

# Faunística y fenología de los plecópteros (Insecta: Plecoptera) de arroyos mediterráneos de Sierra Morena Occidental

## Faunistic and phenology of the stoneflies (Insecta: Plecoptera) of Mediterranean streams from Western Sierra Morena

E. ANTORÁN-PILAR<sup>1</sup>, M. J. LÓPEZ-RODRÍGUEZ<sup>2</sup>, J. M. LUZÓN-ORTEGA<sup>1</sup> &  
J. M. TIERNO DE FIGUEROA<sup>1\*</sup>

1. Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Campus Fuentenueva s/n, 18071, Granada, España.

2. Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Campus Fuentenueva s/n, 18071, Granada, España.

\* Autor para correspondencia. E-mail: jmtdef@ugr.es

Recibido el 28 de junio de 2016. Aceptado el 7 de noviembre de 2016.

ISSN: 1130-4251 (2016), vol. 27, 25-38

**Palabras clave:** insectos acuáticos, Plecoptera, ríos estacionales, Sur de España.

**Key words:** aquatic insects, Plecoptera, seasonal streams, Southern Spain.

### RESUMEN

En el presente trabajo se ha estudiado la composición faunística, la corología y los periodos de vuelo de los plecópteros de la parte occidental de Sierra Morena presentes en arroyos temporales de media y baja cota, analizados mensualmente durante un año. Se recoge un listado faunístico de las 10 especies encontradas (pertenecientes a 7 géneros y 5 familias): *Hemimelaena flaviventris*, *Isoperla grammatica*, *Isoperla morenica*, *Isoperla pallida*, *Rhabdiopteryx thienemanni*, *Nemoura lacustris*, *Capnioneurina gelesae*, *Capnioneurina mitis*, *Capnopsis schilleri* y *Tyrrhenoleuctra minuta*. La especie más abundante fue *T. minuta* (aproximadamente el 60% de los adultos colectados) y dominaron las especies detritívoras/fitófagas en su estado ninfal con respecto a las depredadoras. En lo concerniente a la corología, en el área de estudio predominaron los endemismos ibéricos, seguidos por las especies europeas y paleárticas occidentales y, de forma puntual, ibero-magrebíes. En cuanto a la fenología, las especies pueden agruparse en: primaverales (5 especies), otoñales-invernales (1), invernales (3) y de periodo de vuelo extendido (1). Los periodos de vuelo en los arroyos temporales estudiados fueron largos para las especies otoñales-invernales y muy breves para las primaverales. Para las especies encontradas, la razón de sexos no difirió estadísticamente de 1:1. No se observó protandria en las especies con

periodos de vuelo cortos, lo que apoya la hipótesis de que en especies con periodo de vuelo breve, pequeños retrasos entre la emergencia de ambos sexos dificultaría el encuentro de los mismos.

#### ABSTRACT

Faunistic composition, corology and flight periods of the stoneflies inhabiting medium and low altitude temporary streams from Western Sierra Morena have been studied monthly during a year. A faunistic list of the 10 species found (belonging to 7 genera and 5 families) is provided: *Hemimelaena flaviventris*, *Isoperla grammatica*, *Isoperla morenica*, *Isoperla pallida*, *Rhabdiopteryx thienemanni*, *Nemoura lacustris*, *Capnioneura gelesae*, *Capnioneura mitis*, *Capnopsis schilleri* and *Tyrrhenoleuctra minuta*. The most abundant species was *T. minuta* (approximately 60% of the collected adults) and the dominant taxa were species with detritivorous/phytophagous nymphs with respect to predators. Regarding the corology, in the study area Iberian endemics were prevalent, followed by European and South-Western Palearctic taxa and, in some cases, Ibero-Maghrebian species. As regards phenology, species can be grouped in: spring (5 species), autumn-winter (1), winter (3) and with extended flight period (1). Flight periods in the studied temporary streams were long for autumn-winter species and very short for spring ones. Sex ratio did not statistically differ from 1:1 for the studied species. Protandry was not detected in short flight period species. This result supports the hypothesis that in species with short flight periods a small delay between the emergences of both sexes would make mating encounters difficult.

## INTRODUCCIÓN

El orden Plecoptera agrupa insectos neópteros y hemimetábolos, es decir, que presentan una metamorfosis incompleta donde las ninfas son acuáticas (con alguna excepción) y los adultos son en casi su totalidad terrestres (Hynes, 1976). Su hábitat se restringe a ambientes fluviales y, más puntualmente, a lagos, habitualmente de aguas con temperaturas bajas, bien oxigenadas y de cotas medias y altas (Fochetti & Tierno de Figueroa, 2008; DeWalt *et al.*, 2015), aunque existen algunas especies que ocupan ambientes de baja cota con marcada estacionalidad (Aubert, 1963).

