, acequias, y demás ingeniería hidráulica contribuyen a crear puntos de agua que en la agricultura industrial permanecen casi siempre encerrados en plásticos. Los linderos entre fincas se mantienen con muros de piedra tradicional o con la propia vegetación de la zona, como las zarzas, tan visitadas en su floración por varias especies de mariposas diurnas. Igual pasa con la vegetación de las cunetas de los caminos de acceso, ocupados todo el año por vegetación natural y contribuyendo a desarrollar multitud de

biotopos para elegir. Los ecólogos lo miden por las franjas que se forman en estos territorios, los ecotonos, zonas de transición entre dos ecosistemas diferentes y en donde parecen disfrutar las mariposas. Basta un paseo por estas franjas en primavera o verano para observar diversidad de especies.

Por mi profesión, y sobre todo por mi vocación, la observación de la naturaleza siempre me ha atraído mucho. Habitar un espacio natural me ha permitido durante mucho tiempo tomar anotaciones sobre la fauna y la flora del lugar. En ese sentido, los insectos, y en especial las mariposas, han sido una fuente constante de información. La observación de un espacio concreto durante 20 años, con las características mencionadas anteriormente, me ha permitido descubrir y aprender cómo funcionan ciertos ciclos y cómo las especies progresan en un medio u otro. Actualmente llevo identificadas más de 160 especies de lepidópteros diurnos y nocturnos en tan solo 5 hectáreas, y creo que todavía faltan unas cuantas.

La atracción por las mariposas es una de las primeras vivencias espontáneas de conexión con la naturaleza que muchos hemos experimentado en algún momento. Quizás por sus colores, por su frágil constitución, por su vuelo o por su atracción por las flores nos inspiren tan buenas sensaciones.

No obstante, son necesarios más estudios de campo que permitan conocer mejor la situación de estos insectos, sus poblaciones, sus áreas de distribución, su relación y dependencia con el medio, así como los posibles impactos que les puedan afectar. Esto ayudaría a establecer estrategias y políticas que incluyan la conservación de las mariposas.

## Bibliografía

Jiménez-Valverde, A., Martín Cano, J., Munguira, M. L., 2004. Patrones de diversidad de la fauna de mariposas del Parque Nacional de Cabañeros y su entorno (Ciudad Real, España central) (Lepidoptera, Papilionoidea, Hesperioidea).

Montero, F., Moreno, M. & Gutiérrez, L., 2009.

Mariposas (Lepidóptera: Hesperioidae y Papilionoidea) asociadas a fragmentos de bosque seco tropical en el departamento del Atlántico, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, Universidad de Caldas, 13(2): 157-173.

Pereira-Santos, J., Marini-Filho, O. J., Freitas, A. V. L. & Uehara-Prado, M., 2016. Monitoramento de Borboletas: o Papel de um Indicador Biológico na Gestão de Unidades de Conservação. *Biodiversidade Brasileira*, 6(1): 87-99.

Pollard, E. & Yates, T. J., 1994. *Monitoring butterflies for ecology and conservation*. Chapman & Hall, London.

SETTELE, J.; KUDRNA, O.; HARPKE, A.; KÜHN, I.; VAN SWAAY, C.; VEROVNIK, R.; WARREN, M.; WIEMERS, M.; HANSPACH, J.; HICKLER, T.; KÜHN, E.; VAN HALDER, I.; VELING, K.; VLIEGENTHART, A.; WYNHOFF, I. & SCHWEIGER, O. 2008. Climatic Risk Atlas of European Butterflies: 710 pp. Pensoft Publishers, Sofia-Moscow.

Soria Carreras, S. 1987. LEPIDOTEROS DEFOLIADORES DE QUERCUS PYRENAICA, WILLDENOW, 1985

UNEP. 1992. Convention on biological diversity. United Nations Environmental Program, Environmental Law and Institutions Program Activity Centre. Nairobi.



*El género Aricia no siempre es fácil de clasificar. Ejemplar de Aricia cramera, quizás la especie más abundante. FOTO: José Gabriel González*



# Dípteros de importancia en parasitología

Edison Pascal-Bello

*Calliphora vicina.* FOTO: Donald Hobern

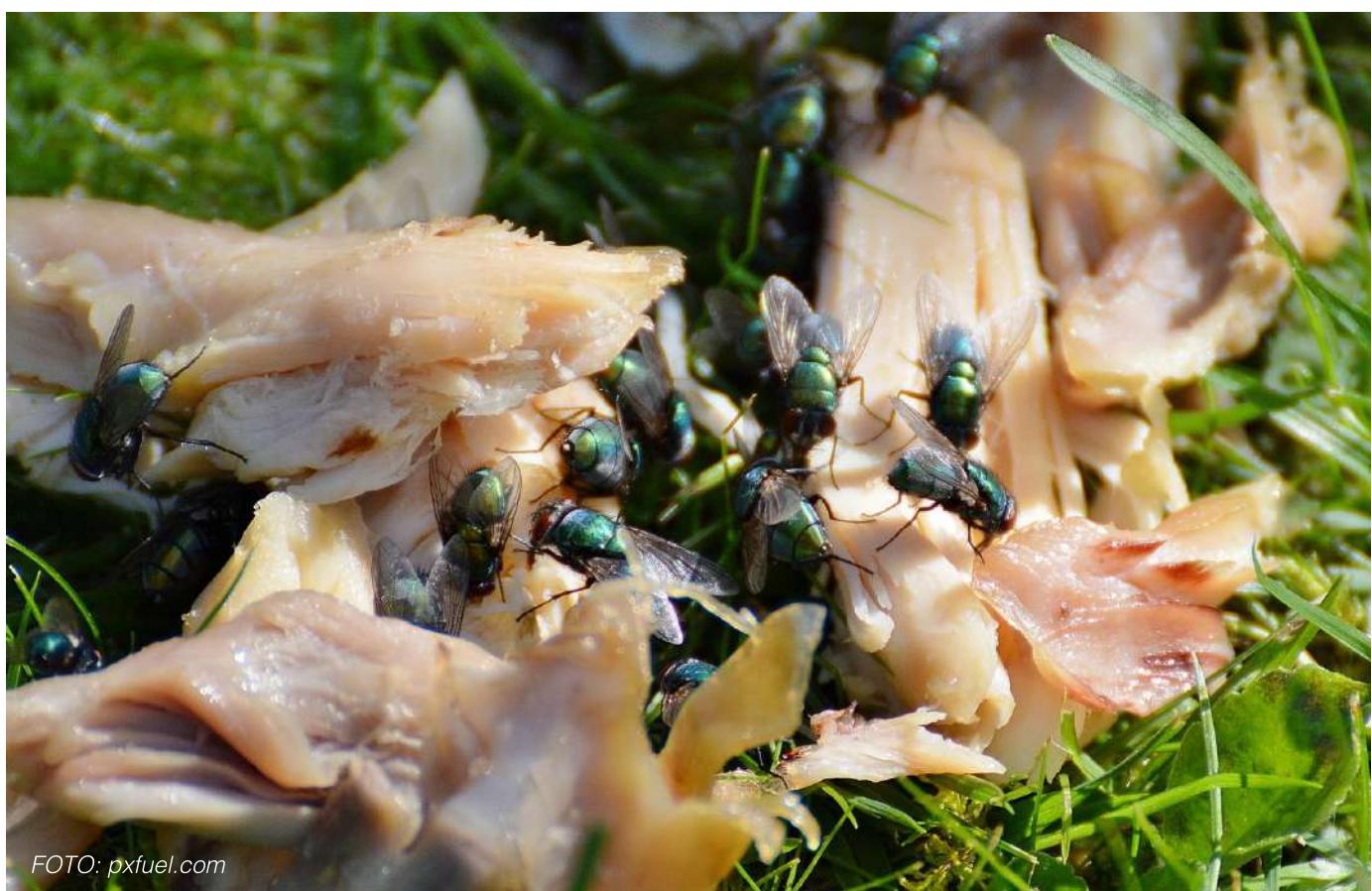
## Introducción

Los que nos dedicamos al estudio de los insectos muchas veces estamos catalogados de ser los «estudiosos de los bichos de la naturaleza», ya que los artrópodos pueden causar escozor o picor en muchas personas, sobre todo si no tienen amor hacia los ecosistemas o a las zonas campestres.

La situación se hace más interesante cuando nos dedicamos a estudiar los artrópodos que se comportan como plagas o vectores; ya desde esta perspectiva nos adentramos en dos campos científicos de suma importancia en las temáticas agropecuarias y de salud pública, como son: la zoología agrícola (plagas) y la zoología médica (vectores y parásitos de interés sanitario). Siempre he criticado el uso del término «plaga», ya que desde la perspectiva de la ecología ningún insecto es una plaga. De las más de 1 millón de especies de insectos conocidas pocas se comportan como plagas y vectores. Obviamente, desde el punto de vista económico, agropecuario y sanitario los insectos son capaces de mermar la producción agrícola, causar estrés biótico en los animales domésticos y causar muchos problemas sanitarios.

Para manejar a los insectos plagas y vectores siempre he propuesto una visión ecológica de control, es decir, tomar en cuenta lo que se posee en el ambiente, respetar la biodiversidad y las características sociales y culturales del entorno. Una de las bondades del control ecológico es no usar pesticidas, o usarlos de manera muy controlada, porque al atacar a la plaga o al vector también se eliminan insectos beneficiosos para el ecosistema. Además, los plaguicidas presentan resistencia en insectos que a la larga pueden convertirse en una plaga más fuerte, además de generar contaminación de los suelos y de las aguas.

Ahora bien, el orden Diptera, desde un punto de vista general, incluye a los mosquitos y a las moscas, los cuales se caracterizan, dentro de la clase de los insectos, por tener solo un par de alas, de ahí el origen de su nombre (di 'dos' y pteros 'alas'). No obstante, esta característica no es exclusiva de ellos, pues existen otras especies de insectos que, de igual manera, presentan dos alas (por ejemplo, algunas efímeras y algunos homópteros). Además, por otro lado, también existen dípteros ápteros, es decir, que no poseen alas. En consecuencia, esta característica falla en unas cuantas



especies. Desde este aspecto, la característica principal de los dípteros es la transformación de las alas posteriores (metatorácicas) en unos órganos llamados halterios o balancines que no se utilizan para volar, sino para mantener la estabilidad mientras vuelan. Sin embargo, ni siquiera los halterios están presentes en absolutamente todos los dípteros, ya que la familia de los bráulidos (Bratidae) los han perdido debido a su vida parasitaria.

No obstante, dentro de estos ámbitos muchos dípteros son parásitos, al igual que otros artrópodos (el término parásito tiene origen griego y significa «ser que vive a expensas de otro animal»). Al animal del que vive a expensas el parásito se le denomina huésped u hospedero, obteniendo beneficio de este y causando daño. Dentro de este marco argumental está el concepto de «parasitología» la cual es una rama de las ciencias biológicas que estudia los parásitos y sus interacciones.

Un parásito no puede vivir sin su hospedador (un mosquito no puede vivir sin consumir sangre); la forma de vida parasitaria es, por lo tanto, una de las diferentes formas en que los animales pueden vivir juntos para formar lo que en ecología se denomina asociaciones animales.

## ¿Cómo está compuesto el orden Díptera?

**L**os dípteros son insectos caracterizados por poseer un par de alas membranosas en el mesotórax, mientras que las del metatórax se reducen a unos pequeños muñones conocidos como «halterios». Algunos dípteros poseen mucho interés en la zoología médica ya que son ectoparásitos; otros en sus estados larvarios parasitan el interior de animales y humanos, y muchos son vectores de enfermedades.

Aunque ya con anterioridad hemos definido lo que es un vector (un organismo capaz de transmitir a otro un agente infeccioso), los dípteros (como vectores) pueden funcionar de dos maneras: como vectores mecánicos, los cuales transportan el agente infeccioso en forma inespecífica, donde dicho agente contamina la



Típula donde se pueden observar claramente los pequeños halterios detrás de las alas. FOTO: Nono64

superficie del vector, el aparato bucal o el tubo digestivo (por ejemplo la mosca común *Musca domestica*); y como vectores biológicos, donde el agente infeccioso se multiplica y transforma dentro del vector, asegurando esto una transmisión efectiva y prolongada, ya que el vector forma parte del ciclo biológico del agente; por ejemplo, la transmisión del nemátodo parásito de los troncos linfáticos en el hombre (*Wuchereria bancrofti*) de la familia Filariidae, a través de mosquitos culícidos.

En los dípteros la metamorfosis es completa, es decir, son insectos holometábolos presentando huevo, larva, pupa y adulto.

Casi todas las especies son ponedoras de huevos, pero algunas moscas paren larvas muy desarrolladas. Hay toda clase de transiciones entre ovíparos y pupíparos, los cuales pueden depositar la larva poco desarrollada o retenerla hasta que haya completado toda su evolución larval. En las especies hematófagas sus piezas bucales han adoptado las modificaciones necesarias para extraer sangre a través de la piel y la forma en que lo hacen depende de la estructura de su probóscide.

