



CLASE INSECTA

## Orden Plecoptera

José Manuel Tierno de Figueroa<sup>1</sup>  
& Manuel Jesús López-Rodríguez<sup>2</sup>

Departamento de Zoología<sup>1</sup> / Ecología<sup>2</sup>, Facultad de Ciencias,  
Universidad de Granada. Campus Fuentenueva s/n, 18071,  
Granada (España). jmtdef@ugr.es<sup>1</sup>, manujlr@ugr.es<sup>2</sup>

### 1. Breve definición del grupo y principales caracteres diagnósticos

Los plecópteros son un orden de insectos neópteros y exopterigotas, con ninfas acuáticas y adultos terrestres (salvo contadas excepciones en la fauna de otros continentes). Constituyen un grupo muy importante, tanto numéricamente como por las funciones ecológicas que desempeñan, en las aguas continentales, especialmente en los medios fluviales (Zwick, 2004; Fochetti & Tierno de Figueroa, 2008a). Los plecópteros se identifican por una combinación de caracteres ancestrales, ya que presentan pocos caracteres derivados (de tipo anatómico) que definan al grupo (Zwick, 2000).

Los adultos presentan dos pares de alas, aunque pueden estar más o menos reducidas, con abundante venación y que en reposo suelen disponerse abatidas sobre el abdomen, las posteriores plegadas longitudinalmente, formando en la mayoría de los casos una lámina plana (de hecho, el nombre Plecoptera deriva del griego *plekein*, plegar, y *pteron*, ala), aunque a veces se disponen ligeramente enrolladas entorno a este. Poseen el cuerpo aplanado, largas antenas, dos ojos compuestos y ocelos centrales (tres en todas las especies ibéricas), patas marchadoras con tres artejos tarsales y abdomen cilíndrico acabado en dos cercos que pueden ser largos y filiformes (en ninfas y parte de los adultos) o cortos (en el resto de los adultos). Las ninfas pueden poseer traqueobranquias, que en algunos casos persisten en el adulto de forma vestigial.

Los más antiguos fósiles de plecópteros se conocen desde el Pensilvaniano (Carbonífero tardío, aproximadamente 320-300 Ma) (Bethoux *et al.*, 2011).

#### 1.1. Morfología (los términos en **negrita** se representan en las figuras adjuntas)

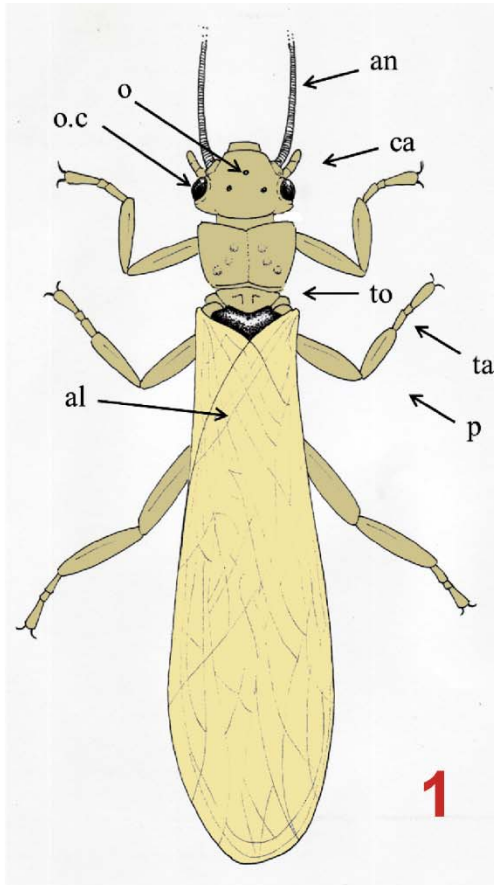
Los plecópteros adultos son de pequeño a mediano tamaño, con una longitud del cuerpo que oscila entre los 3 mm y los 3,3 cm en las especies ibéricas, con hembras más grandes que los machos. Su cuerpo es alargado, poco esclerotizado y de aspecto aplastado. Suelen presentar colores oscuros (pardos, grises y negros), aunque también existen especies mayoritariamente amarillas, verdosas o con colores contrastados. En la **cabeza**, que es prognata, se distinguen un par de **ojos compuestos** laterales, tres **ocelos** centrales (que pueden ser dos o estar ausentes en especies de otras áreas), dos largas **antenas** y un aparato bucal de tipo masticador. El **tórax** está formado por tres metámeros bien diferenciados, con un par de **alas** membranosas en el mesotórax y otro par en el metatórax (estas últimas más anchas que las

primeras debido al mayor desarrollo del lóbulo anal). Las **patas**, que aumentan de tamaño desde el primer al último par, poseen **tarsos de tres artejos** acabados en dos uñas y un arolio. La longitud relativa de los tres tarsómeros puede diferir entre familias. La posición en reposo de las alas, característica del grupo, ha sido ya comentada en su diagnóstico. La **venación alar** es abundante y es útil en la diferenciación de las familias y, a veces, de los géneros. En ocasiones se observan casos de reducción de la longitud alar, braquipterismo, micropterismo o apterismo (este último en algunas especies no ibéricas) según su intensidad, que puede ser un carácter general de la especie o variar entre poblaciones o entre sexos. En los adultos de algunos géneros permanecen las traqueobranquias ninfales más o menos reducidas. El **abdomen** es largo y está compuesto por once metámeros (uritos), aunque el primero de ellos no es visible ventralmente porque el esternito está soldado al metasternon, el décimo urito puede ser completo o sin esternito aparente, y el undécimo está representado por un esclerito dorsal (llamado **epiprocto** o lóbulo supraanal) y por dos escleritos ventrales (**paraproctos** o lóbulos subanales). En los restantes metámeros, el terguito y el esternito pueden estar fusionados formando un anillo completo o permanecer separados por una zona membranosa. El abdomen finaliza en dos **cercos** que pueden ser cortos (formados por uno o dos artejos) o largos (compuestos de numerosos artejos). El orificio genital se sitúa entre el séptimo y el noveno urosterno en las hembras y entre el noveno y el décimo urosterno en los machos, aunque éstos y los metámeros abdominales próximos pueden mostrar modificaciones relacionadas con la reproducción. En las hembras puede aparecer una **placa subgenital** (flanqueada o no por **lóbulos vaginales**), una **placa pregenital** y/o una **placa postgenital**. En los machos las modificaciones son más diversas. Los terguitos abdominales pueden presentar **tubérculos**, o **procesos y apófisis esclerotizados**. Puede aparecer una **placa subgenital**, que en algunas familias lleva una **lamela ventral**. En otros casos la lamela ventral puede aparecer directamente sobre el esternito o no estar presente. A veces se observan dos **ganchos copuladores** originados a partir de los hemiterguitos del décimo metámero abdominal o de los paraproctos, según los géneros. El **epiprocto** o el **specillum** (este último derivado de los paraproctos) pueden estar conectados al conducto genital y actuar como convector de esperma en algunos grupos. En algunas familias, el pene o **endofalo** (que puede presentar espículas o procesos esclerotizados característicos) puede evaginarse para el apareamiento.