En la península ibérica la información existente sobre los plecópteros es relativamente amplia (Tierno de Figueroa & López-Rodríguez, 2015). Desde que aparecieron los primeros datos durante la primera mitad del siglo XIX aportados por autores como Brulle, Pictet y Rambur (Sánchez-Ortega *et al.*, 2003a) se ha ido acumulando una amplia bibliografía sobre el grupo en aspectos tanto taxonómicos como faunísticos o biológicos. No obstante, existen áreas peninsulares donde la información continúa siendo escasa en algunos aspectos básicos de la biología del grupo. Este es, por ejemplo, el caso de Sierra Morena ya que, en este sistema montañoso, los trabajos de investigación sobre los plecópteros se

han centrado principalmente en su taxonomía (p. ej. Aubert, 1963; Berthélemy & Baena, 1984; Tierno de Figueroa *et al.*, 2011) y faunística (Sánchez-Ortega *et al.*, 2003b y trabajos allí referidos), si bien han sido estudios más o menos puntuales sin un seguimiento continuado anual. En lo referente a su biología, los trabajos han versado tanto sobre adultos (p. ej. Tierno de Figueroa *et al.*, 2000; 2002; Tierno de Figueroa & Luzón-Ortega, 2002; López-Rodríguez & Tierno de Figueroa, 2009) como ninfas (p. ej. Ferreras-Romero & Agüero-Pelegrín, 1994; López-Rodríguez *et al.*, 2009a, 2009b; Agüero-Pelegrín & Ferreras-Romero, 2013).

De acuerdo con Butler (1984), la fenología estudia la relación que existe entre los distintos eventos que acontecen a lo largo del ciclo de vida de los organismos y los cambios ambientales estacionales. En el caso de los adultos, se extendería desde la emergencia hasta la muerte, espacio de tiempo denominado periodo de vuelo. La emergencia en el caso de los plecópteros está principalmente regulada por la temperatura del agua y el fotoperiodo (Hynes, 1976), aunque el periodo de vuelo depende de toda una serie de factores bióticos y abióticos que, en definitiva, condicionan el crecimiento y desarrollo de las ninfas, por lo que el estudio de los periodos de vuelo supone una importante aproximación al conocimiento de los ciclos de vida de las poblaciones (Tierno de Figueroa *et al.*, 2001). En el caso de los ríos y arroyos mediterráneos, muchos de ellos caracterizados por una estacionalidad más o menos marcada, la existencia y duración de los periodos de sequía tienen una gran influencia en la biología ninfal y en el periodo de vuelo de los adultos (Gasith & Resh, 1999).

Los objetivos del presente trabajo son: 1) realizar un listado faunístico de las especies de plecópteros que habitan en Sierra Morena occidental (Córdoba y Sevilla) en arroyos de baja cota temporales y discutirlo comparándolo con otras áreas andaluzas; 2) discutir la corología de las especies presentes; 3) describir los periodos de vuelo de las especies encontradas comparándolos con los de otros sistemas montañosos para comprobar la hipótesis de que los periodos de vuelo en arroyos temporales son largos para especies otoñales/invernales y muy breves para primaverales; y 4) comprobar si la razón de sexos difiere de 1:1 para las especies más abundantes y observar si existe o no protandria (inicio de la emergencia de los machos adelantado respecto a la de las hembras) en la emergencia de las especies con distinta duración de periodos de vuelo (Tierno de Figueroa & Sánchez-Ortega, 2003).

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en Sierra Morena, un amplio sistema montañoso que abarca gran parte del norte de Andalucía, el sur de Extremadura y el sur

de Castilla-La Mancha. Sus cumbres no son muy elevadas pues se encuentran generalmente entre los 600 y 1000 m de altitud, con su cota más alta en el Pico de Bañuelas (1332 m s.n.m.). Las rocas más características presentes son los granitos, pizarras y cuarcitas, sustrato impermeable que facilita la circulación superficial del agua, dando origen a multitud de ríos y arroyos, muchos de ellos estacionales (Sánchez-Ortega *et al.*, 2003b).

Se muestrearon seis arroyos estacionales de Sierra Morena comprendidos en las provincias de Córdoba y Sevilla, en altitudes que variaron entre los 88 y los 349 m s.n.m. (Tabla I, fig. 1). Las muestras fueron tomadas mensualmente durante todo el periodo en el que los arroyos llevaban agua: desde octubre de 2014 hasta mayo de 2015 en todos los cursos fluviales, excepto en el río Guadalvacarejo y el arroyo del Moro, en los que los muestreos finalizaron en el mes de abril de 2015 por encontrarse ya secos en el mes siguiente. En cada muestreo se colectaron, semicuantitativamente, todos los adultos de plecópteros presentes en ambas orillas del tramo en estudio. Para ello se empleó una manga entomológica con la que una persona batía la vegetación de ribera a lo largo de un tramo de aproximadamente 100 m en cada orilla durante unos 20 minutos. Además otros individuos fueron recogidos directamente con pinzas entomológicas de las rocas emergentes en el cauce fluvial y de las orillas. Todos los ejemplares colectados fueron conservados en viales de plástico con alcohol al 70%.