Este orden de insectos es un grupo monofilético que se originó a partir de mecópteros (moscas escorpión) primitivos hace unos 250 millones de años en el Triásico (probablemente). A partir de entonces hasta la actualidad el orden ha evolucionado de manera sorprendente (es el

segundo grupo en número de especies después de los coleópteros). Sin embargo, es pertinente aclarar que la sistemática del orden no está totalmente esclarecida de manera satisfactoria.

El orden de los dípteros se estructura de la siguiente manera:

### **Suborden Nematocera**

- Culicidae (mosquitos)
- Ceratopogonidae (jejenes)
- Simuliidae (moscas negras)
- Psychodidae (moscas de la arena)

### **Suborden Brachycera**

- Tabanidae (tábanos)
- Rhagionidae

### **Suborden Cyclorrhapha**

- Muscidae (moscas)
- Glossinidae (moscas tse-tse)
- Hippoboscidae (moscas piojo)

### **Suborden Nematocera**

Los dípteros incluidos en este grupo son los conocidos como «mosquitos» solo las hembras son hematófagas, mientras que los machos se alimentan de néctar floral, y en ellos faltan las mandíbulas. Su *labium* funciona casi como una envoltura (como ocurre en Hemiptera) y soporta unos alargados estiletes que consisten en un par de mandíbulas, la hipofaringe y el *labrum* (o *labrum-epifaringe*). Este último está ranurado ventralmente formando un tubo por el cual la sangre puede ser absorbida, función a la que ayudan las mandíbulas. *Maxillae* y mandíbulas son muy finas con ápices en forma de sierra y constituyen verdaderos órganos de corte. La hipofaringe es también alargada y transporta saliva que contiene un anticoagulante al interior de la herida.

### **Suborden Brachycera**

En este grupo de dípteros tenemos a los tábanos (Tabanidae), los cuales son moscas robustas de grandes ojos y solo las hembras son hematófagas. Se las suele denominar «moscas de caballo». Su registro fósil se remonta al Jurásico (180 millones de años). Sus estiletes bucales son estructuras aplanas con aspecto de cuchillos. Las mandíbulas trabajan como



Mosca negra picando. FOTO: semes.org

tijeras, cortando con sus extremos aserrados en su borde interno y las maxillae realizan movimientos de arriba a abajo, como limas, agrandando la lesión hasta que la sangre fluye libremente. El *labrum-epifaringe* y la hipofaringe son también en forma de estiletes, bastante más robustos que los de los mosquitos.

Mucho menos rígido que estas partes bucales es el *labium*, que de nuevo sirve como envoltura, y está provisto de un par de lóbulos distales denominados *labellum*. Durante la picadura el *labium* se dobla hacia arriba, pero más tarde hace de esponja de la sangre vertida. Cada *labellum* está provisto de numerosos y finos canales soportados por una casi completa esponja de quitina. El alimento líquido pasa por estos ductus, por capilaridad, hacia el canal alimentario. Los machos carecen de mandíbulas y por tanto no pican. Los tábanos depositan sus huevos en la vegetación cercana al agua y sus larvas son carnívoras.

### **Suborden Cyclorrhapha**

Este grupo de dípteros esta conformado por la mosca doméstica, la de los establos, la mosca tse-tse y las moscas ectoparásitas.

La familia Glossinidae contiene moscas de gran interés epidemiológico (moscas tse-tse) por ser vectores de importantes afecciones. Son moscas próximas a Muscidae, pero difieren de ellas en que no ponen huevos.

Los Hippoboscidae son ectoparásitos de aves y de una amplia variedad de mamíferos. Como



FOTO: pxfuel.com

Hembra de tábano. FOTO: Jean and Fred.

consecuencia de su vida ectoparásita han adoptado el inequívoco aspecto de los ectoparásitos: cuerpo aplanado (dorsoventralmente) y provisto de densa cutícula, patas con fuertes garfios terminales y piezas bucales capaces de perforar la piel del hospedador y succionar su sangre. Algunas están tan adaptadas a la vida parasitaria que han perdido sus alas, aunque otras pueden volar. Tienen una marcada importancia en medicina veterinaria.

### *Los verdaderos vampiros (picando para alimentarse)*

Un grupo de dípteros necesita con obligatoriedad picar para poder alimentarse, en este caso ingerir sangre (dípteros hematófagos). Estos pueden ser moscas, mosquitos y tábanos, con una buena posibilidad de ser transmisores biológicos de enfermedades.

Sus piezas bucales han sufrido profundas modificaciones para poder absorber sangre. Pican por una trompa (probóscide) constituida por dos tubos unidos: uno de mayor tamaño por el que absorben sangre, y otro más delgado con

el que inoculan su saliva, generalmente provista de substancias anestésicas para disminuir la sensación de picadura. Su forma es muy diversa según géneros y especies. La picadura es nocturna, diurna o crepuscular dependiendo de hábitos fijamente establecidos en cada género o especie. El dolor causado por la picadura puede exceder en mucho el que debería producir la introducción de piezas tan delgadas y ello se debe a que al picar introduce, con su saliva substancias irritantes que difieren según las especies, como lo demuestran las reacciones producidas tanto a nivel local como general, y que están muy condicionadas por la inducción de alergias. Es curioso que los insectos de muy dolorosa picadura como la de la mosca de los establos o la del mosquito *Aedes dorsalis* no sean vectores de enfermedades, mientras que los transmisores pican en forma mucho más indolora; por ejemplo el mosquito *Anopheles maculipennis*. Esto puede ser consecuencia de una larga adaptación en la cadena epidemiológica reservorio -insecto vector-hombre, y permitiría la conservación del agente patógeno al ser más fácil su introducción a nuevos hospederos.

Las molestias directas causadas por la picadura de artrópodos no pueden ser infravaloradas, aun en el caso de que no sean vectores de enfermedades.

El efecto irritativo de las picaduras es incalculable en términos de pérdida de confort humano e incluso de animales domésticos.

Pero esto no queda aquí, ya que no solo son parásitos hematófagos, sino que también los mosquitos funcionan como vectores de importantes enfermedades como el paludismo (*Plasmodium*), dengue (Flaviviridae), encefalitis del Nilo occidental (Flaviviridae), encefalitis equina venezolana (*Alfavirus*), fiebre amarilla (Flaviviridae), filariasis linfática (*Wuchereria bancrofti*), filariasis canina (*Dirofilaria*), leishmaniasis (*Leishmania*),

En estos dípteros su fase larvaria es acuática, y se pueden encontrar en ríos, arroyos, quebradas, lagos a todas las profundidades, sitios que constituyen depósitos de agua en brácteas de plantas y orificios de troncos viejos. Los dípteros de la familia Simuliidae son representantes de aguas muy limpias, mientras que dípteros de las familias Tipulidae y Chironomidae habitan más las aguas contaminadas.

### *Control biológico en la lucha contra los mosquitos*

**E**l control biológico se basa en la introducción de organismos que depreden o parasiten las poblaciones de las especies que se pretende controlar, que compitan con ellas o las reduzcan de algún otro modo.

En el caso de los mosquitos *Aedes aegypti* (vector de muchas enfermedades) existen varias especies de peces larvívoros y copépodos depredadores (crustáceos) que han demostrado su eficacia contra los mosquitos vectores en fases larvarias inmaduras.

Los organismos de control biológico se crían y distribuyen en pozos o recipientes donde se almacene agua. Se han llevado a cabo proyectos a pequeña escala que han demostrado que el

éxito del control biológico depende principalmente de la organización del proyecto:

1. La cría de peces/copépodos.
2. La movilización y la participación de la comunidad (su disposición a aceptar que se introduzcan organismos en recipientes de agua).
3. El sistema de distribución de los peces/copépodos (reabastecimiento y supervisión periódicos).

### *Las moscas como transmisoras de enfermedades*

Las moscas tienen una distribución prácticamente mundial. Muchas, en su fase adulta, poseen la tendencia de situarse sobre superficies o substancias y secreciones orgánicas, confiriéndoles esto un papel muy importante en la transmisión de agentes patógenos muy diversos (especialmente en su probóscide y sus apéndices o patas) y transmitirlo a las mucosas (bucal, nasal, conjuntival), a los alimentos o a través de heridas.

Dentro de las principales especies encontramos a *Musca domestica* cuya actividad se ve favorecida por la alta temperatura y baja humedad; en áreas más cálidas tenemos a *Musca sorbens*, tendiendo a ser más peligrosa por su inclinación a posarse en heridas, zonas ulceradas o en los ojos; y además están la doméstica menor *Fannia canicularis*, la de los establos *Stomoxys calcitrans*, la azul *Calliphora vicina*, la tornasolada *Lucilia sericata* y la mosca de la carne *Sarcophaga carnaria*. Estas tienen tendencia a posarse sobre heces y material orgánico putrefacto; de igual manera sobre heridas y alimentos. Consumen alimentos regurgitando y defecando sobre ellos, contribuyendo esto a la contaminación bacteriana. Son importantes transmisoras de enfermedades gastrointestinales, especialmente el grupo que causa salmonelosis (tifus, paratifus), quistes de protozoos (p. e.: *Entamoeba histolytica*), y de virus (poliomelitis), conjuntivitis y ulceras corneales.

El control poblacional de estos dípteros dependerá de las condiciones higiénicas-ambientales. La acumulación de desechos

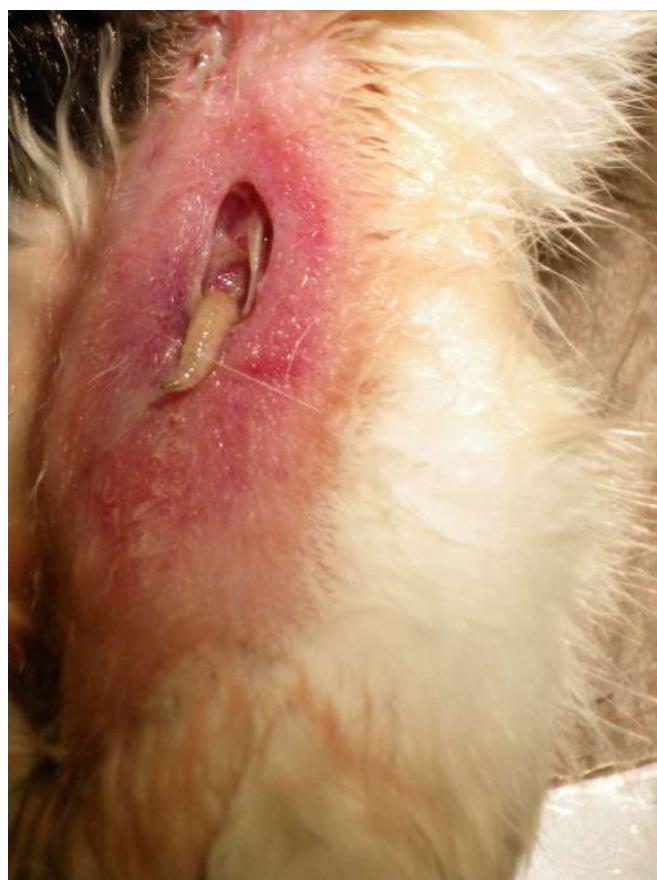
sólidos y basura orgánica en entornos urbanos tiene gran influencia sobre su ciclo biológico, así como las condiciones de temperatura y humedad.

## Las moscas y la miasis

**L**a miasis es la infestación de un animal por larvas de moscas. Las larvas que comen tejidos necrosados no son siempre parásitas y podrían no invadir tejidos sanos. Algunas de ellas (que viven en materia orgánica en descomposición) pueden tener acceso a heridas supurantes y desarrollarse allí. De acuerdo con esto podemos dividir las miasis en dos grupos:

- 1) Miasis obligadas, conformadas por larvas de moscas que solo pueden vivir parasitando animales.
- 2) Miasis optativa o accidental, que se encuentran de manera esporádica o aleatoria en animales.

Las miasis obligadas son efectuadas por larvas de moscas que viven solo en animales vertebrados: externamente como los géneros



Miasis en una herida superficial en la pata de un gato.  
FOTO: Uwe Gille.



Mosca varejeira (*Dermatobia hominis*).

FOTO: Eden Fontes

*Auchmeromyia* y *Neotitiophilus*, e internamente como *Dermatobia hominis*, familia Oestridae y la familia Gasterophilidae.

Algunas especies se comportan como parásitos obligados que parasitan animales, y ocasionalmente al ser humano. Estos artrópodos poseen tres fases larvarias, siendo la fase III la más larga. Su cuerpo vermiforme no está esclerotizado y es blanquecino-amarillento con áreas de espinas pequeñas de apariencia rugosa, las cuales no son siempre fácil de observar. El extremo anterior de la larva es puntiagudo y truncado en el extremo posterior. Por lo general, existe un hospedero específico para cada especie de mosca productora de miasis. Estas pueden clasificarse taxonómicamente según géneros, o clínicamente según el órgano o sistema que afecten. Solo existe la parasitosis como tal cuando el insecto está en forma de larva.