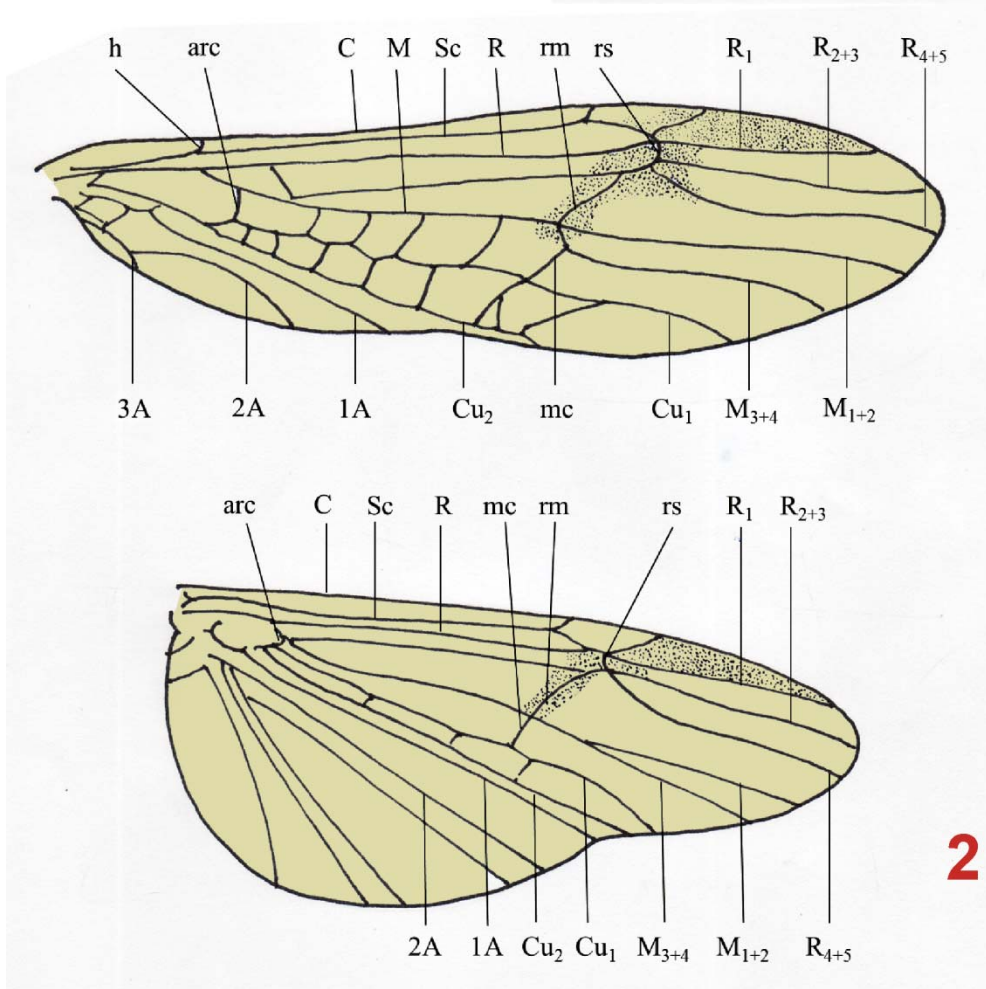
Las ninfas suelen presentar una coloración parda o amarillenta, a veces con zonas contrastadas claras y oscuras en forma de manchas. La pilosidad del cuerpo es variable, y existen tanto formas glabras como otras con abundantes cerdas distribuidas por todo el cuerpo o formando **franjas de sedas** en las patas o en los cercos. La **cabeza** puede ser desde prognata a hipognata según las familias. Los **ojos compuestos** laterales están bien desarrollados. En la región frontal se sitúan tres **ocelos** en todas las especies ibéricas, uno central y dos laterales. En la cabeza se puede observar también la **sutura metópica**, que se divide en las dos **suturas post-frontales**, y la **sutura frontoclipeal** que forma lo que se conoce como línea en M. Las **antenas** son de tipo setáceo o, más raramente, moniliformes. Como en los adultos, el **aparato bucal es de tipo masticador**. El **labro** es rectangular o casi cuadrangular. Las **mandíbulas**, bien desarrolladas, presentan una región incisiva y, en algunos casos, una región molar. Las **maxilas** tienen un palpo maxilar formado por cinco artejos. El **labio** tiene un palpo labial constituido por tres artejos. En el labio, las glosas y paraglosas son más o menos iguales, o bien las glosas están muy reducidas. El **tórax** está formado por tres metámeros divididos longitudinalmente por la **sutura ecdisial**. El **pronoto** tiene forma cuadrangular o rectangular y en algunos casos presenta una pilosidad característica en sus márgenes. A lo largo del desarrollo se van formando en el mesotórax y metatórax de las ninfas las **ptero-tecas** o esbozos alares, que pueden presentar formas diferentes (más o menos redondeadas) y disposición paralela o divergente. Los **tarsos** están formados por tres artejos y finalizan en un par de uñas. Como en los adultos, el tamaño relativo de los tarsómeros resulta útil en la distinción entre familias. El **abdomen** es cilíndrico y más o menos aplastado según las familias. Consta de once metámeros, aunque el último está representado únicamente por las **láminas paraproctales**, ventralmente, y por una **lámina dorsal** soldada al décimo terguito. Los terguitos y esternitos abdominales pueden estar unidos, formando un anillo continuo, o estar separados por una región membranosa en mayor o menor medida dependiendo del grupo del que se trate. Los **cercos** son largos. La presencia, tamaño y disposición de sedas y cerdas en el abdomen o en los artejos de los cercos puede resultar también útil en la identificación específica. Las ninfas pueden presentar **traqueobranquias** en distintas partes del cuerpo: en la cabeza (situadas en el submentón), en el tórax (situadas en el prosterno, en las pleuras o en las coxas) o en el abdomen (en la zona anal o, aunque no en el caso de las especies ibéricas, en otras zonas del abdomen).

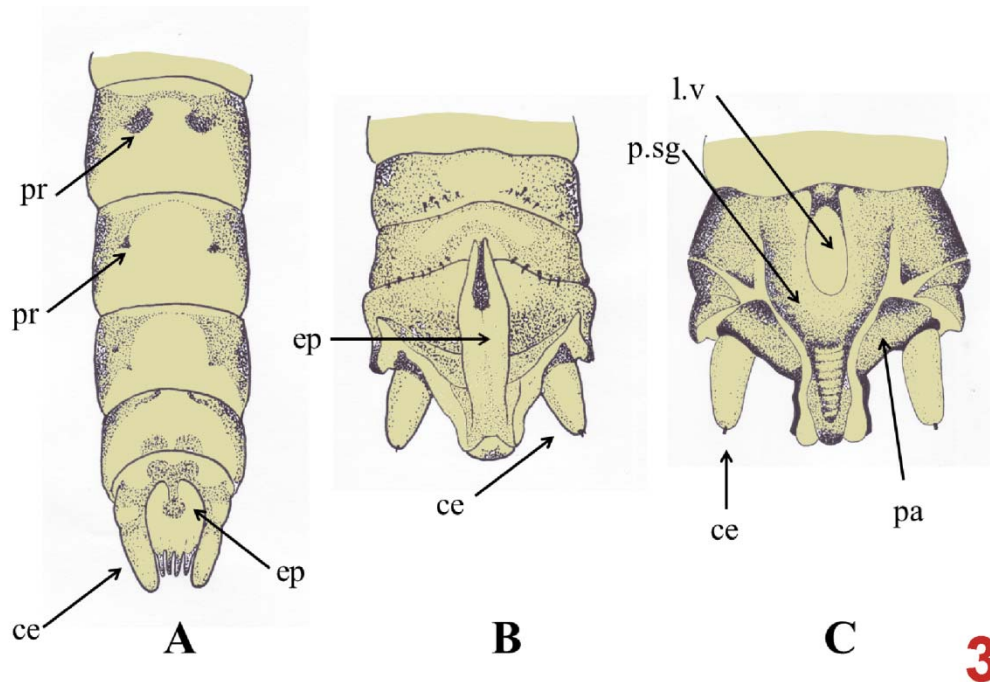
En las especies ibero-baleares, los **huevos** de los plecópteros presentan también una morfología característica dependiendo de a qué superfamilia pertenezcan. En los Perloidea, los huevos, que suelen ser ovalados (a veces con secciones más o menos triangulares), suelen poseer un **collar** y un **disco basal de fijación**, que no están presentes en ningún caso en los Nemuroidea. Estos últimos suelen ser más esféricos y presentan una **membrana externa** temporal adherente que perdura durante más tiempo e incluso absorbe agua y se engrosa considerablemente. El número de **micropilos**, **aeropilos** y la estructura externa del corión en **celdillas** son caracteres de interés taxonómico, especialmente en Perloidea, donde resultan más fácilmente observables.

**Fig. 1.** Hábitus del adulto (Nemouroidea). al: alas (con venación alar), an: antena, ca: cabeza, p: pata, o: ocelo, o.c: ojo compuesto, ta: tarso, to: torax. El abdomen no se observa al quedar completamente cubierto por las alas.

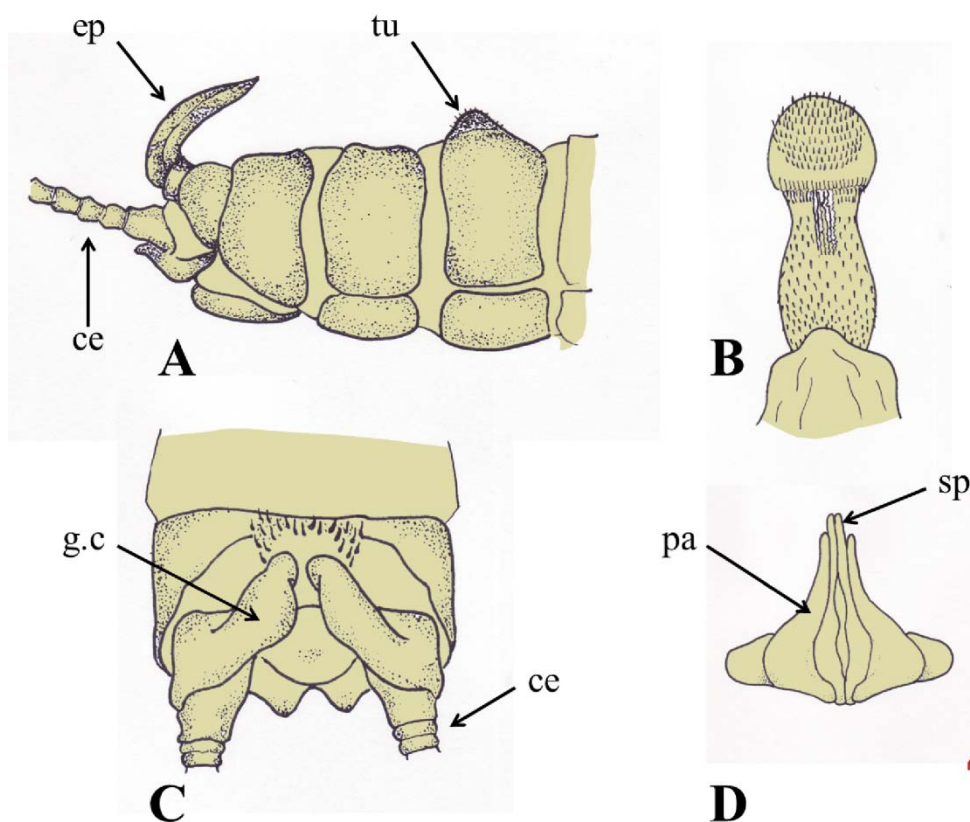


**Fig. 2.** Ala anterior (arriba) y posterior (abajo) de un plecóptero (*Nemoura* sp.) mostrando la venación alar. C= costa; Sc= Subcosta; R= Radial; M= Mediana; Cu= Cubital; A= Anal; rs= radio-sectorial; rm= radio-mediana; mc= medio-cubital; arc= árculo; h= humeral.