Para la identificación específica y la determinación del sexo de los ejemplares se empleó una lupa binocular Motic SMZ-168. Para los ejemplares pertenecientes al género *Isoperla* Banks, 1906 se procedió a la extracción de la armadura peneal del macho mediante disección del extremo final del abdomen. Las armaduras peneales fueron montadas en una preparación en líquido de Hertwig y examinadas en un microscopio Zeiss Primo Star con objeto de observar la morfología de la armadura y de las escamas que la forman y así identificar las especies.

Tabla I.— Información de los puntos de muestreo.

Table I.— Information on the sampling sites.

Código	Nombre del Río	Altitud (m s.n.m)	Provincia	Coordenadas
<b>E1</b>	Arroyo Galapagar	99	Sevilla	37°40'28''N 5°40'56''O
<b>E2</b>	Río del Parroso	88	Sevilla	37°41'13''N 5°46'20''O
<b>E3</b>	Río Guadalvacarejo	230	Córdoba	37°53'15''N 5°08'41''O
<b>E4</b>	Arroyo del Moro	349	Sevilla	38°02'26''N 5°56'13''O
<b>E5</b>	Río Névalo	230	Córdoba	38°00'11''N 5°13'33''O
<b>E6</b>	Río Guadiatillo	291	Córdoba	37°58'02''N 4°59'29''O



Fig. 1.—Mapa del área de estudio con la localización de los puntos de muestreo (fuente: Luzón-Ortega *et al.*, 2016).

Fig. 1.—Map of the study area showing the location of the sampling sites (source: Luzón-Ortega *et al.*, 2016).

Para las especies más abundantes ( $n > 10$ ), se calculó la razón de sexos como número de hembras entre número de machos.

Se empleó el programa estadístico STATISTICA (StatSoft, Inc., 2005) para estudiar la posible existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las razones de sexos obtenidas y las esperadas (1:1) mediante un test de Chi-cuadrado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Faunística

Se colectaron un total de 315 individuos pertenecientes a 10 especies, 7 géneros y 5 familias de plecópteros. El listado de taxones, con los datos de colecta y sexo de los especímenes encontrados, se presenta a continuación:

Familia Perlodidae Klapálek, 1909  
*Hemimelaena flaviventris* (Pictet, 1842)

**E1**, 21-IV-2015, 1♂. **E2**, 21-IV-2015, 3♀♀, 7♂♂. **E4**, 20-IV-2015, 6♀♀, 3♂♂. **E5**, 21-IV-2015, 1♀, 4♂♂. **E6**, 20-IV-2015, 2♂♂.

*Isoperla grammatica* (Poda, 1761)

**E5**, 21-IV-2015, 4♀♀, 2♂♂.

*Isoperla morenica* Tierno de Figueroa & Luzón-Ortega, 2011

**E2**, 19-III-2015, 1♀, 21-IV-2015, 5♀♀, 1♂.

*Isoperla pallida* Aubert, 1963

**E2**, 21-IV-2015, 1♀, 2♂♂.

Familia Taeniopterygidae Klapálek, 1905

*Rhabdiopteryx thienemanni* Illies, 1957

**E5**, 19-II-2015, 3♀♀, 4♂♂.

Familia Nemouridae Billberg, 1820

*Nemoura lacustris* Pictet, 1865

**E1**, 19-III-2015, 4♀♀, 6♂♂, 21-IV-2015, 1♀. **E2**, 19-III-2015, 1♀, 1♂, 21-IV-2015, 1♀. **E3**, 20-III-2015, 1♂. **E4**, 20-IV-2015, 1♀. **E5**, 20-III-2015, 1♂. **E6**, 20-III-2015, 1♂.

Familia Capniidae Klapálek, 1905

*Capnioneura gelesae* Berthélemy & Baena, 1984

**E1**, 17-XII-2014, 1♂. **E2**, 26-I-2015, 1♀, 1♂. **E3**, 19-XI-2014, 2♀♀, 4♂♂, 27-I-2015, 1♀. **E4**, 18-XI-2014, 1♂, 17-XII-2014, 2♀♀, 2♂♂, 18-II-2015, 4♀♀, 1♂, 19-III-2015, 1♀. **E5**, 19-XI-2014, 4♀♀, 4♂♂, 27-I-2015, 1♀, 2♂♂, 19-II-2015, 4♀♀, 2♂♂. **E6**, 19-XI-2014, 2♂♂, 18-XII-2014, 1♂, 27-I-2015, 1♂, 19-II-2015, 2♀♀.