Entre algunos ejemplos tenemos a las siguientes especies: *Muscina stabulans* que puede afectar el sistema gastrointestinal al ingerir, de forma accidental, sus huevos; *Musca domestica* y *Sarcophaga haemorrhoïdalidis* pueden afectar la zona rectal; *Gasterophilus intestinalis* puede parasitar la región cutánea de equinos y del hombre; *Hypoderma lineatum* afecta al ganado vacuno y algunas veces al ser humano; *Oestrus ovis* afecta la conjuntiva de corderos y cabras.

## Conclusión

**E**n función de lo documentado, podemos reflexionar sobre la importancia que reviste, desde el punto de vista sanitario, el orden de los dípteros. Estos insectos no han gozado de mucho interés por parte de los entomólogos (gracias a sus costumbres), sin embargo, son conocidos sus efectos sobre la salud, ya que muchos son importantes vectores de enfermedades, comportándose como vectores mecánicos y vectores biológicos de enfermedades.

A pesar de todo el panorama oscuro que pueda asomarse cuando hablamos de dípteros, también tenemos que recordar que muchas especies de este orden juegan un papel primordial en muchos ecosistemas; así, hay los que ejecutan importantes papeles como fitófagos de numerosas especies vegetales, fungívoros de un variado abanico de hongos; muchos son descomponedores (de materia orgánica, tanto de origen animal como vegetal), saprófagos, coprófagos, necrófagos, xilófagos, polinizadores de flores, depredadores de otros muchos grupos de insectos. Forman parte imprescindible, como víctimas, de las cadenas tróficas de innumerables organismos, como parásitos, parasitoides o comensales de numerosas especies, entre otros.

Visto desde este ángulo podemos cerrar expresando que este grupo de insectos tiene marcada importancia en salud pública, por ende, siempre se recomienda el control (desde un punto de vista ecológico) de sus poblaciones. No obstante, debemos siempre tener presente que todos estos artrópodos tienen un papel fundamental en cualquier ecosistema específico (inclusive en ambientes urbanos).

## Referencias Bibliográficas

Bueno-Marí, R. Moreno-Marí, J. Oltrá-Moscardó, M. Jiménez-Peydró, R. (2009). Artrópodos con Interés Vectorial en la Salud Pública en España. Rev Esp Salud Pública. Vol. 83, N° 2.

Carles, M. Andersen, H. (2015). Clase Insecta:

Orden Diptera. Revista IDEA (Ibero Diversidad Entomológica). N° 63. ISSN 2386-7183. Barcelona, España.

Chirinos, A. (1998). Parasitología y zoología médica. Editorial de la Universidad del Zulia (EdiLUZ). ISBN: 980-232-698-4. Maracaibo, Venezuela.

Fernández-Rubio, F. (1999). Artrópodos y Salud Humana. Fondo de Publicaciones del Gobierno de Navarra, Departamento de Salud. España.

Fernández-Rubio, F. (1997). Artrópodos y salud. Bol. S. E. A. Los Artrópodos y el Hombre. N° 20: 167-91.

Pascal, E. (2019). Modelo ecoeducativo-agroecológico para la inducción del manejo de insectos plaga en una comunidad agrícola. Tesis de grado doctoral. Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt (UNERMB). Programa Postgrado. Maracaibo, Venezuela.

Pascal, E. (2017). Insectos acuáticos como indicadores de calidad de aguas. Editorial Académica Española. ISBN: 978-3-659-65850-1. ICS Morebooks Marketing SRL. Saarbrücken, Alemania.

Pascal, E. (2016). No todos los insectos son "Plagas". Ponencia realizada en el programa "La Ciencia en el Cine de Ficción". Centro de Investigación de la Información (CIC) Universidad Católica Andrés Bello (UCAB). Caracas, Venezuela. Disponible en: <https://ficcionycienciaucab.wordpress.com/2016/05/01/no-todos-los-insectos-son-plagas/>

Pascal, E. Fernández, F. Pérez, M. (2013). Zoonosis Emergentes en el Municipio Cabimas. III Jornadas Científicas del Departamento de Ciencias Naturales. Universidad Nacional Experimental "Rafael María Baralt" (UNERMB). Cabimas, Venezuela.

Peribañez, M. Gracia, M. Ferrer, M. (1997). Entomología veterinaria. Bol. S. E. A. Los Artrópodos y el Hombre. N° 20: 227-235.

Schaper, S. Hernández, F. Soto, L. (1998). La

lucha contra el dengue: control biológico de larvas de *Aedes aegypti* empleando *Mesocyclops thermocyclopoïdes* (crustácea). Revista Costarricense de Ciencias Médicas. ISSN 0253-2948. Vol. 19, N° 1 y 2.

Organización Mundial de la Salud-OMS (2020). Lucha contra el dengue, Control biológico. Texto en línea. Disponible en:

[https://www.who.int/denguecontrol/control\\_strategies/biological\\_control/es/](https://www.who.int/denguecontrol/control_strategies/biological_control/es/)

Vázquez, J. Rodríguez, M. Zamora, G. Piedra, L. Ruiz, A. Valdez, L. Bisset, J. (2020). Dinámica de aparición de criaderos de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en la provincia de La Habana, 2013-2017. Revista Cubana de Medicina Tropical. Vol. 72, N° 1. ISSN: 1561-3054.



*Muscina stabulans*. FOTO:AfroBrazilian. Wikimedia.

# Cifoftalmos: opiliones con aspecto de ácaro

Izaskun Merino



Juvenil de *Paramiopsalis ramulosus*, procedente del parque nacional Peneda-Gerês (Braga, Portugal). FOTO: G. Giribet



Ejemplares de *Paramiopsis ramulosus*, procedentes del parque nacional Peneda-Gerês (Braga, Portugal).

Foto cedida por G. Giribet (material en Giribet et al., 2017).

## Presentación

**E**l siguiente artículo pretende divulgar la existencia y peculiaridades de un grupo de opíliones: los Cyphophthalmi (cifoftalmos), que para muchos son totalmente desconocidos ya que son muy difíciles de localizar y poco frecuentes, de aspecto muy diferente al resto de opíliones e interesantes bajo muchos puntos de vista,

## Introducción

**E**l suborden Cyphophthalmi es el más pequeño del orden Opiliones, con unas 200 especies y subespecies descritas, aproximadamente. Comprende un linaje de arácnidos que contiene ejemplares de muy pequeño tamaño, de apenas unos milímetros de largo (los adultos miden entre 2 y 5 mm de longitud), con distribución mundial y muy poca capacidad de dispersión (Popkin-Hall & Boyer, 2014; Boyer et al., 2015). Son considerados los más primitivos, combinando caracteres primarios

con otros más evolucionados, propios de los demás grupos de opíliones, y están tan conservados morfológicamente que las identificaciones a nivel de especie a menudo requieren microscopía electrónica de barrido (Boyer et al., 2015).

Tienen un cuerpo muy esclerotizado (con los ocho tergitos de los segmentos opistosómicos fusionados en una sola placa, pero aún visible la segmentación primitiva), ovalado y de color anaranjado, aunque hay excepciones y los juveniles suelen estar despigmentados. Se diferencian de los otros tres subórdenes de opíliones en la posición de las glándulas repugnatorias, que se encuentran en la punta de una estructura en forma de cono llamada ozóforo y en su aspecto de ácaro, con las patas de longitud similar al cuerpo, por eso son comúnmente conocidos como mite-like harvestmen (opíliones con aspecto de ácaro) (Rambla, 1975; Benavides & Giribet, 2007, 2013). Los cifoftalmos habitan en el suelo y entre la hojarasca de bosques templados y tropicales de todo el mundo, y ocasionalmente en cuevas

(Juberthie, 1988; Rambla & Juberthie, 1994; Schwendinger & Giribet, 2005; Benavides & Giribet, 2007; Giribet et al., 2012; Popkin-Hall & Boyer, 2014).

Este grupo resulta muy interesante en estudios filogenéticos y biogeográficos atrayendo recientemente la atención de los expertos, ya que poseen una escasa capacidad de dispersión, por lo cual abundan las especies endémicas, evolucionaron muy pronto en la historia de los animales terrestres y se localizan en todos los principales fragmentos continentales excepto en la Antártida (Juberthie, 1988; Boyer et al., 2005; Benavides & Giribet, 2007).

## Taxonomía

**C**yphophthalmi es el suborden más pequeño de los cuatro en que se divide el orden Opiliones, siendo el grupo hermano de los otros tres (Laniatores, Dyspnoi y Eupnoi [Phalangida]), y Laniatores el grupo hermano de los dos últimos (Dyspnoi y Eupnoi [Palpatores]) (Merino & Prieto, 2015).

El suborden Laniatores, abundante en las regiones tropicales y subtropicales, está formado por 4200 especies pertenecientes a 30 familias; en la Península tan solo están representadas tres familias: Travuniidae, Phalangodidae y Pyramidopidae, con una especie cavernícola en Canarias. El suborden Eupnoi, de distribución global, consta de 1820 especies repartidas en seis familias, de las cuales tan solo dos están bien representadas en Europa y en la península ibérica (Phalangiidae y Sclerosomatidae). El suborden Dyspnoi, con distribución holártica, está formado por 355 especies pertenecientes a ocho familias, de las cuales cinco están representadas en Europa y en la Península (Ischyropsalididae, Sabaconidae, Dicranolasmatidae, Nemastomatidae y Trogulidae). Por último, el suborden Cyphophthalmi, con distribución gondwanense, comprende actualmente tres infraórdenes y seis familias reconocidas, y, aproximadamente, unas 200 especies y subespecies de las que solo la familia Sironidae está representada en la Península con cuatro de los siete géneros

actuales (Merino & Prieto, 2015). El infraorden Scopulophthalmi incluye a la familia Pettalidae; Sternophthalmi incluye a las familias Troglosironidae, Neogoveidae y Ogoveidae; y Boreophthalmi que incluye Sironidae y Stylocellidae.

El conocimiento de este suborden ha progresado significativamente desde la publicación del catálogo más reciente que incluía 113 especies descritas repartidas en 26 géneros (Giribet, 2000). Debido a los nuevos estudios, decenas de nuevas especies de cíoftafmos esperan a ser descritas (Boyer et al., 2015), de manera que las familias de Cyphophthalmi no pueden considerarse estables, en términos de diagnósticos morfológicos (Karaman, 2013).

Cada una de las seis familias posee una distribución geográfica bien caracterizada. La familia Sironidae está solo en Laurasia, en zonas templadas del hemisferio norte (Giribet, 2000; Giribet & Kury, 2007). Se encuentran en el oeste y en el este de Norteamérica, Japón, centro y sur de Europa y en el Cáucaso. Es una familia que incluye siete géneros y 57 especies (Giribet et al., 2017). Las otras cinco familias tienen un origen gondwánico. La familia Pettalidae sigue una típica distribución gondwánica de clima templado, con especies representadas en Chile, Sudáfrica, Madagascar, Sri Lanka, Australia y Nueva Zelanda. Comprende 12 géneros y unas 69 especies aproximadamente (Boyer & Giribet, 2003; Popkin-Hall & Boyer, 2014; Boyer et al., 2015). La familia monogenérica Troglosironidae es endémica de Nueva Caledonia con 13 especies descritas en un único género, *Troglosiro* (Sharma & Giribet, 2005, 2009). La familia Ogoveidae es endémica de la zona ecuatorial del oeste de África. Comprende tres especies en un único género, *Ogovea* (Giribet & Prieto, 2003). Neogoveidae ocurre en regiones tropicales tanto en América del Sur como en África Occidental, con la excepción del género *Metasiro*, que se encuentra en el sureste de los Estados Unidos (Benavides & Giribet, 2013). Esta formada por 25 especies distribuidas en ocho géneros aproximadamente. Por último, la familia Stylocellidae se encuentra ampliamente distribuida en la zona tropical del sudeste asiático (Giribet, 2000). Esta familia comprende seis

géneros y 35 especies descritas (Clouse & Schwendinger, 2012).

## Caracteres morfológicos

Los cifoftalmos presentan caracteres considerados como los más primitivos, como ausencia de opérculo genital, tarsos unisegmentados, órgano de secreción glandular en el extremo de los tarsos del IV par de patas, visible segmentación del opistosoma, etc. Sin embargo, otros caracteres muestran la evolución propia de los demás opiliones, tales como la condensación céfálica del sistema nervioso; y aun otros parecen más evolucionados que el resto, como son los ozóforos, un par de estructuras sinapomorfas en forma de tubérculos cónicos situados en la parte anterior del cuerpo, a los lados del escudo prosómico, en cuyos extremos se abren las glándulas repugnatorias, de las cuales emana un olor repulsivo que utilizan como método de defensa (Fig. 1) (Rambla, 1975; Shultz & Pinto-da-Rocha, 2007). Los pedipalpos de los cifoftalmos son táctiles, delgados y terminados por una uña sencilla (Fig. 1) (Rambla, 1975; Shultz & Pinto-da-Rocha, 2007).

Otra característica morfológica peculiar de este grupo es que son organismos completamente ciegos que utilizan el olfato para encontrar pareja y comida. Existen unas pocas excepciones de la subfamilia Stylocellinae con un par de ojos dorsales grandes y bien separados, elevados en tubérculos cortos en los bordes laterales del prosoma (Rambla, 1975; Shultz & Pinto-da-Rocha, 2007).