3



4

**Fig. 3.** Final del abdomen del macho: *Leuctra aurita* en visión dorsal (A), *Protonemura vandeli* en visión dorsal (B) y ventral (C). ce: cerco, ep: epiprocto, l.v: lamela ventral, pa: paraprocto, pr: procesos o apófisis esclerotizados, p.sg: placa subgenital.

**Fig. 4.** Estructuras abdominales del macho: final del abdomen de *Capnia nigra* en visión lateral (A), Pene o endofalo de *Perla marginata* (B), final del abdomen de *Perla abdominalis* en visión dorsal (C) y paraproctos y specilla de *Leuctra aurita* (D). ce: cerco, ep: epiprocto, g.c: ganchos copuladores, pa: paraprocto, sp: specillum, tu: tubérculo.



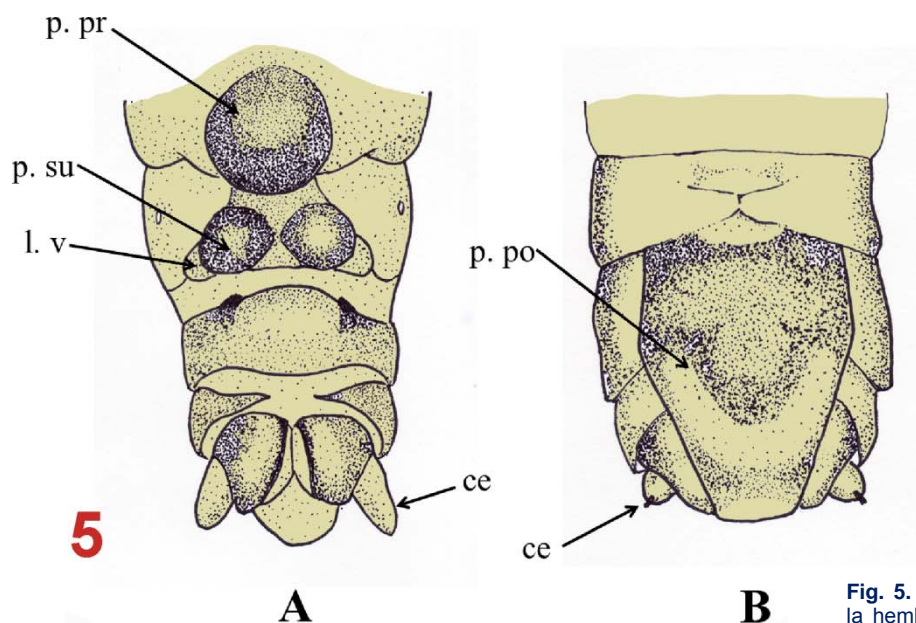


Fig. 5. Final del abdomen de la hembra: final del abdomen en visión ventral de *Protoneura intricata* (A) y *Brachyptera braueri* (B). ce: cerco, l.v: lóbulo vaginal, p.po: placa postgenital, p.pr: placa pregenital, p.su: placa subgenital.

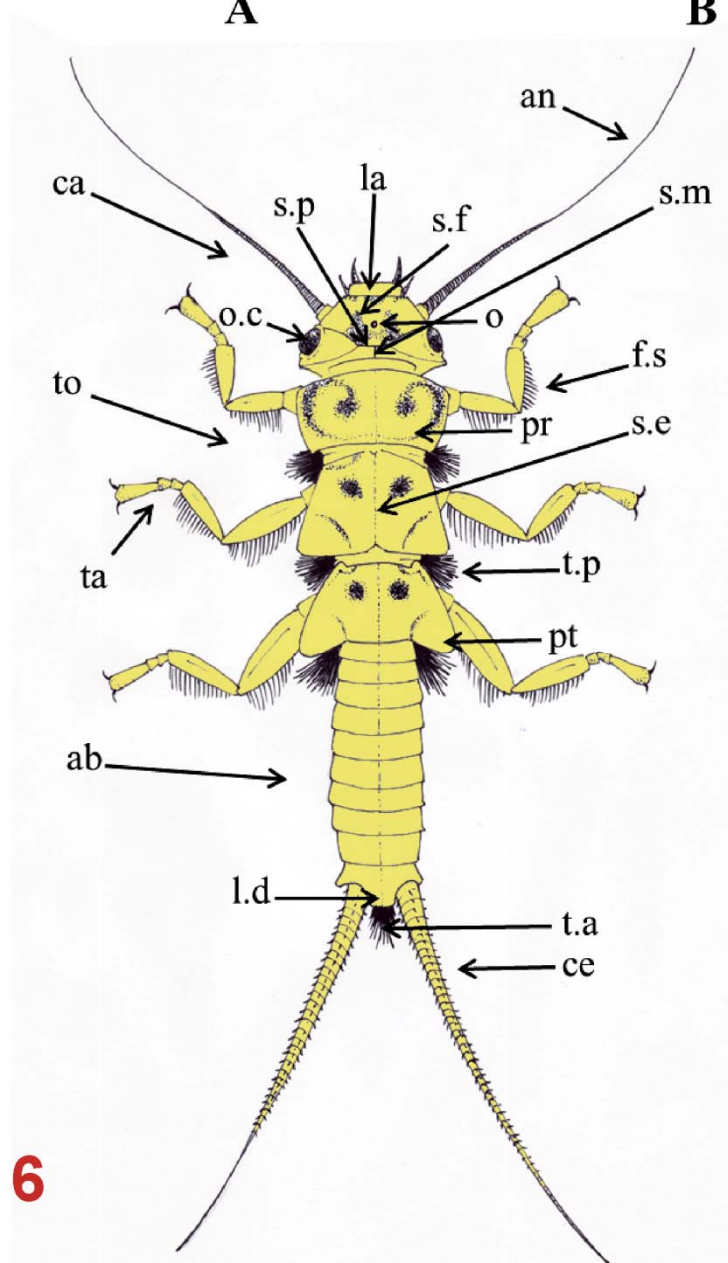
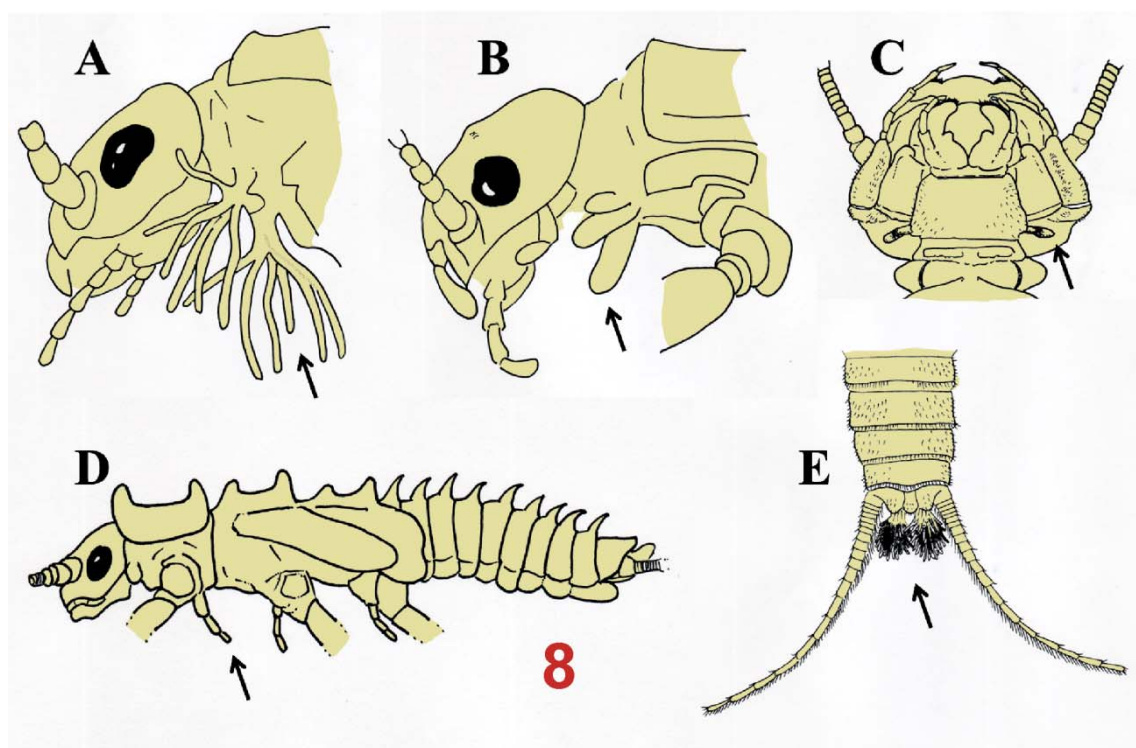
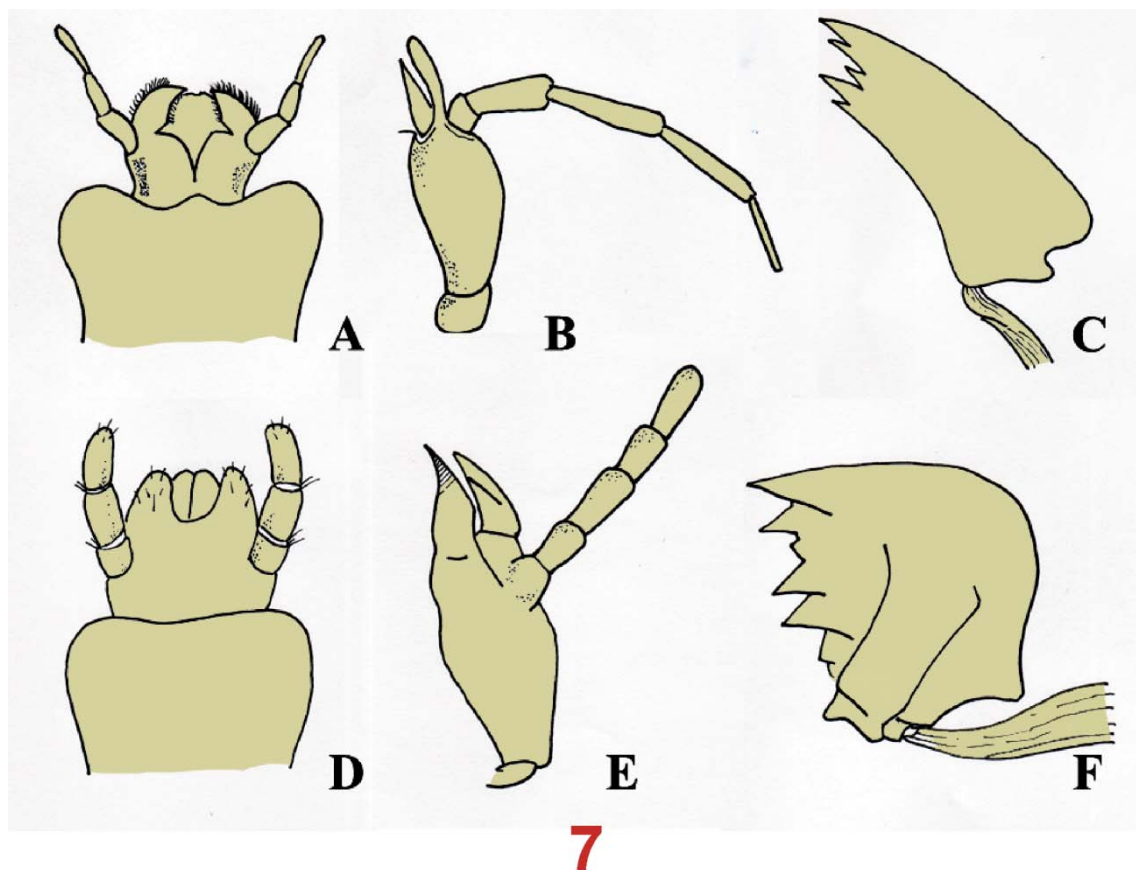