*Capnioneura mitis* Despax, 1932

**E5**, 27-I-2015, 4♀♀, 3♂♂, 19-II-2015, 4♀♀, 2♂♂.

*Capnopsis schilleri* (Rostock, 1892)

**E1**, 26-I-2015, 1♀, 19-III-2015, 1♀.

Familia Leuctridae Klapálek, 1905

*Tyrrhenoleuctra minuta* (Klapálek, 1901)

**E1**, 18-XI-2014, 1♀, 17-XII-2014, 11♂♂, 19-III-2015, 1♀, 21-IV-2015, 1♀. **E2**, 19-III-2015, 6♀♀, 3♂♂, 21-IV-2015, 20♀♀. **E3**, 18-XII-2014, 1♀, 1♂. **E4**, 18-XI-2014, 4♀♀, 1♂, 17-XII-2014, 3♀♀, 2♂♂, 26-I-2015, 1♀, 5♂♂,

18-II-2015, 2♀♀, 6♂♂, 19-III-2015, 2♀♀, 13♂♂, 20-IV-2015, 15♀♀, 18♂♂. **E5**, 19-XI-2014, 1♂, 19-II-2015, 3♀♀, 5♂♂, 20-III-2015, 13♀♀, 10♂♂, 21-IV-2015, 6♀♀. **E6**, 18-XII-2014, 2♀♀, 3♂♂, 27-I-2015, 6♂♂, 19-II-2015, 1♂, 20-III-2015, 9♀♀, 6♂♂, 20-IV-2015, 4♀♀, 2♂♂.

En los arroyos estudiados están presentes 10 de las 23 especies (más una dudosa) citadas en todo el sistema montañoso de Sierra Morena (Sánchez-Ortega *et al.*, 2003a, 2003b; Luzón-Ortega *et al.*, 2013). Comparándolo con otros sistemas montañosos, de las 10 especies encontradas en nuestro estudio, seis de ellas no se encuentran presentes en el Sistema Subbético Cordobés (Sánchez-Ortega *et al.*, 2003b). El número de especies no compartidas entre estos dos sistemas es relativamente alto a pesar de su cercanía. Esto podría ser explicado principalmente porque Sierra Morena tiene un origen geológico diferente a los Sistemas Béticos (Sánchez-Ortega *et al.*, 2003b) y la capacidad de dispersión de este grupo de insectos es relativamente baja (Fochetti & Tierno de Figueroa, 2008).

Todas las especies detectadas habían sido citadas previamente en Sierra Morena (Sánchez-Ortega *et al.*, 2003b; Luzón-Ortega *et al.*, 2013). De todas maneras éste es el primer estudio faunístico realizado con periodicidad mensual y centrado en arroyos temporales de baja y media cota (88 a 349 m s.n.m.) del centro-oeste de Sierra Morena. Esto nos permite hacer una estima de la abundancia relativa de las especies presentes, ya que los muestreos fueron semicuantitativos.

La especie más abundante fue *T. minuta*, con un total de 188 individuos colectados, lo que supone aproximadamente un 60% de la muestra total de plecópteros capturados, y además se observó su presencia en todos los arroyos analizados. A nivel de toda Sierra Morena, Luzón-Ortega (2002) ya había señalado con anterioridad que esta especie era la más capturada, si bien también indicaba que no podían sacarse conclusiones debido al carácter esporádico e irregular de los muestreos. Los resultados del presente trabajo sí parecen confirmar que *T. minuta* es la especie más abundante. Le siguen en orden de abundancia *C. gelesae* con un 14,0% de abundancia relativa, *H. flaviventris* con un 8,6%, *N. lacustris* con un 5,7%, *C. mitis* con un 4,1%, *R. thienemanni* e *I. morenica* con un 2,2%, *I. grammatica* con un 1,9% e *I. pallida* con un 1,0%. La especie más escasa fue *C. schilleri*, con solamente 2 individuos colectados, lo que supone un 0,6% de la muestra total de individuos, ambos del mismo sexo y recogidos en el mismo arroyo.

Los taxones dominantes en los arroyos estudiados son las especies detritívoras/fitófagas en su estado ninfal (p. ej. *T. minuta* y *C. gelesae*) frente a las depredadoras (p. ej. *H. flaviventris* e *I. morenica*) (Graf *et al.*, 2009; López-Rodríguez *et al.*, 2009a, 2009b). Este patrón es similar al encontrado en otras áreas montañosas de la mitad sur peninsular, como la Serranía de

Ronda, Sierra de Baza, Sierra de Huétor y Sierra Nevada (Tierno *et al.*, 1996; Luzón-Ortega *et al.*, 1998a, 1998b; Tierno de Figueroa *et al.*, 2001). Así, por ejemplo, en la Serranía de Ronda, 3 de las 14 especies citadas fueron las más abundantes, con casi un 63% de las capturas, y todas ellas pertenecientes a la familia Leuctridae (Tierno *et al.*, 1996), cuyas ninfas son principalmente detritívoras (Graf *et al.*, 2009).