El opistosoma de los opiliones está formado por 10 segmentos o escleritos, cada uno con un tergito y un esternito anatómicamente independientes, aunque no son todos ellos claramente visibles, ya que algunos pueden fusionarse, reducirse o desaparecer. En los cifoftalmos los tergitos están unidos dorsalmente formando un escudo, pero existen surcos transversales bien marcados que muestran los límites de los mismos. En el escudo dorsal se diferencian los ocho primeros tergitos (I-VIII), el borde posterior del opistosoma corresponde al tergito VIII, los dos restantes, IX y X, se sitúan en la cara ventral (Fig. 1). En la mayoría de opiliones el tergito IX ha desaparecido, en cifoftalmos aparece de forma vestigial, en forma de dos diminutas plaquitas,

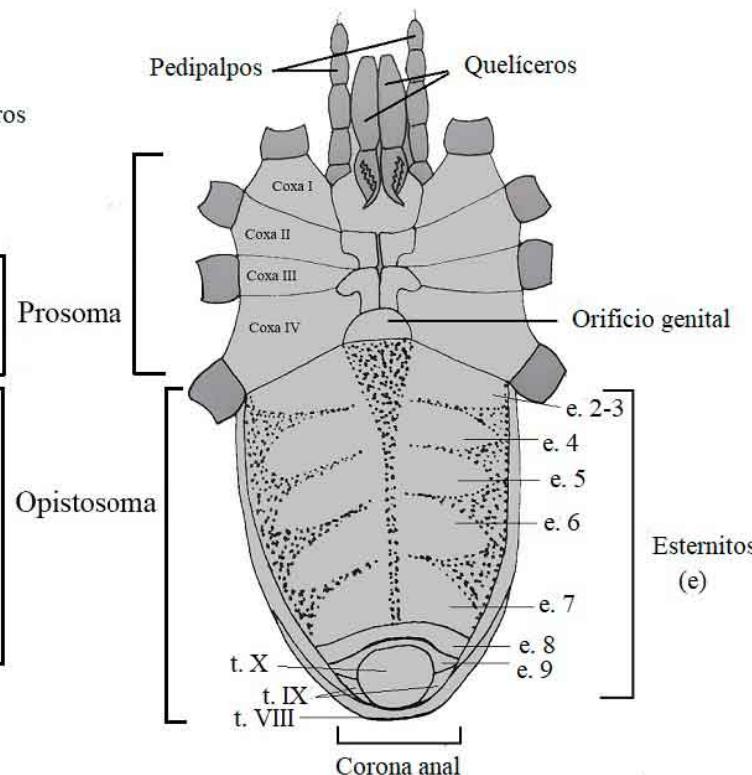
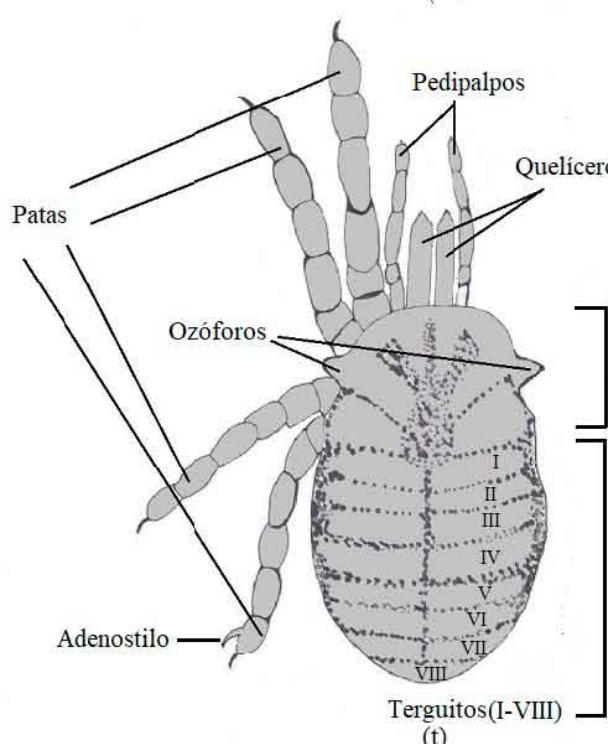


Figura 1: vista dorsal (a) y ventral (b) del cuerpo de un cifoftalmo, tipo *Parasiro coiffaiti* (Juberthie, 1956). t (tergito), e (esternito).

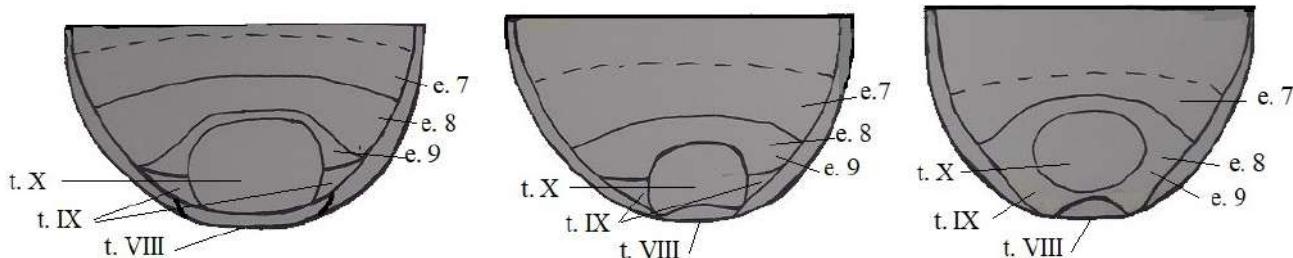


Figura 2: a) Corona anal de *Parasiro coiffaiti*. b) Corona anal de *Paramiopsalis ramulosus*. c) Corona anal de *Odontosiro lusitanicus*. \*t (tergito), e (esternito).

situadas a los lados del ano, formando junto con el tergito X (u opérculo anal) y los esternitos 8 y 9 la corona anal. Asimismo, hay variaciones en la estructura, ya que en *Odontosiro* el tergito IX está fusionado a los esternitos 8 y 9, formando una corona anal completa; en *Parasiro* los esternitos 8 y 9 y el tergito IX son todos independientes, y, en *Paramiopsalis* e *Iberosiro* los esternitos 8 y 9 están fusionados, mientras que el tergito IX es independiente (Fig. 2) (Juberthie, 1956; Rambla, 1975; Shultz & Pinto-da-Rocha, 2007).

En la parte ventral el primer esternito es rudimentario; el 2 y el 3 están fusionados; del 4 al 7 son independientes, y el 8 y 9 están fusionados (independientes en *Parasiro*) y forman parte de la corona anal junto con los tergitos IX y X (Fig. 1)(Rambla, 1975; Shultz & Pinto-da-Rocha, 2007).

Los cuatro pares de patas marchadoras o locomotoras son cortas, con una longitud similar al cuerpo, terminan en una garra simple y lisa, y el primer par es siempre el más largo y no el segundo como en el resto de los opiliones; el primer par de coxas es libre y los otros tres están soldados (en *Paramiopsalis* e *Iberosiro*, la coxa II

está fusionada con la coxa III). Los tarsos de las patas son unisegmentados, salvo unas pocas excepciones en que el tarso del IV par de patas consta de dos artejos. En estos tarsos bisegmentados la apófisis de la glándula tarsal (adenostilo) queda siempre situada en el artejo basal (Rambla, 1975).

El órgano copulador de los machos es corto, ancho, membranoso y sin dividir, bien diferente al órgano análogo del resto de subórdenes en los cuales es largo, delgado y fuertemente quitinizado. Debido a que es demasiado corto para actuar como un órgano intromitente, no se le puede denominar pene, y por eso, van der Hammen (1985) introdujo el término espermatopositor para referirse a dicho órgano. El ovopositor de las hembras es un largo tubo segmentado, cuyo segmento apical está hendido longitudinalmente formando dos lóbulos (Rambla, 1975; Machado & Macías-Ordoñez, 2007). Presentan dimorfismo sexual, siendo la característica más llamativa en los machos la presencia del adenostilo (dos en el caso de *Iberosiro*) (Fig. 3), una apófisis en el tarso IV situada junto al orificio de la glándula tarsal que puede ser lameliforme (*P. eduardoi* y el resto), plumoso (*Paramiopsalis ramulosus*), o con flecos

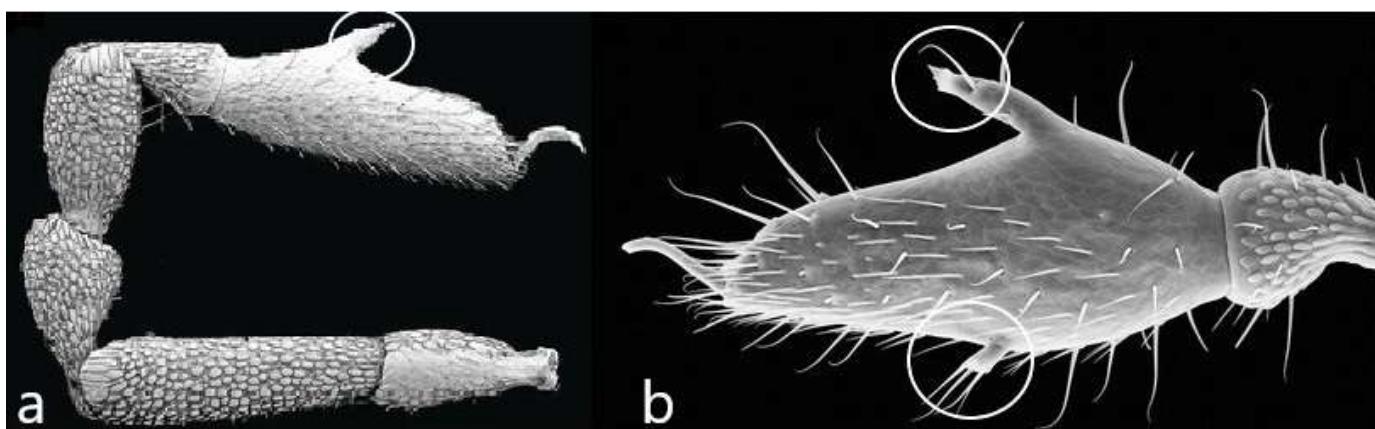


Figura 3: a) Pata IV de *Paramiopsalis anadonae*, con un único adenostilo (Giribet et al., 2017).  
b) Pata IV de *Iberosiro rosae*, con dos adenostilos (Giribet et al., 2017).

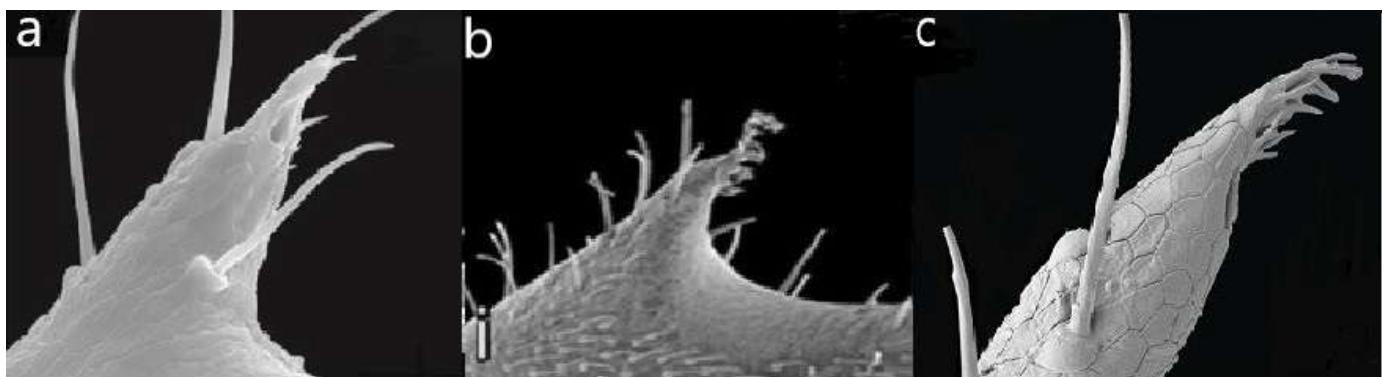


Figura 4: a) Adenostilo lameliforme de un macho de *Paramiopsalis eduardoi* (Murienne & Giribet, 2009).  
b) Adenostilo plumoso de un macho de *Paramiopsalis ramulosus* (de Bivort & Giribet, 2004).  
c) Adenostilo con flecos de un macho de *Paramiopsalis anadonae* (Giribet et al., 2017).

(*P. ramblae* y *P. anadonae*) (Fig. 4) (Murienne & Giribet, 2009; Giribet et al., 2017).