Fig. 6. Hábitus de la ninfa (Perloidea). ab: abdomen, an: antena, ca: cabeza, ce: cerco, fs: franjas de sedas, la: labro, l.d: lámina dorsal (las láminas paraproctales, ventrales a esta, no se observan en el dibujo), o: ocelo, o.c: ojo compuesto, pr: pronoto, pt: pteroeca o esbozo alar, s.e: sutura ecdicial, s.f: sutura frontoclipeal, s.m: sutura metópica, s.p: sutura postfrontal, ta: tarsos, t.a: traqueobranquias anales, to: torax, t.p: traqueobranquias pleurales.



**Fig. 7.** Piezas bucales de Perloidea [labio (A), maxila (B) y mandíbula (C)] y de Nemouroidea [labio (D), maxila (E) y mandíbula (F)].

**Fig. 8.** Traqueobranquias (señaladas por las flechas) situada en el prosterno en algunos Nemouridae [*Amphinemura* sp. (A) y *Protonemura* sp. (B)], en el submentón en algunos Perlodidae (C), en las coxas en algunos Taeniopterygidae [*Taeniopteryx* sp. (D), redibujado de Zwick (2004)], en la zona anal de algunos Perlidae (E). Traqueobranquias situadas en las pleuras se pueden observar en la figura 6.

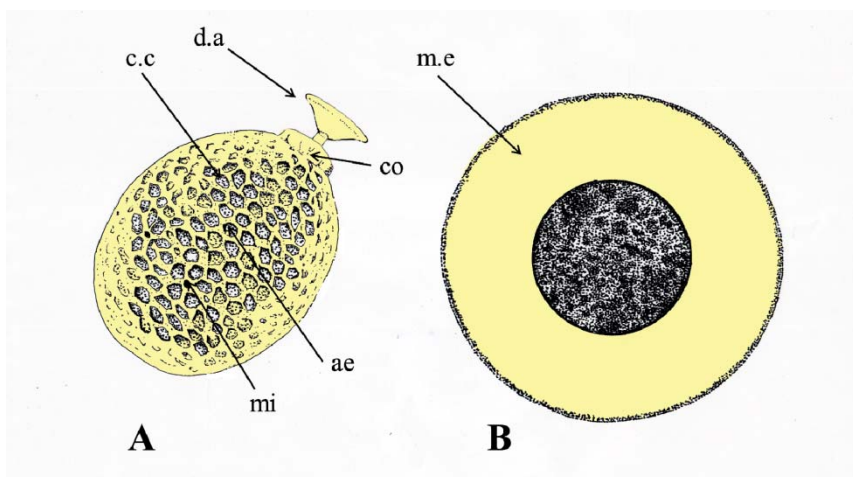


Fig. 9. Huevo de Perloidea (A) y Nemouroidea (B). ae: aeropilos, c.c.: celdilla del corión, co: collar, d.a: disco de anclaje, m.e: membrana externa, mi: micropilo.

## 1.2. Historia natural

La principal función de los adultos es la reproducción y la dispersión, a pesar de su escasa capacidad de vuelo. La duración del estado adulto va desde unos días hasta varias semanas (Hynes, 1976; Tierno de Figueroa *et al.*, 2003), tiempo durante el cual los adultos deben encontrar pareja para reproducirse. Esto lo hacen por búsqueda y encuentro directo, si bien frecuentemente (y solo en el caso de los taxones del Hemisferio Norte) utilizan la comunicación mediante vibraciones para ello (Stewart, 1994, 2001). De este modo, machos y hembras pueden establecer duetos, en los cuales, generalmente, el macho emite una vibración a la que la hembra responde (si bien en algunos trabajos se ha puesto de manifiesto que, al menos en determinadas especies, no es necesaria la llamada del macho para que la hembra genere también una llamada). Con esta vibración el macho da información a la hembra acerca de su posición. En ocasiones este mecanismo de comunicación es utilizado por la hembra para discriminar entre machos de distinta "calidad". Esta comunicación puede generarse mediante tamborileo, arrastre o tremulación, es decir, mediante vibraciones en el sustrato producidas por el golpeo del abdomen sobre este, por arrastre del abdomen sobre el sustrato o por vibraciones transmitidas al sustrato a través de las patas cuando el cuerpo del animal vibra. En algunos casos se dan combinaciones de varios tipos de comunicación, generalmente tamborileos y arrastres. En ciertas especies la producción de las vibraciones tiene lugar con la ayuda de estructuras especializadas.

Tras el encuentro, la cópula tiene lugar, generalmente, sobre piedras o sobre la vegetación. Esta puede ocurrir en tres posiciones (Tierno de Figueroa *et al.*, 2003): en paralelo, en X o en V. Los intentos de desplazamiento por parte de los machos son comunes en algunas especies (Tierno de Figueroa, 2003). En algunos taxones se han descrito bolas de apareamiento de varios machos alrededor de una única hembra (Tierno de Figueroa *et al.*, 2006).

Durante la vida adulta, los individuos se pueden alimentar de varios tipos de recursos, principalmente líquenes, pólenes, cianoprocariotas, etc., si bien algunas especies de gran tamaño parecen no alimentarse durante este estadio (Tierno de Figueroa *et al.*, 2003).

Las hembras depositan los huevos en grupos, más raramente aislados, sobre la superficie del agua. Estos caen sobre las piedras del lecho fluvial donde se fijan mediante estructuras especializadas o membranas gelatinosas, si bien en algunos casos se entierran parcial o totalmente en el sustrato. La morfología del huevo, particularmente en algunos grupos como la superfamilia Perloidea, es útil desde el punto de vista taxonómico (por ejemplo, Tierno de Figueroa & Sánchez-Ortega, 1999), aunque la ultraestructura de los espermatozoides es más útil en los estudios filogenéticos (por ejemplo, Fausto *et al.*, 2003). Aunque no son comunes, en algunas especies aparecen casos de partenogénesis u ovoviviparidad (Hynes, 1976). La diapausa en el estado de huevo es frecuente como mecanismo de sincronización del ciclo de vida o para evitar condiciones adversas, aunque el desarrollo directo parece ser la regla. La duración del período de incubación se relaciona con la temperatura, así como el éxito de eclosión. Las ninfas de primeros instars de la mayoría de las especies son muy parecidas entre sí y, por tanto, son difíciles de identificar (Hynes, 1976). El número de mudas hasta completar el desarrollo ninfal varía de especie a especie, pero están en el rango de 12 a 33, y generalmente difiere entre machos y hembras. En este orden de insectos es común el dimorfismo sexual en tamaño, no solo en la fase adulta, sino también en la ninfal, el cual es más patente en las ninfas de últimos instars de las especies más grandes. El crecimiento ninfal depende, sobre todo, de la temperatura y de la alimentación. La mayoría de las especies están adaptadas a las aguas frías, si bien algunas de ellas viven en ambientes relativamente cálidos. Las especies que se desarrollan durante el invierno pueden crecer incluso a 0°C y son relativamente independientes de la temperatura (Brittain, 1990). La diapausa ninfal aparece en miembros de algunas especies como mecanismo para evitar condiciones adversas (Hynes, 1976; Zwick, 1980). Durante el desarrollo ninfal, y dependiendo de la especie, los individuos se alimentan de detritus, algas verdes, diatomeas, materia orgánica de gran tamaño y/u otros animales. Los plecópteros depredadores son comunes y son agentes importantes en la regulación de las poblaciones presentes en los ecosistemas lóticos, junto con otros grupos ani-



males (Allan, 1983). La duración del estado ninfal suele ser de un año o menos, aunque algunas especies pueden tardar hasta tres años o más en hacerlo (Hynes, 1976). Durante el mismo, las ninfas pueden desplazarse de forma pasiva aguas abajo (deriva), pero también suelen compensar estos movimientos con otros activos aguas arriba. A su vez, pueden colonizar las zonas laterales y la zona hiporreica, a veces solo durante una determinada fase de desarrollo. Cuando llega el periodo de emergencia, las ninfas maduras trepan a plantas o piedras para completar la muda imaginal, periodo en el cual el riesgo de depredación es mayor, ya que los plecópteros son componentes básicos de las redes trópicas acuáticas también como recurso de otros animales como peces o aves. Muchos de los adultos recién emergidos comienzan un vuelo aguas arriba (conocido como vuelo de compensación de la deriva), antes o después de la cópula, recolonizando tramos altos de los ríos y arroyos en los que habitan.