## Corología

Con respecto a la corología que presentan las especies de plecópteros de nuestra área de estudio en Sierra Morena, la mitad de las especies son endemismos ibéricos (cinco especies), en orden de abundancia le siguen las especies europeas (dos especies) y paleárticas occidentales (dos especies) y, finalmente, un endemismo íbero-magrebí (Tabla II).

Los resultados obtenidos contrastan ligeramente con los valores generales observados para el conjunto de los sistemas montañosos de Andalucía, en los que las especies endémicas ibéricas suponen un 35% (Tierno de Figueroa *et al.*, 2016). Esto se puede deber a que en el presente estudio solo se trabaja con arroyos estacionales, lo que podría ser un factor limitante para la presencia de ciertas especies de plecópteros. Cabe destacar que las especies *T. minuta*, *H. flaviventris*, *N. lacustris* e *I. pallida*, generalmente asociadas a ambientes estacionales (Aubert, 1963; Luzón-Ortega *et al.*, 1998b), son de las más abundantes en los arroyos estudiados. Así, por ejemplo, en Sierra Nevada más del 50% de especies presentes son de distribución europea o paleártica y típicamente de la asociación orófila (Luzón-Ortega, 2002). Sin embargo, en las Sierras de Almijara, Tejada y Alhama, la corología de las especies de plecópteros allí presentes se asemeja bastante a la de los arroyos que estudiamos en Sierra Morena, ya que la mitad de los taxones encontrados son endemismos ibéricos y varios de ellos propios de la asociación termófila (Aubert, 1963; Tierno de Figueroa *et al.*, 2016).

## Periodos de vuelo

Este trabajo supone el primer estudio fenológico de la comunidad completa de adultos de plecópteros en un área de Sierra Morena y el primer estudio basado en muestreos periódicos del periodo de vuelo de las especies *R. thienemanni* y *C. gelesae* en toda su área de distribución.

Los periodos de vuelo detectados para las especies presentes aparecen recogidos en la Tabla III. De acuerdo a la tipología de periodo de vuelo basa-



Tabla II.—Listado de especies colectadas en este estudio con información sobre su corología. Según Sánchez-Ortega *et al.* (2003a), Tierno de Figueroa *et al.* (2003), Hammett (2012) y Luzón Ortega *et al.* (2013). CO= Córdoba; SE= Sevilla. \* Podría estar también presente en los Sistemas Béticos, pero esto debería ser confirmado mediante futuras capturas de adultos.

Table II.—List of collected species in this study with information on their corology. According to Sánchez-Ortega *et al.* (2003a), Tierno de Figueroa *et al.* (2003), Hammett (2012) and Luzón Ortega *et al.* (2013). CO= Córdoba; SE= Sevilla. \* It could be also present in the Betic Systems, but this should be confirmed with future adult collections.

<i>Taxa</i>	<i>Distribución mundial</i>	<i>Categoría corológica</i>	<i>Citas previas en las provincias estudiadas</i>
<b>Familia Perlodidae</b>			
<i>Hemimelaena flaviventris</i>	Península ibérica (España y Portugal) y norte de África.	Endemismo ibero-magrebí	Sí (en CO y SE)
<i>Isoperla grammatica</i>	Gran parte de Europa.	Europea	Sí (en CO)
<i>Isoperla morenica</i>	Sierra Morena*	Endemismo ibérico	Sí (en CO y SE)
<i>Isoperla pallida</i>	Sierra Morena y Sierra de Guadarrama	Endemismo ibérico	Sí (en CO y SE)
<b>Familia Taeniopterygidae</b>			
<i>Rhabdiopteryx thienemanni</i>	Península ibérica y el sudeste de Francia	Endemismo ibérico (ligemente extendido)	Sí (en CO)
<b>Familia Nemouridae</b>			
<i>Nemoura lacustris</i>	Península ibérica, Francia, Gran Bretaña y norte de África (Marruecos).	Paleártica occidental	Sí (en CO y SE)
<b>Familia Capniidae</b>			
<i>Capnioneura gelesae</i>	Sierra Morena, Montes de Toledo, Sierra de Guadalupe (Extremadura) y Algarve	Endemismo ibérico	Sí (en CO y SE)
<i>Capnioneura mitis</i>	Europa occidental	Europea	Sí (en CO y SE)
<i>Capnopsis schilleri</i>	Paleártico occidental, incluyendo el norte de África	Paleártica occidental	Sí (en CO y SE)
<b>Familia Leuctridae</b>			
<i>Tyrrhenoleuctra minuta</i>	Sierra Morena	Endemismo ibérico	Sí (en CO y SE)

da en modelos de emergencia estacional (Corbet, 1964), las especies pueden agruparse en las siguientes categorías:

1. Con periodo de vuelo primaveral: *H. flaviventris*, *I. grammatica*, *I. morenica*, *I. pallida* y *N. lacustris*.
2. Con periodo de vuelo otoñal-invernal: *C. gelesae* (se extiende puntualmente al inicio de la primavera).