## Hábitat

Los cífoftalmos completan todo su ciclo de vida en el suelo, no migran a estratos superiores de la vegetación. Viven entre la hojarasca, el humus y la columna del suelo y, ocasionalmente se les puede encontrar en cuevas (Juberthie, 1988; Rambla & Juberthie, 1994; Schwendinger & Giribet, 2005; Benavides & Giribet, 2007; Giribet et al., 2012; Popkin-Hall & Boyer, 2014). Pueden experimentar migraciones verticales, respondiendo a cambios de humedad y temperatura en el hábitat. Por ejemplo, el cífoftalmo africano (Sierra Leona) *Ogovea grossa* (Hansen & Sørensen, 1904) muestra una migración vertical estacional debido a los cambios ocurridos en el suelo durante la estación seca y la húmeda (Pabs-Garnon, 1977). Prefieren los suelos de zonas húmedas, preferiblemente zonas boscosas, aunque en el concejo de Illano (Asturias) se localizaron varios ejemplares debajo de piedras en un prado, donde probablemente existe un microhabitat que permite el desarrollo de estos opiliones (Rosa García et al., 2010; Giribet et al., 2017).

*Iberosiro distylos* (Bivort & Giribet, 2004) es el único cífoftalmo ibérico descrito de una pequeña cueva de la sierra de Montejunto (Estremadura, Portugal), aunque se trata de una forma epígea encontrada en la zona de entrada ya que no existen especies troglobias entre los cífoftalmos ibéricos (Sendra et al., 2011).

## Ciclo de vida

La fecundación es interna, como en el resto de los grupos, pero la transferencia de los espermatozoides ocurre de forma indirecta a través de espermatóforos. Como se indicó anteriormente, el órgano copulador de los machos de cífoftalmos no es intromitente como en el resto de opiliones, sino una estructura que deposita espermatóforos denominada espermatópositor (Van der Hammen, 1985). La fertilización por espermatóforos puede implicar que no sea necesario el contacto entre machos y hembras para reproducirse. Las especies de cífoftalmos desarrollan diferentes comportamientos de cópula que van desde aquellas especies que abandonan el espermatóforo para que lo encuentre la hembra, hasta especies que presentan una conducta similar a lo que harían el resto de opiliones (Machado & Macías-Ordoñez, 2007). Un ejemplo de este último caso sería el comportamiento de la especie cavernícola *Fangensis leclerci* (Stylocellidae), en el que el macho se cuelga de la parte inferior de la hembra, abrazando su cuerpo fuertemente con las patas, de manera que quedan enfrentados en direcciones opuestas y la transferencia de esperma ocurre de manera directa, lo cual aumenta la posibilidad de éxito en la fecundación (Schwendinger & Giribet, 2005). El ovipositor de las hembras, en muchas especies, lleva un par de órganos sensoriales en la punta que pueden ayudar a localizar los espermatóforos depositados por los machos. Las hembras poseen unos órganos denominados receptáculos seminales donde pueden almacenar esperma viable hasta al menos un año. De esta manera, las hembras ejercen un

control sobre el esperma y probablemente fertilizan los huevos justo antes de la deposición, en el ápice del ovipositor (Machado & Macías-Ordoñez, 2007). En algunos casos se observa un cortejo, como en el género *Fangensis*, donde los machos dan golpecitos en la región anal de las hembras (Schwendinger & Giribet, 2005).

Los grupos filogenéticamente antiguos como los cifofalmos son bastante longevos, pudiendo vivir entre seis o nueve años. Presentan actividad reproductora durante todo el año, con nacimientos de forma continua y solapamiento de generaciones, aunque dependiendo de las especies y de los factores ambientales existen fluctuaciones mensuales en el tamaño de la población con períodos o picos de mayor densidad. Las hembras depositan los huevos de los que eclosionan las ninfas, después le siguen varios estadios ninfales o posembriónarios que se parecen al adulto pero se diferencian en tamaño y color, hasta que llegan a adultos (Curtis & Machado, 2007). Por ejemplo, en el cifoftalmo africano *O. grossa* se dan tres estadios posembriónarios: protoninfa, deutoninfa y tritoninfa (Pabs-Garnon, 1977).

## Técnicas de muestreo e identificación

La determinación de las especies es bastante difícil, no se pueden determinar en el campo ya que a simple vista pueden parecer todas iguales y confundirse con ácaros. A menudo se requiere microscopía electrónica de barrido para llegar a identificarlos a nivel de especie (Boyer et al., 2015), puesto que se distinguen por proporciones corporales sutiles y diferencias genitales, incluso cuando son especies estrechamente relacionadas (Giribet, 2000; Giribet et al., 2012). Además, generalmente solo se pueden determinar por las características de los machos; las hembras carecen de caracteres diagnósticos específicos, a excepción del género *Fangensis* cuyo ovipositor posee una morfología diferente para cada especie (Schwendinger & Giribet, 2005; Clouse & Schwendinger, 2012; Popkin-Hall & Boyer, 2014).

Los cifofalmos son poco comunes y difíciles de

localizar debido a su pequeño tamaño, al hábitat, al aspecto críptico, a su peculiar distribución, etc., pero también es debido al bajo esfuerzo invertido en recolectar y procesar muestras de suelo, que es donde se encuentran estos animales (Giribet, 2000). Incluso en áreas muy muestreadas siguen apareciendo nuevas especies de opiliones cuando se intensifica el muestreo con técnicas adecuadas para ciertas especies y expertos. En Nueva Caledonia la densidad de especies nuevas en un área muy pequeña sugiere la significativa diversidad de cifofalmos en la zona, y hace presuponer que haya muchas más en los territorios cercanos que por falta de muestreos no se han encontrado aún (Benavides & Giribet, 2007; Sharma & Giribet, 2009).

Los métodos de captura para cifofalmos son métodos que requieren tiempo y experiencia. Las trampas pitfall son la técnica de captura pasiva más frecuentemente empleada para el muestreo de artrópodos epígeos por una serie de cualidades (Rambla, 1985; Merino-Sáinz & Anadón, 2013); sin embargo, estas trampas tienen sesgos que se deben tener en cuenta y uno de ellos es que no es apropiado para cifofalmos, aunque pueden caer, como en Illano (Asturias) (Rosa García et al., 2010). Uno de los métodos de captura más eficaces consiste en tamizar la hojarasca sobre una bandeja y observar detenidamente durante un tiempo, ya que les cuesta empezar a moverse y los juveniles que aún están despigmentados son más difíciles de localizar (Popkin-Hall & Boyer, 2014; Boyer et al., 2015; Giribet et al., 2017). Otro es la técnica de extracción del embudo de Berlesse para analizar muestras de suelo, ya que al tamizar la hojarasca se suelen coger solo adultos y estadios grandes de ninfas y el resto pueden quedar inframuestreados (Pabs-Garnon, 1977; Popkin-Hall & Boyer, 2014). También se pueden recolectar con muestreo directo levantando piedras o troncos, en lugares donde ya se han citado o en hábitats adecuados.

## Distribución y peculiaridades

Hasta ahora los cifofalmos han sido pobres estudiados, pero recientemente han recibido una amplia atención

desde el punto de vista filogenético y biogeográfico, ya que son considerados excelentes modelos de vicarianza biogeográfica por sus peculiaridades (Boyer et al., 2007; Giribet et al., 2012, 2017). Como consecuencia, se ha aumentado el esfuerzo de muestreo, obteniendo nuevas colecciones o revisando antiguas, generando numerosos trabajos taxonómicos y contribuyendo a expandir los rangos de distribución de muchas especies (Benavides & Giribet, 2007; Giribet et al., 2017; Clouse & Schwendinger, 2012; Popkin-Hall & Boyer, 2014).

Los cifoftalmos son un grupo muy antiguo, ya que su supuesto grupo hermano es conocido del Devónico y, de acuerdo a recientes análisis moleculares realizados, se diversificaron hace aproximadamente 330 millones de años, a mediados del Paleozoico (Dunlop et al., 2003; Giribet et al., 2012; Sharma & Giribet, 2014).

Las especies de este grupo tienen una excelente persistencia, ya que muchas requieren tan solo parches muy pequeños de hábitat adecuado y tienen la capacidad de permanecer en ellos a lo largo de milenios (Clouse & Giribet 2007, 2010; Boyer et al., 2015). Debido a eso, la mayoría de las especies poseen rangos de distribución muy estrechos, conociéndose solo de un puñado de localidades dentro de un radio de unos pocos kilómetros (Boyer & Giribet, 2009). Esta baja capacidad de dispersión se refleja en el alto grado de endemidad que presentan; sobre el 60 % de las especies se conocen solo de la localidad tipo, aunque puede deberse, como ya se mencionó, al bajo esfuerzo invertido en la recolección y procesamiento de muestras de suelo y a la dificultad para encontrar a estos habitantes crípticos de la hojarasca (Giribet, 2000).

Otra fascinante peculiaridad es la capacidad para experimentar radiaciones explosivas, como los Pettalidae de Nueva Zelanda, que representan el 60 % de la diversidad total de la familia y el 25 % de la diversidad total mundial del suborden (Boyer & Giribet, 2003).

A pesar de sus limitadas habilidades de

dispersión, los cifoftalmos se localizan en todos los fragmentos continentales principales, con excepción de la Antártida, donde se supone que se han extinguido en territorios antiguos que estuvieron en contacto cuando los continentes estaban unidos (Giribet & Kury, 2007), lo cual puede ser explicado por la gran edad del grupo (Dunlop et al., 2003; Sharma & Giribet, 2014). Sin embargo, a diferencia de otros grupos cercanos que pueden moverse libremente, estos arácnidos son incapaces de dispersarse a través de las barreras oceánicas ya que no se conocen de ninguna isla oceánica (Giribet, 2000), aunque puede haber posibles excepciones (Clouse & Giribet, 2007; Sharma & Giribet, 2009).

La antigua edad del suborden en comparación con los grupos de vertebrados, el potencial de persistir en pequeños parches de hábitat durante milenios, junto con su baja tasa de dispersión y su peculiar distribución biogeográfica fragmentada, hacen que este grupo sea un excelente ejemplo para estudiar aspectos de la biodiversidad, endemidad, biogeografía e historia evolutiva, jugando un papel importante en la prueba de hipótesis de movimientos históricos de las masas de tierra (Giribet et al.. 2012; Boyer et al., 2005, 2007; Clouse & Giribet, 2007, 2010; Boyer & Giribet, 2007, 2009).

## La península ibérica

La península ibérica constituye una masa continental que ha sido aislada de otros terrenos durante un largo período de la historia, mostrando una mayor diversidad genérica y una elevada disparidad morfológica de cifoftalmos que cualquier otra superficie de tamaño equivalente hasta la fecha. Alberga a unas pocas especies de una única familia (Sironidae), sin embargo, pertenecen a cuatro de los ocho géneros actuales de la familia (de Bivort & Giribet, 2004; Murienne & Giribet, 2009), con ocho especies endémicas (tres de las cuales han sido recientemente descritas en Asturias) que siguen una distribución bimodal: con Parasiro en los Pirineos más orientales y las cordilleras costeras de Cataluña, y el resto en el noroeste (norte de Portugal, Galicia, León y Asturias). Curiosamente, ya que uno de los requisitos de los cifoftalmos es la edad de la masa de tierra



Ejemplar de *Paramiopsalis ramulosus*, procedente del parque nacional Peneda-Gerês (Braga, Portugal).

Foto cedida por G. Giribet (material en Giribet et al., 2017).

donde habitan, debido a su escasa capacidad de dispersión (Boyer et al., 2007), las rocas del macizo ibérico de Galicia y del norte de Portugal son paleozoicas (y precámblicas), y las rocas de los Pirineos orientales y los catalanes, paleozoicas (Gibbons & Moreno, 2002).

Todas las aportaciones previas sobre los cifoftalmos ibéricos se derivan de los trabajos de dos de los más prominentes opilionólogos europeos: el francés Christian Juberthie y la española María Rambla. Las tres especies conocidas de la Península hasta 2004 fueron descritas por Juberthie y situadas en tres géneros distintos, siendo los dos últimos monotípicos: *Parasiro coiffaiti* (Juberthie, 1956), *Odontosiro lusitanicus* (Juberthie, 1961) y *Paramiopsalis ramulosus* (Juberthie, 1962). Antiguas citas sostenían la presencia de *Cyphophthalmus duricorius* (Joseph, 1868) (como *Siro duricorius*) como resultado de un error perpetuado en la literatura, el cual fue corregido posteriormente por Rambla (Rambla &

Fontarnau, 1984). Las adiciones a esta fauna son muy posteriores y muy importantes, ya que corrigen la monofilia de dos de los géneros (*Paramiopsalis* e *Iberosiro*). Actualmente tan solo *Odontosiro* permanece como monotípico.

## Superfamilia Sironoidea

### Familia Sironidae

Género *Parasiro*:

- *Parasiro coiffaiti* (Juberthie, 1956)

Género *Iberosiro*:

- *Iberosiro distylos* (De Bivort & Giribet, 2004)
- *Iberosiro rosae* (Giribet, Merino-Sáinz & Benavides, 2017)

Género *Odontosiro*:

- *Odontosiro lusitanicus* (Juberthie, 1962)

Género *Paramiopsalis*:

- *Paramiopsalis eduardoi* (Murienne & Giribet,

2009)

- *Paramiopsisalis ramulosus* (Juberthie, 1962)
- *Paramiopsisalis anadonae* (Giribet, Merino-Sáinz & Benavides, 2017)
- *Paramiopsisalis ramblae* (Benavides & Giribet, 2017)

*Parasiro coiffaiti* (Juberthie, 1956) es un endemismo del noreste de la península ibérica y sureste de Francia (Pirineos orientales). Se conoce de varias localidades de Gerona, Barcelona y de los Pirineos orientales de Francia (Juberthie, 1961; Rambla & Fontarnau, 1984; Giribet, 2000; Murienne & Giribet, 2009). Existen solo otras dos especies del mismo género: *P. corsicus* (Simon, 1872) conocida solo de Córcega y *P. minor* (Juberthie, 1958) conocida de Córcega, Cerdeña y Bolonia (Giribet, 2000).