### 1.3. Distribución

Los plecópteros se distribuyen por todos los continentes excepto la Antártida y constituyen un importante componente de los ecosistemas de aguas corrientes y, más puntualmente, estancadas (Fochetti & Tierno de Figueroa, 2008a). A nivel mundial, la región Paleártica es la más rica en especies, seguida por la Neártica, Neotropical, Oriental, Australiana y, por último, Afrotropical (Fochetti & Tierno de Figueroa, 2008a). La escasa capacidad de dispersión de este grupo favorece su ausencia en islas oceánicas. En la Península Ibérica están ampliamente distribuidos, en particular en zonas de montaña, ya que suelen estar asociados a aguas bien oxigenadas y en buen estado ecológico. Están también presentes en las islas Baleares, pero ninguna especie ha sido citada en Macaronesia.

### 1.4. Interés científico y aplicado

Desde el punto de vista científico, la escasa capacidad de dispersión de muchas de las especies de moscas de las piedras y, por tanto, su tendencia al aislamiento geográfico, hacen a estos organismos unos animales ideales para estudiar procesos de especiación, formación de endemismos y, en general, los convierte en indicadores biogeográficos ideales (Cary & Jacobi, 2008; Fochetti & Tierno de Figueroa, 2008a). Además, sus particularmente restringidos rangos de tolerancia a las variaciones ambientales (y particularmente a la temperatura) los hacen organismos muy interesantes desde el punto de vista fisiológico y ecológico. Estas singulares características los hacen también indicadores ideales, durante su fase ninfal, de variaciones en las condiciones ambientales de los ríos y arroyos en los que se encuentran. Es por ello que se incluyen en varios de los índices de calidad ecológica de las aguas más utilizados a nivel nacional y europeo, donde suelen presentar los valores más altos de intolerancia a dichas variaciones (por ejemplo, Alba-Tercedor *et al.*, 2002). Así, son los primeros en desaparecer de la comunidad macrobentónica cuando acontece alguna alteración, natural o antrópica, que altera la concentración de oxígeno del agua, su temperatura o algún otro factor físico-químico.

Tradicionalmente, este grupo ha sido poco conocido por la sociedad en general, debido en parte a su escasa vistosidad y tamaño relativamente pequeño (salvo excepciones, como el caso de los integrantes de la familia Perlidae o Perlodidae), a la poca duración del estadio adulto, a que los adultos, por término medio, no se alejan mucho de los medios fluviales, etc. Sin embargo, en el mundo de la pesca deportiva con mosca sí son conocidos desde hace siglos, pues los pescadores han construido desde antaño "moscas" artificiales con distintos materiales que recuerdan de manera muy fidedigna a adultos de este orden de insectos (Tierno de Figueroa & Sánchez-Ortega, 1997).

### 1.5. Especies en situación de riesgo o peligro

Dentro de la fauna española de plecópteros existen varias especies en peligro desde el punto de vista de su conservación. Algunas de ellas lo están por lo restringido de su área de distribución y/o por la alteración de los hábitats en los que se encuentran (Fochetti & Tierno de Figueroa, 2006), mientras que otras son vulnerables a los cambios ambientales que están aconteciendo como consecuencia del cambio climático en el que estamos inmersos (Tierno de Figueroa *et al.*, 2010). Entre las primeras encontramos a *Leuctra bidula* Aubert, 1962, *Nemoura rifensis* Aubert, 1961 y *Protonemura gevi*, Tierno de Figueroa & López-Rodríguez, 2010, que se encuentran catalogadas como en peligro crítico (categoría CR de la UICN) en el Atlas y Libro Rojo de los Invertebrados Amenazados de España (Verdú *et al.*, 2011), y a *Leuctra balearica* Pardo & Zwick, 1993, *Amphinemura hibernatarii* Pardo 1989, *Marthamea selysii* (Pictet, 1841), *Marthamea vitripennis* (Burmeister, 1839) y *Besdolus bicolor* (Navás, 1909) que lo están en la categoría vulnerable (VU) en el Libro Rojo de los Invertebrados de España (Verdú & Galante, 2006). Dentro del segundo grupo, de las vulnerables al cambio climático, encontramos más de 10 especies en España, de las aproximadamente 43 que lo estarían a nivel europeo (Tierno de Figueroa *et al.*, 2010).

Especial mención merecen las especies *N. rifensis* y *L. bidula*, incluidas también en el "Listado Andaluz de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial" (Decreto 23/2012, de 14 de febrero, por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestres y sus hábitats) y, por tanto, legalmente protegidas.

### 1.6. Especies exóticas invasoras

No existen especies exóticas invasoras en la fauna de plecópteros de España.



### 1.7. Principales caracteres diagnósticos para la separación de familias

- Venación alar.
- Forma (redondeadas vs. alargadas) y disposición (paralelas vs. divergentes) de las pterotecas o esbozos alares.
- Morfología del labio, en particular las glosas, paraglosas y palpos.
- Anchura del labro.
- Tamaño relativo del último artejo del palpo maxilar.
- Tamaño relativo de los artejos de tres artejos de los tarsos.
- Número de metámeros abdominales en los que se aprecia separación neta entre terguito y esternito.
- Presencia y distribución de las traqueobranquias.
- Terminalia (principalmente forma del terguito 10º, presencia, forma y disposición de procesos o tubérculos esclerotizados, epiprocto y paraproctos del macho, y placa subgenital, pregenital y postgenital de la hembra).

## 2. Sistemática interna

El orden Plecoptera se subdivide en dos grandes grupos o subórdenes: **Antarctoperlaria**, exclusivo del Hemisferio Sur, y **Arctoperlaria**, distribuido principalmente por el Hemisferio Norte (Zwick, 2000). Estos últimos poseen algunos caracteres morfológicos y comportamentales, ausentes en Antarctoperlaria, relacionados con la reproducción que apoyan su carácter monofilético como son el empleo de llamadas mediante vibraciones y la aparición en el macho de estructuras asociadas a la producción de dichas señales (presentes en todas las familias salvo Scopuridae, aunque secundariamente han desaparecido en algunos géneros y especies de otras familias). Antactoperlaria incluye cuatro familias (Eustheniidae, Diamphipnoidae, Austroperlidae y Gripopterygidae) y algo más de 320 especies (Fochetti & Tierno de Figueroa, 2008a, datos actualizados). Arctoperlaria incluye doce familias y más de 3.200 especies distribuidas en dos subgrupos (**Systemlognatha** y **Euholognatha**) con seis familias cada uno (Fochetti & Tierno de Figueroa, 2008a, datos actualizados). En la fauna ibero-balear, y en todo el Paleártico occidental, están presentes siete familias agrupadas en dos superfamilias: tres familias de **Perloidea** (incluidos entre los Systemlognatha) y cuatro de **Nemouroidea** (dentro de los Euholognatha). Perloidea y Nemouroidea pueden ser fácilmente distinguibles en estado de ninfa y de adulto (los huevos también presentan diferencias, tal y como se señaló en el apartado de morfología). En los Perloidea (tanto adultos como ninfas) los artejos distales de los palpos labiales son más estrechos que los basales y las glosas son mucho más cortas que las paraglosas, mientras que en Nemouroidea los artejos distales de los palpos labiales son de anchura similar a la de los basales, y las glosas y paraglosas son de longitud similar. Además, en los adultos de Perloidea el tercer artejo de los tarsos es más largo que los dos anteriores juntos, mientras que en Nemouroidea, los artejos primero y tercero de los tarsos son de longitud similar. Las ninfas de Perloidea presentan el labro con una anchura superior al doble de su longitud mientras las de Nemouroidea tienen el labro de anchura similar o menor que el doble de su longitud. Las familias de plecópteros presentes hasta la fecha en la fauna ibérica son las indicadas en la Tabla I. Las tres primeras pertenecen a los Perloidea y las cuatro últimas a los Nemouroidea. El número de géneros y especies de cada una de ellas en nuestra fauna aparecen indicadas en la misma tabla.

## 3. Diversidad del grupo

La fauna mundial de plecópteros rondaba las 3.600 especies en 2008 (Fochetti & Tierno de Figueroa, 2008a), aunque en los últimos años se han descrito muchas especies nuevas, principalmente en áreas poco conocidas como China, sudeste asiático y Sudamérica, pero también en áreas tradicionalmente mejor estudiadas, como América del Norte y Europa, de donde se continúan describiendo nuevas especies. Es difícil, por tanto, hacer una estima precisa de cuántas especies pueden componer el grupo, aunque Fochetti & Tierno de Figueroa (2008a) estimaban que el número podría bien duplicar el referido en 2008. De las especies descritas hasta ahora, en Europa se han registrado casi un 13% (Tabla I), aunque el porcentaje real debe ser menor considerando el mayor desconocimiento existente en otras partes del Globo.