3. Con periodo de vuelo invernial: *R. thienemanni*, *C. mitis* y *C. schilleri* (esta última alcanza el comienzo de la primavera).
4. Con periodo de vuelo extendido: *T. minuta* (con máximos en primavera).

El periodo de vuelo de las especies colectadas (Tabla III) se enmarca en los intervalos temporales conocidos a partir de estudios previos (Luzón-Ortega *et al.*, 1998b; López-Rodríguez *et al.*, 2009a, 2009b; Tierno de Figueroa *et al.*, 2001, 2003), excepto en la mayoría de las especies primaverales, en las que los periodos de vuelo aparecen ligeramente adelantados (*I. grammatica*, *I. morenica*, *I. pallida*), lo que estaría relacionado en general con el hecho de que la sequía se produce en estos cursos de agua muy pronto en relación con lo que ocurre en otros sistemas montañosos.

Tabla III.—Periodo de vuelo detectado para las especies encontradas en el estudio. H = hembra; M = macho.

Tabla III.—Flight period detected for the species found in the study. H = female; M = male.

<i>Especies</i>	<i>Sexo</i>	<i>Noviembre</i>	<i>Diciembre</i>	<i>Enero</i>	<i>Febrero</i>	<i>Marzo</i>	<i>Abril</i>
<i>Hemimelaena flaviventris</i>	H						
	M						17
<i>Isoperla grammatica</i>	H						
	M						2
<i>Isoperla morenica</i>	H					1	5
	M						1
<i>Isoperla pallida</i>	H						
	M						2
<i>Rhabdiopteryx thienemanni</i>	H						
	M				4		
<i>Nemoura lacustris</i>	H					5	3
	M					10	
<i>Capnioneura gelesae</i>	H	6	2	3	10	1	
	M	11	4	4	3		
<i>Capnioneura mitis</i>	H			4	4		
	M			3	2		
<i>Capnopsis schilleri</i>	H			1		1	
	M						
<i>Tyrrhenoleuctra minuta</i>	H	6	6	1	5	32	46
	M	1	17	11	12	31	20

El porcentaje de especies con periodos de vuelo muy breves o largos en nuestro estudio es muy elevado, con valores del 70% para periodos breves (uno o dos meses, generalmente en especies primaverales), del 20% para periodos largos (cinco o más meses) y del 10% restante para especies con periodos intermedios. Estos datos concuerdan con la observación general de que los periodos de vuelo en arroyos temporales son largos para especies otoñales-invernales y muy breves para primaverales (p. ej. López-Rodríguez *et al.*, 2009a, 2009b). En estas últimas, particularmente en aquellas que presentan un periodo de vuelo primaveral tardío, el periodo de emergencia está bastante concentrado debido a la proximidad del periodo seco.

### Razón de sexos y protandria

La razón de sexos fue de 0,37 para *H. flaviventris* (n=27), 0,44 para *N. lacustris* (n=18), 0,50 para *C. gelesae* (n=44), 0,61 para *C. mitis* (n=13) y 0,51 para *T. minuta* (n=188). En ningún caso la razón de sexos difirió estadísticamente de 1:1 ( $p > 0,05$ ; prueba de Chi-cuadrado), coincidiendo nuestros resultados en gran medida con los hallados en un estudio similar en Sierra Nevada (Tierno de Figueroa, 1998).

A la vista de los resultados obtenidos, no se observa protandria en el periodo de vuelo en las especies con periodos de vuelo cortos, sin embargo sí se detecta una ligera protandria en algunas de las especies restantes (como es el caso de *C. gelesae* y *T. minuta*). Generalmente se acepta que los machos comienzan a emerger ligeramente antes que las hembras (Hynes, 1976) y que esto tendría la ventaja de que estos estarían totalmente desarrollados y listos para aparearse cuando las hembras emerjan (Brinck, 1949) o comenzar la búsqueda y ocupar potenciales lugares de encuentro mientras esperan la emergencia de las hembras (Alexander & Stewart, 1996). De todos modos, un estudio de cuantificación de la protandria efectuado en el sur de España (Tierno de Figueroa & Sánchez-Ortega, 2003) encontró que ésta era menos acusada en: 1) especies con periodo de vuelo breve (ya que pequeños retrasos entre la emergencia de ambos sexos dificultaría el encuentro de los mismos) y 2) especies en las que los periodos de vuelo no presentan una estacionalidad definida al ser la emergencia casi continua durante todo el año (en estos casos la protandria como estrategia no acarrea claros beneficios al haber hembras disponibles de forma continua durante todo el año). Por tanto nuestros resultados son acordes con esta afirmación en lo referente a las especies de periodo de vuelo breve. Al tratarse de ambientes temporales no hay especies con emergencia continua durante todo el año (muchos meses los arroyos están secos).