*Iberosiro distylos* (Bivort & Giribet, 2004) procede de una cueva de la sierra de Montejunto (Estremadura, Portugal). Esta especie constituye la distribución más meridional de cifoftalmos ibéricos. Los únicos especímenes conocidos para esta especie son el holotipo. El género era monotípico hasta que varios ejemplares de un congénere *I. rosae* han sido recolectados en Illano (Asturias) (Giribet et al., 2017).

La especie *Odontosiro lusitanicus* es conocida de su localidad tipo en el norte de Portugal (Guimarães) (Juberthie, 1961) y del noroeste de España (Asturias, Galicia (Pontevedra, Lugo y Orense) y León) (Rambla & Fontarnau, 1984, 1986). *Odontosiro* (Juberthie, 1961) sigue siendo un género monotípico (Bivort & Giribet, 2004).

*Paramiopsisalis ramulosus* (Juberthie, 1962) fue también descrita originalmente del norte de Portugal (Pessegueiro, Aveiro); después su área de distribución se fue extendiendo al noroeste de la Península, con siete localidades en las provincias de A Coruña, Pontevedra, y León (Rambla & Fontarnau, 1984; de Bivort & Giribet, 2004). El género era monotípico hasta que mucho más tarde fueron descritas otras tres especies del mismo género: *P. eduardoi* (Murienne & Giribet, 2009) de Galicia (Fragas do Eume, A Coruña), *P. anadonae* y *P. ramblae* de Asturias (Giribet et al., 2017).

Se supone que *Odontosiro* y *Paramiopsisalis* solapan su área de distribución. *O. lusitanicus* y *P. ramulosus* han sido a menudo recolectados juntos (Moscoso (Pontevedra) y Vega de Valcarde [León]), aunque parece que el último es más abundante. En varias campañas de muestreo por las localidades citadas en la literatura para *Odontosiro* y *Paramiopsisalis* (Asturias, Galicia y norte de Portugal) se localizaron las nuevas especies de *Paramiopsisalis* y, también, nuevo material de *P. ramosus* en Braga, en el norte de Portugal (de Bivort & Giribet, 2004; Murienne & Giribet, 2009; Giribet et al., 2017), pero ningún ejemplar de *Odontosiro*. De manera que permanece como el único género de Sironidae del cual ningún ejemplar ha sido examinado, dado que no se ha encontrado material nuevo y tampoco se han podido localizar los individuos en la colección de Rambla (Murienne & Giribet, 2009). De *P. ramosus* tampoco se localizó el tipo, todas las ilustraciones son de los especímenes de Moscoso (Pontevedra) (Rambla & Fontarnau, 1984; de Bivort & Giribet, 2004).

## Glosario

**Adenostilo:** apófisis en el tarso de las patas IV que sale junto al orificio de la glándula tarsal, en los machos de cifoftalmos.

**Coronal anal:** conjunto de los últimos tergítos y esternitos que rodean el ano.

**Coxas:** artejo basal de un apéndice. Su movilidad condiciona la de todo el apéndice.

**Escudo prosómico:** caparazón continuo presente en la mayoría de los quelicerados consecuencia de la fusión de los segmentos del prosoma, uno de los tagmas en que se divide el cuerpo de los quelicerados.

**Esternito:** esclerito metamérico de posición ventral. Cada uno de los esternitos se encuentra delimitado por suturas, surcos o articulaciones.

**Espermatóforo:** estructura formada por el macho que contiene y protege a los espermatozoides. Puede ser depositada en el suelo o transferida a la hembra durante el cortejo.

**Espermatopositor:** nombre acuñado por van der Hammen (1985) para denominar al órgano copulador masculino de Cyphophthalmi.

**Glándula repugnatoria:** estructura glandular

situada en los ángulos anterolaterales del prosoma, que emite una secreción maloliente para ahuyentar a posibles depredadores.

**Órgano intromitente:** término general que se emplea para un órgano externo de un organismo masculino que se especializa en liberar esperma durante la cópula.

**Opérculo genital:** placa de obturación que protege el orificio genital.

**Opistosoma:** es uno de los tagmas en que se divide el cuerpo de los quelicerados (el otro es el prosoma).

**Ovipositor:** tubo membranoso y evaginable, dependiente de los segmentos genitales de las hembras que se utiliza para la puesta de los huevos.

**Ozóforos:** estructuras sinapomorfas en forma de tubérculos cónicos situados en la parte anterior del cuerpo, a los lados del escudo prosómico en cuyos extremos se abren las glándulas repugnatorias.

**Pata marchadora (o locomotora):** apéndice de carácter locomotor, formado por distintos artejos:

coxa, trocánter, fémur, patela, tibia, metatarso y tarso.

**Pedipalpos:** segundo par de apéndices situados en la parte delantera del prosoma, formados por seis artejos: coxa, trocánter, fémur, patela, tibia y tarso. En opiliones asumen funciones sensoriales, prensiles o raptoras, con diferente aspecto y desarrollo.

**Sinapomorfía:** un carácter que supone una novedad evolutiva, compartido por todos los individuos de un taxón, y que los diferencia de los otros taxones.

**Tarso:** último artejo de un apéndice locomotor.

**Terguito:** esclerito metamérico de posición dorsal. Cada uno de los terguitos se encuentra delimitado por suturas, surcos o articulaciones, y su ornamentación puede ser variada.

Glosario de aracnología. Grupo ibérico de aracnología. [sea-entomologia.org/gia/glos\\_a\\_es.htm](http://sea-entomologia.org/gia/glos_a_es.htm)



Ejemplar de *Parasiro coiffaiti*. Foto cedida por G. Giribet (material en Giribet et al., 2017).

## Bibliografía

- de Bivort, B. L. & G. Giribet 2004. A new genus of cyphophthalmid from the Iberian Peninsula with a phylogenetic analysis of the Sironidae (Arachnida: Opiliones: Cyphophthalmi) and a SEM database of external morphology. *Invertebrate Systematics*, 18: 7–52.
- Benavides, L. R. & G. Giribet 2007. An illustrated catalogue of the South American species of the cyphophthalmid family Neogoveidae (Arthropoda, Opiliones, Cyphophthalmi) with a report on 37 undescribed species. *Zootaxa*, 1509: 1–15.
- Benavides, L. R. & G. Giribet 2013. A revision of selected clades of Neotropical mite harvestmen (Arachnida, Opiliones, Cyphophthalmi, Neogoveidae) with the description of eight new species. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 161: 1–44.
- Boyer, S. L. & G. Giribet 2003. A new Rakaia species (Opiliones, Cyphophthalmi, Pettalidae) from Otago, New Zealand. *Zootaxa*, 133: 1–14.
- Boyer, S. L. & G. Giribet 2007. A new model Gondwanan taxon: systematics and biogeography of the harvestman family Pettalidae (Arachnida, Opiliones, Cyphophthalmi), with a taxonomic revision of genera from Australia and New Zealand. *Cladistics*, 23: 337–361.
- Boyer, S. L. & G. Giribet 2009. Welcome back New Zealand: Regional biogeography and Gondwanan origin of three endemic genera of mite harvestmen (Arachnida, Opiliones, Cyphophthalmi). *Journal of Biogeography*, 36: 1084–1099.
- Boyer, S. L., I. Karaman & G. Giribet 2005. The genus *Cyphophthalmus* (Arachnida, Opiliones, Cyphophthalmi) in Europe: a phylogenetic approach to Balkan Peninsula biogeography. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 36: 554–567.
- Boyer, S. L., R. M. Clouse, L. R. Benavides, P. Sharma, P. J. Schwendinger, I. Karunarathna & G. Giribet 2007. Biogeography of the world: a case study from cyphophthalmid Opiliones, a globally distributed group of arachnids. *Journal of Biogeography*, 34: 2070–2085.
- Boyer, S. L., C. Baker & Z. Popkin-Hall 2015. Phylogeny and biogeography of the mite harvestmen (Arachnida: Opiliones: Cyphophthalmi) of Queensland, Australia, with a description of six new species from the rainforest of the Wet Tropics. *Invertebrate Systematics*, 29 (1): 37–70.
- Clouse, R. M. & G. Giribet 2007. Across Lydekker's Line – first report of mite harvestmen (Opiliones: Cyphophthalmi: Stylocellidae) from New Guinea. *Invertebrate Systematics*, 21: 207–227.
- Clouse, R. M. & G. Giribet 2010. When Thailand was an island—the phylogeny and biogeography of mite harvestmen (Opiliones, Cyphophthalmi, Stylocellidae) in Southeast Asia. *Journal of Biogeography*, 37: 1114–1130.
- Clouse, R. M. & P. S. Schwendinger 2012. *Leptopsalis foveolata* sp. n., a new species of Stylocellidae from Thailand that displays a novel morphological feature in the suborder Cyphophthalmi (Arachnida, Opiliones). *Revue suisse de Zoologie*, 119 (4): 529–546.
- Curtis, D. J. & G. Machado 2007. Ecology. In: Pinto-da-Rocha, Machado & Giribet (eds.), *Harvestmen: the biology of Opiliones* (Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts and London), pp 280–308.
- Dunlop, J. A., L. I. Anderson, H. Kerp & H. Hass 2003. Preserved organs of Devonian harvestmen. *Nature*, 425: 916.
- Giribet, G. 2000. Catalogue of the Cyphophthalmi of the world (Arachnida, opiliones). *Revista Ibérica de Aracnología*, 2: 49–76.
- Giribet, G. & C. Prieto 2003. A new Afrotropical Ogovea (Opiliones, Cyphophthalmi) from Cameroon, with a discussion on the taxonomic characters in the family Ogoveidae. *Zootaxa*, 329: 1–18.
- Giribet, G. & A. B. Kury 2007. Phylogeny and Biogeography. In: Pinto-da-Rocha, Machado & Giribet (eds.), *Harvestmen: the biology of Opiliones* (Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts and London), pp 62–87.
- Giribet, G., P. P. Sharma, L. Benavides, S. L. Boyer, R. M. Clouse, B. L. de Bivort, D. Dimitrov, G. Y. Kawauchi, J. Murienne & P. J. Schwendinger 2012. Evolutionary and biogeographic history of the harvestman suborder Cyphophthalmi (Arachnida, opiliones) - an ancient and global group of arachnids. *Biological*