La fauna de plecópteros de la Península Ibérica e islas Baleares se compone en la actualidad de 148 especies incluidas en 26 géneros y siete familias (Tierno de Figueroa *et al.*, 2003; Luzón-Ortega *et al.*, 2013; Tierno de Figueroa & Fochetti, 2014). Esto supone casi un 33% de todas las especies y un 74,3% de los géneros citados en Europa (Tabla I). Esta elevada diversidad es similar a la encontrada en áreas próximas como Francia e Italia (incluyendo sus islas) (Tabla I) y confirma la importancia de las penínsulas mediterráneas y de los sistemas montañosos del Centro y Sur de Europa (Alpes, Pirineos, Apeninos, Sistemas Béticos, etc.) como centros de riqueza y endemidad de plecópteros en Europa (Fochetti & Tierno de Figueroa, 2006).

Los plecópteros están ausentes de las islas atlánticas macaronésicas (Azores, Madeira, Salvajes y Canarias) como consecuencia de su distancia del continente y la escasa capacidad de dispersión de estos insectos. En cambio, las islas mediterráneas (como las Baleares), que están más próximas al continente o que han estado unidas a él en algún momento del pasado, sí que poseen fauna de plecópteros, aunque pobre en especies (Fochetti & Tierno de Figueroa, 2006). En las islas Baleares se han citado con

seguridad sólo dos especies a partir de adultos, *Leuctra balearica* Pardo & Zwick, 1993 y *Tyrrhenoleuctra antoninoi* Fochetti & Tierno de Figueroa, 2009, ambas endémicas de estas islas.

**Tabla I. Familias de plecópteros ibero-baleares y número de géneros/especies conocidas en distintas áreas para esas familias**

| Familia          | Mundial    |              | Europa    |            | Península Ibérica y Baleares |            | Francia   |            | Italia    |            |
|------------------|------------|--------------|-----------|------------|------------------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
|                  | Gén.       | Esp.         | Gén.      | Esp.       | Gén.                         | Esp.       | Gén.      | Esp.       | Gén.      | Esp.       |
| Perlodidae       | 51         | 311          | 10        | 71         | 6                            | 18         | 7         | 24         | 5         | 21         |
| Perlidae         | 52         | 1.049        | 6         | 18         | 4                            | 9          | 4         | 9          | 2         | 8          |
| Chloroperlidae   | 17         | 206          | 4         | 21         | 3                            | 7          | 3         | 7          | 3         | 5          |
| Taeniopterygidae | 12         | 142          | 4         | 43         | 3                            | 14         | 3         | 13         | 3         | 13         |
| Nemouridae       | 21         | 633          | 4         | 142        | 4                            | 38         | 4         | 48         | 4         | 52         |
| Capniidae        | 17         | 315          | 5         | 25         | 4                            | 10         | 4         | 10         | 4         | 6          |
| Leuctridae       | 12         | 327          | 3         | 139        | 3                            | 52         | 3         | 64         | 3         | 58         |
| <b>Total</b>     | <b>286</b> | <b>3.497</b> | <b>36</b> | <b>454</b> | <b>26</b>                    | <b>148</b> | <b>27</b> | <b>174</b> | <b>23</b> | <b>163</b> |

FUENTES DE DATOS: Mundial: Fochetti & Tierno de Figueroa (2008a), estos datos se han visto incrementados en los últimos años, pero no se presentan actualizados, a diferencia de lo que ocurre en las otras columnas; Europa (excluido Cáucaso): Graf *et al.* (2009), DeWalt *et al.* (2014), Boumans & Murányi (2014), Murányi *et al.* (2014); Península Ibérica y Baleares: Tierno de Figueroa *et al.* (2003), Luzón-Ortega *et al.* (2013), Murányi *et al.* (2014), Tierno de Figueroa & Fochetti (2014); Francia (incluyendo Córcega): Le Doaré & Vinçon (2006), Boumans & Murányi (2014), Murányi *et al.* (2014); Italia (incluyendo Cerdeña, Sicilia e islas próximas): Fochetti & Tierno de Figueroa (2008b), Fochetti & Vinçon (2009), Vinçon & Graf (2011), Murányi *et al.* (2014).

#### 4. Estado actual de conocimiento del grupo

En la actualidad existe un relativamente buen conocimiento taxonómico de la fauna de plecópteros de España. Dicho conocimiento quedó plasmado en la correspondiente monografía de la serie Fauna Ibérica (Tierno de Figueroa *et al.*, 2003). Previamente existía un completo catálogo (Sánchez-Ortega *et al.*, 2003) en el que se recogían todas las citas conocidas hasta el momento de todas las especies de plecópteros presentes en la Península Ibérica y las Islas Baleares. No obstante, en los últimos años se han seguido descubriendo y describiendo nuevas especies (por ejemplo, *Protonemura gevi* Tierno de Figueroa & López-Rodríguez, 2010, *Isoperla morenica* Tierno de Figueroa & Luzón-Ortega, 2011 o *Tyrrhenoleuctra lusohispanica* Tierno de Figueroa & Fochetti, 2014). Asimismo, algunas especies o subespecies han cambiado de categoría taxonómica en la última década [por ejemplo, *Protonemura asturica* (Aubert, 1954) y *Protonemura spinulosa* (Navás, 1921) son consideradas ya especies, mientras que hasta hace unos pocos años eran subespecies, mientras que *Leuctra lusitanica* Aubert, 1962 ha pasado del estatus de especie al de subespecie de *Leuctra lamellosa* Despax, 1929]. Para actualizar el catálogo del año 2002, recientemente se ha publicado una revisión con nuevos datos de distribución de las especies (Luzón-Ortega *et al.*, 2013).

El conocimiento sobre la biología y la ecología de los plecópteros españoles es relativamente amplio en relación al existente en muchos otros países europeos. Entre los aspectos mejor estudiados destacan los relacionados con la alimentación, comunicación y reproducción de los adultos, así como los referentes a ciclos de vida y alimentación ninfal (Tierno de Figueroa *et al.*, 2003; Luzón-Ortega *et al.*, 2013).

#### 5. Principales fuentes de información disponibles

El conocimiento de los plecópteros en el ámbito ibero-balear data de comienzos del siglo XIX, cuando aparecen publicadas las primeras citas de este grupo de insectos en este área (en Tierno de Figueroa *et al.*, 2003). Desde entonces, y sobre todo en los últimos cien años, el número de trabajos publicados ha sido considerable. Junto a esta bibliografía, se debe considerar todo el conjunto de trabajos publicados en otras regiones pero que aportan información sobre especies comunes a las de nuestra fauna. Afortunadamente, en los últimos años, la publicación de varias obras de revisión facilita enormemente el acceso a la información en aspectos taxonómicos, faunísticos, comportamentales y autoecológicos del grupo.

A continuación se presenta un conjunto de recursos que pueden ayudar en la identificación y el conocimiento de las especies ibero-baleares. Se ha evitado citar trabajos muy específicos sobre especies o géneros particulares, así como artículos sobre familias concretas.

##### 5.1. Recursos generales relacionados con la taxonomía e identificación de plecópteros

En cuanto a Monografías y Manuales en español, la obra de referencia para el estudio de los plecópteros ibéricos es el volumen correspondiente (volumen 22, Plecoptera) de la serie *Fauna Ibérica* (Tierno de Figueroa *et al.*, 2003), en el que se recopila lo conocido hasta ese momento sobre la taxonomía (y también la historia natural y la distribución) del grupo en el área de estudio. Más recientemente, el artículo de revisión de Luzón-Ortega *et al.* (2013) presenta una lista actualizada de las especies españolas de plecópteros y, aparte de actualizar el conocimiento sobre la distribución de estos organismos en España,