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en relación con el proyecto titulado “Estudio de la variabilidad del índice de macroinvertebrados (IBMWP) en los ríos de Sierra Morena sometidos a sequía estival. Clave: CU(PH)-5384”, adjudicado por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir a la empresa Hydraena S.L.L.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGÜERO-PELEGRÍN, M. & FERRERAS-ROMERO, M., 2013. Estudio biométrico del crecimiento y desarrollo ninfal de dos plecópteros univoltinos (*Hemimelaena flaviventris* y *Rhabdiopteryx christinae*) (Plecoptera) en dos cursos estacionales de Sierra Morena (sur de España). *Boletín de la Asociación española de Entomología*, 37(3): 145-158.
- ALEXANDER, K. D. & STEWART, K. W., 1996. Description and theoretical considerations of mate finding and other adult behaviors in a Colorado population of *Claasenia sabulosa* (Plecoptera: Perlidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 89(2): 290-296.
- AUBERT, J., 1963. Les Plécoptères des cours d'eau temporaires de la péninsule ibérique. *Mitteilungen der Schweizerischen entomologischen Gesellschaft*, 35(3/4): 301-315.
- BERTHÉLEMY, C. & BAENA, M., 1984. On some plecoptera from southern Spain. *Annales de Limnologie*, 20(1-2): 21-24.
- BRINCK, P., 1949. Studies on Swedish Stoneflies (Plecoptera). *Opuscula entomologica*, suppl. 11: 1-250.
- BUTLER, M. G., 1984. Life histories of aquatic insects. In: RESH, V. H. & ROSENBERG, D. M. (Editors). *The Ecology of Aquatic Insects*: 24-55. Praeger. New York.
- CORBET, P. S., 1964. Temporal patterns of emergence in aquatic insects. *Canadian Entomologist*, 96: 264-279.
- DEWALT, R. E., KONDRATIEFF, B. C. & SANDBERG, J. B., 2015. Order Plecoptera. In: THORP, J. & ROGERS, D. C. (editors). *Ecology and general biology: Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates*: 933-949. Academic Press. London.
- FERRERAS-ROMERO, M. & AGÜERO-PELEGRÍN, M., 1994. Nymphal growth and development of *Euleuctra geniculata* Stephens, 1835 (Plecoptera: Leuctridae) in Sierra Morena mountains, Southern Spain. *Limnetica*, 10(2): 9-13.
- FOCHETTI, R. & TIerno DE FIGUEROA, J. M., 2008. Global diversity of stoneflies (Plecoptera; Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 365-377.
- GASITH A. & RESH, V. H., 1999. Streams in Mediterranean Climate Regions: Abiotic Influences and Biotic Responses to Predictable Seasonal Events. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 30: 51-81.
- GRAF, W., LORENZ, A., TIerno DE FIGUEROA, J. M., LÜCKE, S., LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M. J. & DAVIES, C., 2009. *Plecoptera. Distribution and ecological preferences of European freshwater organisms*, vol. 2. SCHMIDT-KLOIBER, A. & HERING, D. (Series Editors). PENSOFT Publishers. Sofia, 262 pp.
- HAMMETT, M. J., 2012. *Nemoura lacustris* Pictet, 1865 (Plecoptera: Nemouridae) - an addition to the British list. *Entomologist's monthly magazine*, 148(1772): 43-45.
- HYNES, H. B. N., 1976. Biology of Plecoptera. *Annual Review of Entomology*, 21: 135-153.
- LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M. J. & TIerno DE FIGUEROA, J. M., 2009. First record of the male mating call in the genus *Tyrrhenoleuctra* Consiglio (Plecoptera, Leuctridae). *Entomological News*, 120(2): 224-226.

- LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M. J., TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & ALBA-TERCEDOR, J., 2009a. Life history, feeding and secondary production of two Nemouroidea species (Plecoptera, Insecta) in a temporary stream of Southern Iberian Peninsula. *Fundamental and Applied Limnology, Archiv für Hydrobiologie*, 175(2): 161-170.
- LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M. J., TIERNO DE FIGUEROA, J. M., FENOGLIO, S., BO, T. & ALBA-TERCEDOR, J., 2009b. Life strategies of three Perlodidae species (Plecoptera, Insecta) in a Mediterranean seasonal stream of Southern Europe. *Journal of the North American Benthological Society*, 28(3): 611-625.
- LUZÓN-ORTEGA, J. M., 2002. *Contribución al conocimiento de los plecópteros (Insecta, Plecoptera) del sur de la Península Ibérica*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- LUZÓN-ORTEGA, J. M., JAÍMEZ CUÉLLAR, P. & PALOMINO MORALES, J. A. 2016. *Estudio de la variabilidad de los índices de macroinvertebrados (IBMWP e IMM-T) en los ríos de las tipologías 106 (Ríos Silíceos del Piedemonte de Sierra Morena) y 108 (Ríos de Baja Montaña Mediterránea Silíceos) sometidos a sequía estival*. Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. Sevilla, en prensa.
- LUZÓN-ORTEGA, J. M., LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M. J. & TIERNO DE FIGUEROA, J. M., 2013. Contribution to the knowledge of the stoneflies of Spain (Plecoptera). *Boletín de la Asociación española de Entomología*, 37(3-4): 225-275.
- LUZÓN-ORTEGA, J. M., TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A., 1998a. Composición faunística y fenología de los plecópteros (Insecta: Plecoptera) de la Sierra de Baza (Granada, España). *Boletín de la Asociación española de Entomología*, 22(3-4): 125-138.
- 1998b. Faunística y fenología de los plecópteros (Insecta: Plecoptera) de la Sierra de Huétor (Granada, España). Relación con otras áreas del sur de la península ibérica y norte de África. *Zoologica baetica*, 9: 91-106.
- SÁNCHEZ-ORTEGA, A., ALBA-TERCEDOR, J. & TIERNO DE FIGUEROA, J. M., 2003a. *Lista faunística y bibliográfica de los Plecópteros de la Península Ibérica e Islas Baleares*. GARCÍA AVILÉS, J. & RICO, E. (Editores de la Serie). Publicaciones de la Asociación española de Limnología. N.º 16. Madrid.
- SÁNCHEZ-ORTEGA, A., BAENA, M., LUZÓN-ORTEGA, J. M. & TIERNO DE FIGUEROA, J. M., 2003b. Contribución al conocimiento de los Plecópteros (Insecta, Plecoptera) de las Sierras Subbéticas Cordobesas y Sierra Morena (España). *Zoologica baetica*, 13/14: 111-129.
- STATSOFT, INC., 2005. STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. (www.stasoft.com)
- TIERNO, J. M., PÉREZ, T. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A., 1996. Composición faunística y fenológica de los plecópteros (insecta: Plecoptera) de la Serranía de Ronda (Málaga). *Boletín de la Asociación española de Entomología*. 20(3-4): 47-58.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M., 1998. *Biología imaginal de los Plecópteros (Insecta, Plecoptera) de Sierra Nevada (Granada, España)*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M., GAETANI, B., LUZÓN-ORTEGA, J. M., LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M. J. & FOCHETTI, R., 2011. On the identity of *Isoperla curtata* (Plecoptera: Perlodidae): behavioural and molecular approaches show the existence of two separate species. *Zootaxa*, 3000: 49-58.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M. J., 2015. Orden Plecoptera. *Revista IDE@ - SEA*, 43:1-14.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M., LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M. J. & LUZÓN-ORTEGA, J. M., 2016. Actualización del conocimiento de los plecópteros (Plecoptera) de las Sierras de Almirajara, Tejada y Alhama. *Boletín de la Asociación española de Entomología*, 40(1-2): 19-41.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & LUZÓN-ORTEGA, J. M., 2002. The mating call of *Isoperla bipartita* Aubert, 1962 (Plecoptera, Perlodidae). *Aquatic Insects*, 24(2): 87-90
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M., LUZÓN-ORTEGA, J. M. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A., 2000. Male calling,

- mating and oviposition in *Isoperla curtata* (Plecoptera, Perlodidae). *European Journal of Entomology*, 97: 171-175
- 2001. Fenología de los plecópteros (Insecta, Plecoptera) de Sierra Nevada (Granada, España). *Zoologica baetica*, 12: 49-70.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M., LUZÓN-ORTEGA, J. M. & STEWART, K. W., 2002. The drumming of *Isoperla pallida* Aubert and *Guadalgenus franzi* (Aubert) (Plecoptera, Perlodidae) and review and evolutionary considerations of Southern Iberian Peninsula Perlodidae. *Zoological Science*, 19(8): 871-875.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A., 2003. Protandry and its relationship with adult size in some Spanish stoneflies species (Plecoptera). *Annals of the Entomological Society of America*, 96(4): 560-562.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M., SÁNCHEZ-ORTEGA, A., MEMBIELA-IGLESIA, P. & LUZÓN-ORTEGA, J. M., 2003. *Plecoptera*. In: RAMOS, M. A. et al. (eds.). *Fauna Ibérica*, Vol. 22: 404 pp. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. Madrid.