- Journal of the Linnean Society*, 105: 92-130.
- Giribet, G., L. R. Benavides & I. Merino-Sáinz 2017. The systematics and biogeography of the mite harvestmen family Sironidae (Arachnida: Opiliones: Cyphophthalmi) with the description of five new species. *Invertebrate Systematics*, 31: 456-491.
- Gibbons, W. & T. Moreno (eds.) 2002. The geology of Spain. London: The Geological Society.
- Juberthie, C. 1956. Une nouvelle espèce d'opiliens Sironidae de France et d'Espagne: Parasiro coiffaiti n. sp. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 28: 394-400.
- Juberthie, C. 1961. Étude des Opiliions Cyphophthalmes (Arachnides) du Portugal: description d'*Odontosiro lusitanicus* g. n., sp. n. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 33: 512-519.
- Juberthie, C. 1962. Étude des Opiliions Cyphophthalmes du Portugal: description de *Paramiopsalis ramosus* gen. n., sp. n. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 34: 267-275.
- Juberthie, C. 1988. Un nouvel opilion cyphophthalmide aveugle d'Australie: *Austropurcellia* gen. nov., *scoparia* n.sp. *Mémoires de Biospéologie*, 15: 133-140.
- Karaman, I. 2013. *Tucanogovea schusteri* n. gen. n. sp., a new cyphophthalmid (Opiliones, Cyphophthalmi, Neogoveidae) from Amazonia. *Biologia Serbica*, 35 (1-2): 68-75.
- Machado, G. & R. Macías-Ordoñez 2007. Reproduction. In: Pinto-da-Rocha, Machado & Giribet (eds.), Harvestmen: the biology of Opiliones (Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts and London), pp 414-454.
- Merino Sáinz, I. & A. Anadón 2009. Primera cita del género *Paramiopsalis* Juberthie, 1962 (Arachnida: Opiliones, Sironidae) para Asturias (España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 45: 556-558.
- Merino-Sáinz, I. & A. Anadón 2009. La fauna de Opiliones (Arachnida) de Asturias y Cantabria (España): catálogos e importancia de las especies y de los endemismos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 23: 57-77.
- Merino, I. & C. Prieto 2015. Clase Arachnida. Orden Opiliones. *Revista IDE@ - SEA*, 17: 1-12.
- Murienne, J. & G. Giribet 2009. The Iberian Peninsula: ancient history of a hot spot of mite harvestmen (Arachnida: Opiliones: Cyphophthalmi: Sironidae) diversity. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 156: 785-800.
- Pabs-Garnon, E. B. 1977. The external morphology and life history of *Ogovea grossa* (Cyphophthalmi: Opiliones: Arachnida). Thesis for the Degree of Master of Science, in the University of Sierra Leone, 166 pp.
- Popkin-Hall, Z. R. & S. L. Boyer 2014. New species of mite harvestmen from southeast Queensland, Australia greatly extend the known distribution of the genus *Austropurcellia* (Arachnida, Opiliones, Cyphophthalmi). *Zootaxa*, 3827 (4): 517-541.
- Rambla, M. 1975. Los Opiliones (Arachnida) (2<sup>a</sup> parte). *Graellsia*, 30: 187-220.
- Rambla, M. 1985. Artropodos epígeos del macizo de San Juan de la Peña (Jaca, Huesca). IV. Opiliones. *Pirineos*, 124 (1): 87-168.
- Rambla, M. & C. Juberthie 1994. Opiliones. In: C. Juberthie & V. Decu (eds.), *Encyclopaedia Biospeologica*, I: 215-230.
- Rambla, M. & R. Fontarnau 1984. Les Opiliions Cyphophthalmes (Arachnida) de la faune iberique: I. Sur *Paramiopsalis ramosus* Juberthie, 1962. *Revue Arachnologique*, 5: 145-152.
- Rambla, M. & R. Fontarnau 1986. Les Opiliions Cyphophthalmes (Arachnida) de la faune ibérique: III. Sur *Odontosiro lusitanicus* Juberthie, 1961. *Mémoires de la Société Rayale belge d'Entomologie*, 33: 171-178.
- Rosa García, R., F. J. Ocharan, U. García, K. Osoro & R. Celaya 2010. Arthropod fauna on grassland-heathland associations under different grazing managements with domestic rumiants. *Comptes Rendus Biologies*, 333: 226-234.
- Sharma, P. & G. Giribet 2005. A new *Troglosiro* species (Opiliones, Cyphophthalmi, Troglosironidae) from New Caledonia. *Zootaxa*, 1053: 47-60.
- Sharma, P. & G. Giribet 2009. The family Troglosironidae (Opiliones: Cyphophthalmi) of New Caledonia. In: P. Grandcolas (ed.), *Zoologia Neocaledonica 7. Biodiversity Studies in New Caledonia. Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, 198: 205-245.
- Sharma, P. & G. Giribet 2014. A revised dated phylogeny of the arachnid order Opiliones.

*Frontiers in Genetics*, 5 (255): 1–13.

Schwendinger, P. J. & G. Giribet 2005.

The systematics of the south-east Asian genus Fangensis Rambla (Opiliones: Cyphophthalmi: Stylocellidae). *Invertebrate Systematics*, 19: 297–323.

Shultz, J. W. & R. Pinto-da-Rocha 2007.

Morphology and Functional anatomy. In: Pinto-da-Rocha, Machado & Giribet (eds.), Harvestmen: the biology of Opiliones (Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts and London), pp 14-61.

Sendra, A., A. Achurra, P. Barranco, E. Beruete, P. A. V. Borges, J. J. Herrero-Borgoñón, A. I. Camacho, C. Galán, L. I. García, D. Jaume, R. Jordana, J. Modesto, M. A. Monsalve, P. Oromi, V. M. Ortúñoz, C. Prieto, A. S. Reboleira, P. Rodríguez, J. M. Salgado, S. Teruel, A. Tinaut & J. A. Zaragoza 2011. Biodiversidad, regiones biogeográficas y conservación de la fauna subterránea Hispano-Lusa. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 49: 365-400.

Van der Hammen, L. 1985. Comparative studies in Chelicerata. III. Opilionida. *Zool. Verhand.*, 220: 1-60.

# Apicultura: el arte de criar abejas

Jokin Eguia Sánchez



*Apis mellifera con polen. FOTO: Muhammad Mahdi Karim*



*Apis mellifera iberica.* FOTO: Livesofk.

Las abejas (*Apis mellifera*) son animales que causan fascinación, cariño o pavor en similares proporciones. Su importancia para algunos cultivos y ecosistemas es por todos conocida, además de su importancia económica derivada de los productos que se obtienen con su crianza y cuidado. Esta actividad, la apicultura, realizada desde tiempos inmemoriales por el ser humano, será posiblemente junto con la cetrería, una de las primeras actividades realizadas por nuestra especie que utiliza animales para obtener beneficio sin sojuzgarlos, pues, por ejemplo, la abeja no puede ni debe ser maltratada para conseguir la miel.

Conscientes del interés que causan las abejas y la apicultura en la sociedad vamos a realizar en esta revista una serie de tres artículos, en los que de forma sucesiva se contarán, por una parte, las nociones más importantes de la vida de las abejas, su sociedad, su comportamiento, en definitiva, su biología; y, por otra parte, se detallará en qué consiste la apicultura, para que cualquier persona interesada en poder comenzar esta actividad pueda iniciarse en ella habiendo leído estos artículos. Este artículo en concreto estará centrado en la actividad de la apicultura en las estaciones de otoño e invierno, que se podría decir que es donde comienza el ciclo de la

apicultura, para en las sucesivas entregas ir detallando el trabajo a realizar en las siguientes estaciones.

Dicho esto, comencemos hablando de nuestra protagonista, su sociedad y un poco sobre su vida. La abeja (*Apis mellifera*, en la península ibérica la subespecie *Apis mellifera iberica*), cuyo nombre en el siglo XVI se escribía como «aveja», es un insecto himenóptero (Hymenoptera), del griego *υμέν* *hymen*, 'membrana' y *πτερος* *pteros*, 'ala'. Es decir, insectos que presentan alas membranosas, orden en el que están incluidos los abejorros, las hormigas y las avispas. En las especies pertenecientes a este orden es usual la aparición de sociedades complejas con jerarquías muy marcadas. En el caso concreto de la abeja tenemos tres tipos de individuos que forman la colmena: la abeja reina, las obreras y los zánganos.

Antes de proseguir, es necesario comentar que la reproducción de la abeja reina y el surgimiento eventual de obreras que comienzan a poner huevos, dando lugar a una colmena zanganera, serán temas a tratar en el siguiente número.

Durante muchos años se ha debatido la diferencia existente entre las obreras, hembras

en principio no fértiles que forman el grueso de la colmena, y la abeja reina. Esta incógnita no se resolvió hasta la llegada de la genética moderna que proveía a los investigadores de la capacidad de un estudio más minucioso del ADN de esta especie. Por ello comencemos a explicar el ciclo y origen de la abeja reina.

La abeja reina, conocida en la literatura de hace unas décadas como «hembra perfecta», es la única hembra fértil de la colmena. Genéticamente no es diferente al resto de las hembras que forman la colmena. Entonces ¿a qué se debe la diferencia que existe entre esta abeja y el resto que forman su jerarquizada sociedad? Pues la respuesta está en la jalea real. Todas las larvas de la colmena se alimentan de jalea real durante un periodo corto de tiempo; no obstante, la larva de la futura reina es la única que es alimentada exclusivamente con esta sustancia rica en proteínas y hormonas. Entre otras cosas, la royalactina provoca cambios epigenéticos y el desarrollo de los ovarios que serán los responsables de diferenciarla del resto de obreras.

Contando de forma un poco más detallada su

ciclo, a diferencia del resto de individuos de la colmena, sus huevos, larva y pupa se desarrollan en una celda especial, llamada celda real o realera. Esta celda más grande y geométricamente diferente al resto es donde permanecerá la abeja reina hasta que su ciclo haya sido completado.

Como ya se ha comentado, el huevo que da lugar a una abeja obrera y el que da lugar a una reina es exactamente el mismo. De hecho, cuando ocurre un suceso traumático que provoca la muerte de la reina en una colmena, las obreras cogerán los huevos más recientes (hembras) que haya puesto la reina para, una vez construidas la realeras, introducir el huevo dentro y mediante la nutrición exclusiva de jalea real, dar lugar a reinas. En este tipo de proceso de formación de varias reinas, la primera en nacer suele matar a sus hermanas antes de que estas lleguen a salir de la realera o, si ya han nacido, se suele librar una batalla que culmina con una vencedora y la contrincante muerta.

Otra vía que da lugar al surgimiento de otra reina ocurre cuando la reina actual comienza a envejecer. Al ir haciéndose mayor, la abeja reina



*Dos celdas reales mostrando la larva de abeja reina en su interior. FOTO: Waugsberg.*

emite cada vez menos feromonas reales, que son las responsables de mantener la jerarquía hacia ella en la colmena. Al disminuir estas, las obreras comienzan la construcción de realeras que darán lugar a nuevas reinas. Justo antes de que la nueva reina salga, la reina vieja abandonará la colmena junto con aproximadamente la mitad de la población que forma la colmena y buscará un nuevo hogar (enjambración). Por último, la forma más usual en la que sucede la crianza de reinas en la naturaleza es mediante la cría de reinas en primavera. Al comenzar la primavera es usual, sobre todo si existe falta de espacio, que las colmenas críen reinas y realicen sucesivos enjambramientos. Hoy en día en apicultura se evitan enjambres que tiendan a enjambrar y la crianza de reinas se realiza de forma controlada como se comentará en la siguiente entrega.

**S**iguiendo con las hembras de esta especie, tenemos a las abejas obreras, llamadas antaño como «hembras imperfectas». Estas se desarrollan en las celdas hexagonales que son por todos conocidas. Durante los primeros tres días son alimentadas con jalea real, y transcurridos estos días su dieta cambia a lo que se conoce como pan de abeja, que no es más que una mezcla de polen y miel.

Al nacer las obreras realizan distintas labores en la colmena. Se ha observado que, pese a que estas labores suelen depender de la edad del individuo, también pueden adaptarse, y a obreras que por edad le corresponderían ciertos quehaceres realizan otros por la falta de personal, por ejemplo. Estos quehaceres incluyen el pecoreo. En general, la abeja obrera desde que se coloca el huevo hasta que sale de la celda, pasa un periodo de 21 días. Una vez nace realiza labores interiores en la colmena otros 21 días para, finalmente, salir a recolectar néctar, polen, propóleo y agua durante otros 21 días y transcurrido esto, morir. Esto en lo que respecta a la época de pecoreo activo. En los meses con menor actividad, la abeja puede pasar de vivir unos 40 días a unos 6 meses. Las principales tareas realizadas dentro de la colmena son:

- **Cereras:** tienen las glándulas cereras activas y realizan los panales de cera.
- **Nodrizas:** se encargan del cuidado de las larvas, en este plazo también se les desarrollan las glándulas hipofaríngeas, encargadas de producir la jalea real.
- **Almacenadoras:** reciben el alimento de los panales y los almacenan.
- **Limpiadoras:** encargadas de mantener limpios los panales y la colmena.
- **Ventiladoras:** generan corrientes de aire que deshidratan el néctar dando lugar a la miel.
- **Guardianas:** protegen la piquera (entrada de la colmena) para que no entren abejas de otras colmenas, avispas...

Pese a que, como se ha comentado, puede variar en general a los 21 días al atrofiarse las glándulas céreas, las abejas adoptan la función de pecoreadoras y salen al campo a pecorear.

Por último están los zánganos. Su desarrollo sucede en celdas similares a las obreras pero sutilmente más grandes. La determinación sexual entre hembras y machos en las abejas se conoce como haplodiploidía, esto es, las hembras nacen de huevos fecundados; son diploides, es decir, heredan un juego de cromosomas de la reina y del padre. Por otro lado, los machos son diploides, nacen de huevos no fecundados; heredan por lo tanto un único juego cromosómico: el de la reina. Su función más importante es la de fecundar a la abeja reina. También realizan otras funciones, como calentar la cría, ayudando en parte a las obreras nodrizas o repartir el néctar, colaborando así en la producción de miel.

Dicho esto, dejando otros aspectos de la biología de las abejas para otro momento, vamos a comenzar a hablar un poco de la apicultura como actividad. Comenzaremos el ciclo en septiembre, cuando hay que mantener en buen estado el colmenar y prepararlo para el invierno. El segundo ciclo correspondería a la preparación para la recolección de miel, y el último a la recolección de miel propiamente dicha. Como ya sabrá el lector, no solo puede obtenerse miel en apicultura, también propóleo, jalea real o polen. De la obtención de estos hablaremos en las siguientes entregas.

Suponiendo que nada se sabe sobre la apicultura, y que el lector quiere iniciarse en este mundo fascinante, tanto septiembre, otoño o la primavera son buenos momentos para hacerlo.