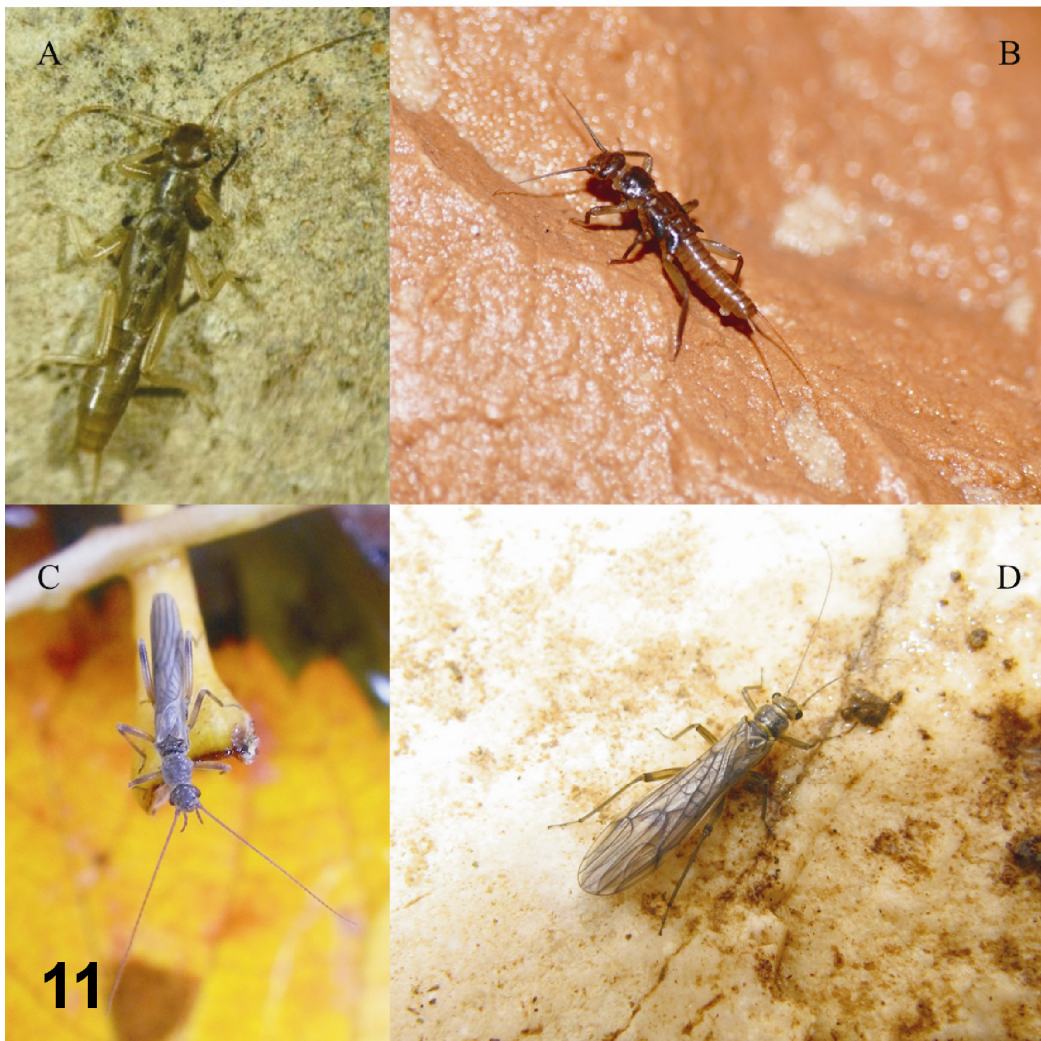


Fig. 10. Ninfas (arriba) y adultos (abajo) de Perlodea: Perlodidae (A, C), Perlidae (B, D).  
Fig. 11. Ninfas (arriba) y adultos (abajo) de Nemouroidea: Leuctridae (A, C), Nemouridae (B, D).



analiza toda la bibliografía publicada sobre el grupo en este área en la década transcurrida desde la publicación de Tierno de Figueroa *et al.* (2003). Una lista completamente actualizada de las especies ibéricas, con descripciones que se hallan en proceso de realización para cada una de ellas, se puede encontrar en el banco de datos de IBERFAUNA (<http://iberfauna.mncn.csic.es/index.aspx>).

En otros idiomas puede ser útil consultar diversos libros sobre la fauna de ciertos países y áreas geográficas europeas que comparten especies con la Península Ibérica, especialmente Italia (Fochetti & Tierno de Figueroa, 2008b) y Francia (Despax, 1951), aunque también otros como Rumanía (Kis, 1974), Alemania (Illies, 1955) Suiza (Aubert, 1959; Lubini *et al.*, 2012), Gran Bretaña (Hynes, 1941) o Fenoscandia (Lillehammer, 1988).

Por último, merece ser citada una publicación fundamental, en la que Zwick (2000) realiza la revisión más completa y actual sobre la filogenia y taxonomía de los plecópteros a nivel mundial.

## 5.2. Claves de familias de Plecoptera

Claves de identificación a nivel de familia de la fauna ibero-balear pueden ser halladas en Tierno de Figueroa *et al.* (2003), Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega (2004), Baltanás *et al.* (1987) y Oscoz *et al.* (2011), estos dos últimos sólo para ninfas.

A nivel europeo, se recomienda el uso de las claves de Zwick (2004) y Tachet *et al.* (2010) para ninfas. No obstante, puesto que todas las familias europeas tienen representantes en la fauna ibérica, las claves señaladas en el párrafo anterior resultan igualmente válidas a nivel de todo el continente. Del mismo modo, en muchas de las obras referidas en el apartado anterior sobre fauna de otros países europeos, a las que habría que añadir Hynes (1977), se aportan claves a nivel de familia útiles para la fauna ibérica.

A nivel mundial Zwick (1980) presentó claves para adultos y ninfas, en alemán.

## 5.3. Catálogos

A nivel mundial, existen tres catálogos que constituyen obras clásicas de consulta: Claassen (1940), Illies (1966) y Zwick (1973).

Fochetti & Tierno de Figueroa (2008a) presentan una síntesis de la diversidad global de plecópteros y discuten la diversidad de especies por familias y por regiones zoogeográficas. DeWalt *et al.* (2014), en su *Plecoptera Species File Online*, recogen todas las especies actualmente descritas de plecópteros a nivel mundial y esta fuente constituye, por tanto, lugar de consulta obligado.

En Europa, Fochetti & Tierno de Figueroa (2004) recopilaron dentro del proyecto *Fauna Europaea* (2004) las citas de plecópteros por países de este continente existentes hasta la fecha [posteriormente publicaron un artículo de revisión sobre la distribución y estado de conservación de los plecópteros europeos (Fochetti & Tierno de Figueroa (2006))] y Graf *et al.* (2009) publicaron un libro que recogía las especies de plecópteros europeas y de áreas próximas por eco-regiones, aportando asimismo información completa sobre la autoecología a nivel de especie.

Aparte de la monografía sobre el grupo publicada en la serie *Fauna Ibérica* (Tierno de Figueroa *et al.*, 2003), donde se aporta información sobre distribución, datos más precisos sobre la distribución de los plecópteros ibero-balears (provincia, sistema montañoso, río, altitud, coordenadas, etc.) pueden ser hallados en la *Lista faunística y bibliográfica de los Plecópteros (Plecoptera) de la Península Ibérica e Islas Baleares* (Sánchez-Ortega *et al.*, 2003), que ampliaba notablemente la información contenida en un catálogo anterior (Sánchez-Ortega & Alba-Tercedor, 1987). Más recientemente, Luzón-Ortega *et al.* (2013) amplían y actualizan el conocimiento actual sobre la distribución de estos organismos en España.

Como se señaló en un apartado anterior, IBERFAUNA (<http://iberfauna.mncn.csic.es/index.aspx>) mantiene un listado actualizado del grupo en el ámbito ibero-balear.

Finalmente, dos publicaciones periódicas deben ser destacadas. La revista *Perla (Annual Newsletter and Bibliography of the International Society of Plecopterologists)* mantiene una continua actualización de la bibliografía mundial sobre los plecópteros, además de recoger noticias de interés de todo tipo para la comunidad de plecoterólogos. Entre la información contenida en *Perla* es de destacar la referente a la celebración de congresos y simposios específicos sobre Plecoptera, que se vienen efectuando desde 1956. Esta revista, que se distribuye de forma impresa, está accesible en PDF desde el volumen 23 (2005) de modo libre en la página <http://Plecoptera.SpeciesFile.org>. Por su parte, desde su creación en 2005, la revista *Illiesia (International Journal of Stonefly Research)*, también de libre acceso (<http://www2.pms-lj.si/illiesia/>), está dedicada íntegramente a la publicación de trabajos científicos sobre este orden de insectos.

## 6. Agradecimiento

Los autores agradecen a Ignacio Peralta-Maraver la realización de los dibujos que ilustran este artículo.