Antes de nada vamos a hablar sobre las colmenas. Existen principalmente tres tipos de colmenas, la Dadant, la Layens y la Langstroth. La primera y la última son colmenas verticales mientras que la segunda es una colmena horizontal. La diferencia entre la Dadant y la Langstroth es básicamente una diferencia en tamaño y capacidad para almacenaje de miel. A partir de ahora hablaremos sobre la Langstroth y prácticamente todo será aplicable a la Dadant. Esta colmena al ser vertical se estructura de arriba a abajo. Existen dos tipos de colmenas Langstroth: la fija y la trashumante. La primera de ellas pensada para que la colmena no se mueva jamás, y la segunda diseñada para realizar trashumancias a lo largo del año (subirlas verticalmente en la montaña, por ejemplo, siguiendo las floraciones). Esta última está mejor diseñada para moverla y poder encerrar a las abejas cuando sea oportuno. En opinión de un servidor, las trashumantes son mejores tanto en estética como en práctica, ya

que nunca se sabe si se va a tener que recluir a las abejas durante un periodo de tiempo o si habrá que moverlas por devenires de la vida.

Teniendo escogida ya la colmena hay que situarla en un lugar que no esté muy transitado por viandantes para evitar así problemas. Debe situarse en una zona donde le dé al ser posible el sol, pero a la vez que esté protegida de las inclemencias meteorológicas. Habiendo escogido el sitio se debe poner algún bloque de madera, piedra o banco para evitar que la colmena esté en contacto directo con el suelo. Con todo esto listo vamos a analizar las partes de la colmena.

**L**a parte más importante en las colmenas verticales es la conocida como cámara de cría; este es el cajón más bajo, el primero que se coloca. Puede tener una o varias entradas, llamadas piqueras, por donde las abejas entrarán y saldrán. Si tiene varias entradas, en estas fechas invernales es mejor cerrarlas todas salvo una (una entrada siempre debe permanecer abierta), para evitar una pérdida excesiva de calor. Dentro de la cámara de cría se encuentran los cuadros, compuestos de una estructura periférica de madera cuadrada, surcada por dos



Colmena tipo vertical. FOTO: Pxhere.com.

hilos metálicos que se utilizan para fijar en ellos los paneles de cera estampada. Es decir, dentro de este primer cajón encontramos cuadros que presentan cera con un estampado hexagonal que será la base que utilicen las abejas para estirar la cera y formar sus celdas.

No debe confundir al lector la existencia de estos estampados, las abejas de forma natural realizan la estructura hexagonal por todos conocida sin necesidad de ningún molde. Este se incluye para que el estiramiento se realice de forma que luego nosotros podamos manipularla más eficazmente.

En otoño, esta será la única cámara que exista en la colmena. En la siguiente entrega comentaremos el resto de cámaras llamadas alzas, encargadas del acúmulo de miel.. Por encima de la cámara de cría se encuentra la entretapa, que es una tapa intermedia con un orificio sobre la cual colocaremos el alimento y finalmente la tapa, que servirá para proteger nuestras abejas de las inclemencias del medio.

Si nos hacemos con una colmena que ya presenta una población dentro de la cámara de cría, los cuadros comentados anteriormente con cera estampada ya estarán estirados y presentarán las celdas hexagonales. Se denomina a esta cámara, cámara de cría, porque será donde se encuentre la reina durante todo el año, realizando la puesta para mantener o aumentar la población de abejas en otoño. Si a finales de septiembre la colmena se encuentra en buen estado, los cuadros de cada extremo de la cámara deberán estar llenos de miel operculada (todas las celdas cerradas), mientras que el resto de los cuadros presentarán miel y polen almacenado en la periferia de los cuadros, y la parte central, cría en distintos estadíos o celdas vacías. El apicultor debe asegurarse que la colmena presenta bastante alimento para el invierno; de no ser así, cada cierto tiempo deberá de ponerle alimento entre la entretapa y la tapa. Pudiendo ser este jarabe comprado en una tienda especializada o simplemente agua con azúcar. Esta es la tarea más importante a realizar durante estos meses, cerciorarse que las abejas no están pasando hambre, cosa que se

detecta observando las reservas de miel. Además de alimentar, en este periodo se debe realizar el tratamiento de la varroa (*Varroa destructor*) que es una plaga, un parásito, que puede azotar fuertemente nuestro colmenar. El tratamiento es simple y basta con colocar tiras comerciales entre los cuadros, generalmente dos. Existen otros ataques que pueden afectar al colmenar, que se detallarán en los siguientes números. Relacionado con este tratamiento sanitario, existe en las colmenas modernas el conocido como suelo sanitario, que es una placa metálica que se encaja en la parte inferior de la cámara de cría.

La utilidad de este es doble, por un lado, se ve si existiendo enfermedad el tratamiento ha surtido efecto, ya que, en el caso de la varroa aparecen ejemplares muertos de esta. La otra utilidad es favorecer el enfriamiento o mantenimiento de temperatura de la colmena. En verano el suelo sanitario se suele quitar para promover la ventilación, mientras que el otoño invierno se coloca para evitar la pérdida de calor.

**P**ara culminar este número un detalle importante a mencionar es que si se realiza la compra del enjambre en lo que se conoce como núcleo (colmena que es de la mitad de tamaño), se puede dejar el enjambre en este y pasarlo a la colmena en primavera o bien realizar el cambio a la colmena. Si se realiza el cambio en otoño es muy importante colocar alimento en abundancia a la colmena para que pueda tener reservas y estirar toda la cera pertinente, si no existe un riesgo muy importante de que la colmena no sobreviva al invierno.

El cambio de núcleo a colmena es sencillo: simplemente se sacan cinco cuadros de la colmena y se colocan los del núcleo en los huecos, en el mismo orden que estaban en el núcleo, para finalmente dar un golpe contundente en la base del núcleo hacia la colmena para que todos los individuos pasen a la colmena.

Aparentemente esta época en el colmenar es la más aburrida, pero es importante recalcar que la correcta alimentación y correcto tratamiento sanitario de la colmena hará que en primavera el

colmenar esté fuerte y, por ende, la producción de miel será notablemente superior.

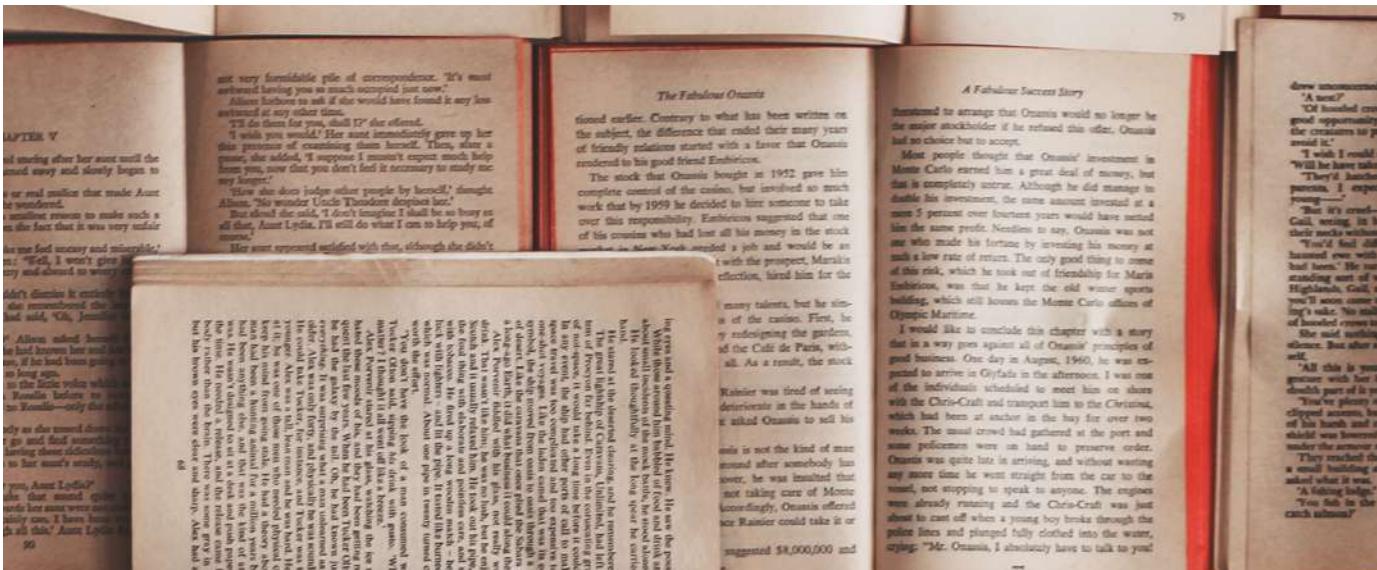
## Bibliografia

Caballero, F. (1990). Diez temas sobre apicultura. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid.

Prost, P. J. (1985). Apicultura. Conocimientos de la abeja. Manejo de la colmena. Mundiprensa, Madrid.



FOTO: Waugsberg. Wikimedia



# La biblioteca del entomólogo

## Germán Muñoz Maciá

name of his father's house  
and he went on: "It is  
of the country! He prided  
him with obvious pride.  
He rich man, with much  
dotted the glowing tip of his  
he knew that Miguel should  
is always—how do you say  
politically."  
At playing the piano. From  
understand. Anne realized  
when he is older, he is  
should?

Is she dead?

Si, señorita,  
yo, sin,  
es something  
M. Juan was  
a all?

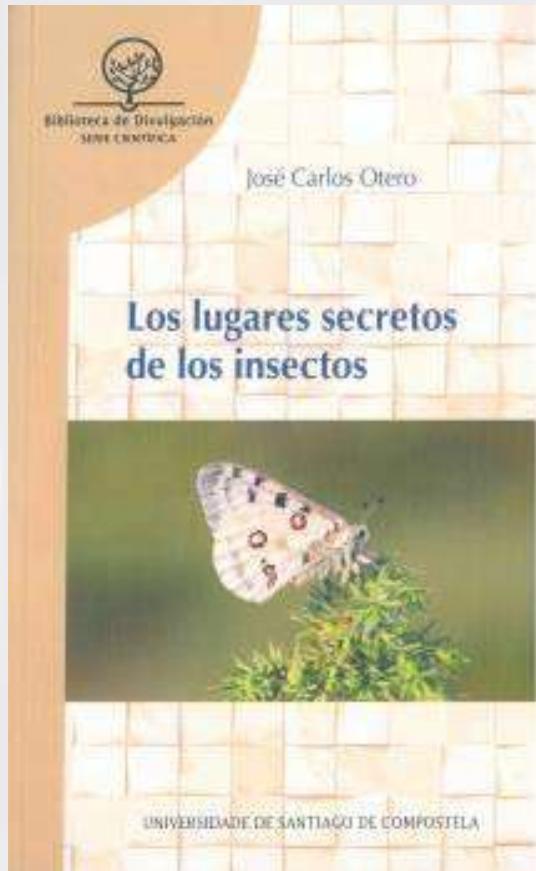
Anne went to see Miguel that evening. She had taken some time deciding what to wear and had finally put on one of the dresses Vicente had liked so much. It was very plain, its navy darkened by many admiring, yet with her newly styled hair it looked altogether different. She had been tempted to keep on the trouser suit, but it was hardly the attire for an evening appointment, and besides, she was no longer trying to prove anything—*to anyone*.

To her surprise, a girl let her into the suite, a tall, dark

hair.

she

</div



**TÍTULO:** Los lugares secretos de los insectos.  
**AUTOR:** José Carlos Otero  
**EDITORIAL:** Universidade de Santiago de Compostela.  
**AÑO DE EDICIÓN:** 2020.  
**IDIOMA:** Texto en castellano.  
**PAGINAS:** 313  
**ENCUADERNACIÓN:** En rústica.  
**ISBN:** 978-84-17595-80-7

#### RESEÑA:

Este verano llegó a mis manos la última publicación de José Carlos Otero, autor del cual ya hemos tenido el placer de hablar en números anteriores, y una vez más me encontré ante otra delicia de libro donde, a lo largo de sus más de trescientas páginas, desgrana temas variados y curiosos sobre los insectos.

Con un estilo y un abordaje de la obra que me recuerda mucho a la manera en que J. H. Fabre redactaba sus *Souvenirs entomologiques*, el autor trata una serie de cuestiones relacionadas todas ellas con los insectos de manera divulgativa, cercana e interesante. De este modo el lector no encontrará en este libro una guía de insectos ni una descripción de sus diferentes órdenes, pero tras su lectura será conocedor, por ejemplo, de cómo se comunican entre sí las hormigas de una colonia, de qué son y cómo actúan los parasitoides, o de cómo "patinan" sobre el agua los zapateros o realizan sus procesiones determinadas orugas.

Estructurado en tres partes y con capítulos cortos y ágiles en cuanto a su lectura, el texto se completa con cuadros del tipo "*¿Sabías que...?*" donde se muestran curiosidades y datos interesantes sobre los insectos.

En conclusión, un gran libro de divulgación general de la entomología, que llega al lector de cualquier nivel que quiera saber más sobre esta clase tan interesante de animales como son los insectos y que no debe faltar en nuestra biblioteca del entomólogo.

## ¿Quieres colaborar con Mundo ArtróPodo?

Si te apasiona la entomología, la divulgación, la fotografía de naturaleza y, en definitiva, todo lo relacionado con el mundo de los artrópodos, puedes unirte al equipo de nuestra revista.

Escríbenos a [mundoartropodo@hotmail.com](mailto:mundoartropodo@hotmail.com) y cuéntanos tus inquietudes.

Te estamos esperando...



Revista Mundo ArtróPodo



@MundoArtroPodo



mundoartropodo

FOTO: Pexels.com