## 7. Referencias

- ALBA-TERCEDOR, J. & A. SÁNCHEZ-ORTEGA 2004. Plecoptera. Pp. 523-530, en Barrientos, J. A. (ed.), *Curso Práctico de Entomología*. Asociación Española de Entomología, Centro Iberoamericano de la Biodiversidad, Universitat Autònoma de Barcelona, Alicante, Barcelona, 947 pp.
- ALBA-TERCEDOR, J., P. JÁIMEZ-CUÉLLAR, M. ÁLVAREZ, J. AVILÉS, N. BONADA, I. CAPARRÓS, J. CASAS, A. MELLADO, M. ORTEGA, I. PARDO, N. PRAT, M. RIERADEVALL, S. ROBLES, C.E. SÁINZ-CANTERO, A. SÁNCHEZ-ORTEGA, M.L. SUÁREZ, M. TORO, M.R. VIDAL-ABARCA, S. VIVAS & C. ZAMORA-MUÑOZ 2002. Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP). *Limnetica*, **21**: 175-185.
- ALLAN, J. D. 1983. Food consumption by trout and stoneflies in a Rocky Mountain stream, with comparison top reed standing crop. Pp. 371-390, in Fontaine, T. D. & S. M. Bartell (eds), *Dynamics of lotic ecosystems*. Ann Arbor Science Publishers, Ann Harbor, Michigan, 494 pp.
- AUBERT, J. 1959. *Plecoptera*. Insecta helvetica I, La Concorde, Lausanne, 140 pp.
- BALTANÁS, A., J. RODRÍGUEZ & A. G. VALDECASAS 1987. Clave preliminar para las ninfas de Plecoptera (Insecta) de la península Ibérica. *Graellsia*, **43**: 111-125.
- BÉTHOUX, O., Y. CUI, B. KONDRATIEFF, B. STARK & D. REN 2011. At last, a Pennsylvanian stem-stonefly (Plecoptera) discovered. *BMC Evolutionary Biology* **11**: 248.
- BOUMANS, L. & D. MURÁNYI 2014. Two new species of *Zwicknia* Murányi, with molecular data on the phylogenetic position of the genus (Plecoptera, Capniidae). *Zootaxa*, **3808**: 1-91.
- BRITAIN, J. E. 1990. Life history strategies in Ephemeroptera and Plecoptera. Pp. 1-12, in Campbell, I. C. (ed), *Mayflies and Stoneflies: Life history and Biology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 366 pp.
- CARY, S.J. & G. Z. JACOBI 2008. Zoogeographic affinities of Southwestern USA Plecoptera. Pp. 133-157, in Hauer, F.R., J.A. Standford & R.L. Newell (eds), *International Advances in the Ecology, Zoogeography, and Systematics of Mayflies and Stoneflies*. University of California Press, Berkeley-Los Angeles-London, 422 pp.
- CLAASSEN, P. W. 1940. *A catalogue of the Plecoptera of the world*. Cornell University Memoirs nº 232, Ithaca (NY): 1-235.
- DESPAX, R. 1951. *Plécoptères*. Faune de France, vol. 55, Paul Lechevalier ed., Paris, 280 pp. Accesible (2014) en: <http://www.faunedefrance.org/bibliotheque/docs/P.FAUVEL%28FdeFr16%29Polychetes-sendentaires.pdf>
- DEWALT, R. E., M. D. MAEHR, U. NEU-BECKER & G. STUEBER 2014. *Plecoptera Species File Online*. Version 5.0/5.0, Accesible (2014) en: <http://Plecoptera.SpeciesFile.org>
- FAUSTO, A. M., M. BELARDINELLI, J. M. TIERNO DE FIGUEROA, R. FOCHETTI & M. MAZZINI 2003. Ultrastructural Studies On Plecoptera Spermatozoa: New Data And Comparative Remarks. Pp. 431-436, en Gaino, E. (ed), *Research Update on Ephemeroptera & Plecoptera*. Università de Perugia, Perugia, 488 pp.
- FOCHETTI, R. & J. M. TIERNO DE FIGUEROA 2004. *Plecoptera*. Fauna Europaea Web Service. Accesible (2014) en: <http://www.faunaeur.org>
- FOCHETTI, R. & J. M. TIERNO DE FIGUEROA 2006. Notes on diversity and conservation of the European fauna of Plecoptera (Insecta). *Journal of Natural History*, **40**: 2361-2369.
- FOCHETTI, R. & J. M. TIERNO DE FIGUEROA 2008a. Global diversity of stoneflies (Plecoptera; Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia*, **595**: 365-377.
- FOCHETTI, R. & J. M. TIERNO DE FIGUEROA 2008b. *Plecoptera*. Fauna d'Italia, vol. 43, Ed. Calderini de Il Sole 24 ore, Milán, 339 pp.
- FOCHETTI, R. & G. VINÇON 2009. A new species of *Nemoura* (Plecoptera: Nemouridae) from Central Italy. *Zootaxa*, **2216**: 64-68.
- GRAF, W., A. LORENZ, J. M. TIERNO DE FIGUEROA, S. LÜCKE, M. J. LÓPEZ-RODRÍGUEZ & C. DAVIES 2009. *Plecoptera. Distribution and ecological preferences of European freshwater organisms, vol. 2*, Schmidt-Kloiber, A. & D. Hering (series eds), PENSOFT Publishers, Sofia, 262 pp.
- HYNES, H. B. N. 1941. The taxonomy and ecology of the nymphs of British Plecoptera with notes on the adults and eggs. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, **91**: 459-557.
- HYNES, H. B. N. 1976. Biology of Plecoptera. *Annual Review of Entomology*, **21**: 135-153.
- HYNES, H. B. N. 1977. *A key to the adults and nymphs of the British stoneflies*. Freshwater Biological Association, Nº 17. Ambleside, Cumbria, 90 pp.
- ILLIES, J. 1955. *Steinfliegen oder Plecoptera*. Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile, 43 Teil, Gustav Fischer Verlag, Jena, 150 pp.
- ILLIES, J. 1966. Katalog der rezenten Plecoptera. *Das Tierreich*, **82**: xxx + 1-632.
- KIS, B. 1974. *Insecta. Plecoptera*. En: Fauna Republicii Socialiste România, vol. 8, fasc. 7, Academiei Republicii Socialiste România, Bucarest, 271 pp.
- LE DOARÉ, J. & G. VINÇON 2005 [2006] Les Plécoptères de France: inventaire des espèces signalées par départements [Plecoptera]. *Ephemera*, **7**: 11-43.
- LILLEHAMMER, A. 1988. *Stoneflies (Plecoptera) of Fennoscandia and Denmark*. Fauna Entomologica Scandinavica, vol. 21, E.J. Brill & Scandinavian Science Press Ltd., Leiden, 165 pp.
- LUBINI V., S. KNISPEL & G. VINÇON 2012. *Die Steinfliegen der Schweiz: Bestimmung und Verbreitung / Les plécoptères de Suisse: identification et distribution*. Fauna Helvetica 27, CSCF & SEG, Neuchâtel, 272 pp.
- LUZÓN-ORTEGA, J. M., J. M. TIERNO DE FIGUEROA & M. J. LÓPEZ-RODRÍGUEZ 2013. Contribution to the knowledge of the stoneflies from Spain (Insecta, Plecoptera). *Boletín de la Asociación española de Entomología*, **37**: 225-275.

- MURÁNYI, D., M. GAMBOA & K. M. ORCI 2014. *Zwicknia* gen. n. for the *Capnia bifrons* species group, with descriptions of three new species based on morphology, drumming signals and molecular genetics, and a synopsis of the West Palaearctic and Nearctic genera of Capniidae (Plecoptera). *Zootaxa*, **3812**: 1-82.
- OSCOZ, J., D. GALICIA & R. MIRANDA (eds.) 2011. *Identification guide of freshwater macroinvertebrates of Spain*. Springer, Dordrecht, 153 pp.
- SÁNCHEZ-ORTEGA, A. & J. ALBA TERCEDOR 1987. *Lista faunística y bibliográfica de los Plecópteros de la Península Ibérica*. Asociación española de Limnología, Lista de la flora y fauna de las aguas continentales de la Península Ibérica, Nº 4, Madrid, 133 pp.
- SÁNCHEZ-ORTEGA, A., J. ALBA-TERCEDOR & J. M. TIERNO DE FIGUEROA 2002 [2003]. *Lista faunística y bibliográfica de los Plecópteros de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Publicaciones de la Asociación española de Limnología, Nº 16, Madrid, 198 pp.
- SINITSHENKOVA, N. D. 1997. Paleontology of stoneflies. Pp. 561–565, en Landolt, P. & M. Sartori (eds), *Ephemeroptera and Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics*. MTL, Fribourg, Switzerland, 569 pp.
- STEWART, K. W. 1994. Theoretical considerations of mate finding and other adult behaviors of Plecoptera. *Aquatic Insects*, **16**: 95-104.
- STEWART, K. W. 2001. Vibrational communication (drumming) and mate-searching behavior of stoneflies (Plecoptera); evolutionary considerations. Pp. 217-225, in Domínguez, E. (ed), *Trends in Research in Ephemeroptera and Plecoptera*. Kluwer Academic & Plenum Publishers, New York, 478 pp.
- TACHET, H., P. RICHOUX, M. BOURNAUD & P. USSEGLIO-POLATERA 2010. *Invertébrés d'eau douce. Systématique, biologie, écologie*. CNRS éditions, Paris, 607 pp.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. 2003. Mate guarding and displacement attempts in stoneflies (Insecta: Plecoptera). *Biologia (Bratislava) Section Zoology*, **58**: 925-928.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & R. FOCETTI 2014. A second new species of *Tyrrhenoleuctra* discovered by means of molecular data: *Tyrrhenoleuctra lusohispanica* n. sp. (Insecta: Plecoptera). *Zootaxa*, **3764**: 587-593.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M., M. J. LÓPEZ-RODRÍGUEZ, A. LORENZ, W. GRAF, A. SCHMIDT-KLOIBER & D. HERING 2010. Vulnerable taxa of European Plecoptera (Insecta) in the context of climate change. *Biodiversity and Conservation*, **19**: 1269-1277.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M., J. M. LUZÓN-ORTEGA & M. J. LÓPEZ-RODRÍGUEZ 2006. Mating balls in stoneflies (Insecta, Plecoptera). *Zoologica baetica*, **17**: 93-96.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & A. SÁNCHEZ-ORTEGA 1997. Importancia ecológica de las moscas de las piedras. *Quercus*, **132**: 15-17.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & A. SÁNCHEZ-ORTEGA 1999. Huevos y puestas de algunas especies de plecópteros (Insecta, Plecoptera) de Sierra Nevada (Granada, España). *Zoologica baetica*, **10**: 161-184.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M., A. SÁNCHEZ-ORTEGA, P. MEMBIELA-IGLESIA & J. M. LUZÓN-ORTEGA 2003. *Plecoptera*. Fauna Ibérica, vol. 22, Ramos, M.A. et al. (eds.), Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, 404 pp.
- VERDÚ, J. R. & E. GALANTE (Eds.) 2006. *Libro Rojo de los Invertebrados de España*. Dirección General de Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 412 pp.
- VERDÚ, J. R., C. NUMA & E. GALANTE (eds.) 2011. *Atlas y Libro Rojo de los Invertebrados amenazados de España (Especies Vulnerables)*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, Madrid, 1318 pp.
- VINÇON, G. & W. GRAF 2011. Two new Alpine *Leuctra* in the *L. braueri* species group (Plecoptera, Leuctridae). *Illiesia*, **7**: 92-103.
- ZWICK, P. 1973. Insecta: Plecoptera. Phylogenetisches System und Katalog. *Das Tierreich*, **94**: 1-465.
- ZWICK, P. 1980. *Plecoptera (Steinfliegen)*. In Handbuch der Zoologie, Walter de Gruyter, Berlin, 1-115 pp.
- ZWICK, P. 2000. Phylogenetic system and zoogeography of the Plecoptera. *Annual Review of Entomology*, **45**: 709-746.
- ZWICK, P. 2004. Key to the West Palaearctic genera of stoneflies (Plecoptera) in the larval stage. *Limnologia*, **34**: 315-348.