

4/82

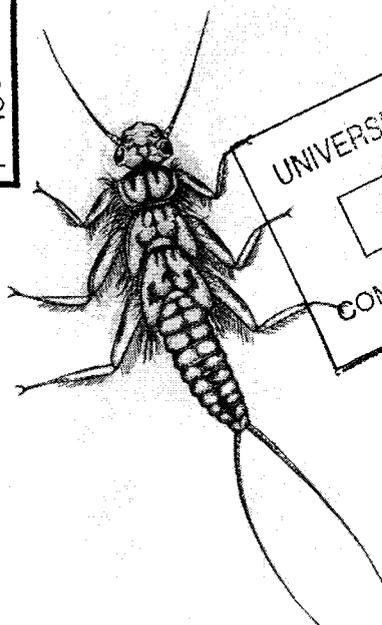
UNIVERSIDAD DE GRANADA
FACULTAD DE CIENCIAS

Departamento de Biología Animal y Ecología

UNIVERSIDAD DE GRANADA
Facultad de Ciencias
Fecha 18-6-2002
ENTRADA NUM. 2089

Contribución al conocimiento de los Plecópteros (Insecta, Plecoptera)
del sur de la Península Ibérica

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
GRANADA
Nº Documento 13380953
Nº Copia 15500391



Julio Miguel Luzón Ortega

TESIS DOCTORAL

GRANADA, 2002

**UNIVERSIDAD DE GRANADA
FACULTAD DE CIENCIAS**

Departamento de Biología Animal y Ecología

**Contribución al conocimiento de los Plecópteros (Insecta, Plecoptera)
del sur de la Península Ibérica**

Memoria presentada por D. Julio Miguel Luzón Ortega para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad de Granada

Directores



Fdo: Dr. José Manuel Tierno de Figueroa Fdo: Dr. Antonio Sánchez Ortega

El Doctorando



Fdo: Julio Miguel Luzón Ortega

Granada, 2002

A mis padres, Pepita y Julio

Agradecimientos

Son muchas las personas a las que quisiera expresar mi agradecimiento más sincero por haberme ayudado y apoyado en la realización de esta tesis doctoral.

A mis directores, Drs. Antonino Sánchez Ortega y José Manuel Tierno de Figueroa, por introducirme en el estudio de los Plecópteros, por darme el apoyo, la guía y el consejo necesarios para que esta memoria llegara a buen termino.

Al director del grupo de investigación “Biología y Ecología Animal de los Medios Acuáticos Lóticos”, Dr. Javier Alba Tercedor, por permitirme todos estos años utilizar las instalaciones y el material del laboratorio de “acuática”.

A todos los compañeros y miembros que han pasado o aún están, por el laboratorio de acuática: Eva, Begoña, Magdalena, José María, que con su compañía han hecho más agradable y llevadera mi estancia; a la Dra. Carmen Zamora Muñoz y JuanDe, porque siempre han estado prestos a ayudarme cuando lo he necesitado; a Pablo y a José por su compañía, su ayuda y, lo que es más valioso, su sincera amistad; y en especial a Manolo, porque siempre ha estado ahí para todo, como amigo y como director, él me ha enseñado mucho de lo que sé y ha influido en mi vocación científica, sin duda sin su intervención los plecópteros no serían lo apasionantes que ahora me lo parecen y esta tesis es tan tuya como mía, por todo esto y mucho más, muchas gracias Manolo.

A los compañeros del Departamento de Biología Animal y Ecología de la Facultad de Ciencias de Granada y en especial a Luís, que con su alegría animaba el laboratorio y a mi amigo JuanRa, por compartir conmigo charlas y preocupaciones.

A mis compañeros de promoción, Che, Ruth, Laura, Blas, Sonia, etc., por haberme acompañado en algunos de los muestreos y haber compartido nuestras inquietudes como biólogos.

Al Dr. K. W. Stewart (University of North Texas, EE. UU.), que siempre que se lo hemos pedido ha estado dispuesto a ayudar y colaborar en el estudio de las llamadas de los Plecópteros. Al Sr. G. Vinçon (Grenoble, Francia) y al Dr. A. Thomas (Paul Sabatier University, Toulouse, Francia) por habernos proporcionado amablemente material del género *Capnioneura*. Al Dr. Zwick (Limnologische Flusstation Max-Planck- Institute für Limnologie, Alemania) por sus valiosos comentarios a nuestro trabajo y, en especial a D. M. Baena por su colaboración en el estudio de la fauna de Sierra Morena y Sierras Subbéticas.

A mi amigo Juan, por estar a mi lado todos estos años dándome ánimo, ayuda y compañía. A Juan “el de Ronda”, que nos acompañó y guió en los muestreos por el Algarve. También, a mis amigos del CIFA de Granada, Araceli, Luís, Pipo, Eugenio y JuanJo, que siempre me han apoyado en los malos momentos y con los que he compartido largas tertulias.

Quiero agradecer a la furgoneta C-15 (Gr-2889-AD) sin la cual no habiéramos podido realizar esta tesis doctoral y que murió en acto de servicio.

Por último, quisiera agradecer de forma muy especial a toda mi familia: mis padres Julio y Pepita; mis hermanos Cristina, Gustavo, Meli y José Ignacio (que ha ilustrado la tesis con sus estupendos dibujos); a mi abuela Ana; a mis tíos y primos; a mi novia Merche que siempre ha estado, y está, a mi lado dándome fuerza y energía, y compartiendo las ilusiones de cada día; y a mis abuelos Miguel, Julio y Pepa, que aunque ahora no están, vieron como empecé con ilusión la carrera investigadora y su influencia ha sido un constante aliento para continuar hacia delante. Toda mi familia ha sido sufridora durante todos estos años, me ha apoyado para que viera cumplido este objetivo, me ha aconsejado, me ha acompañado en los muestreos y muchas cosas más que no podría enumerar en un simple párrafo, por todo infinitas gracias.



Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. OBJETIVOS.....	21
3. ÁREA DE ESTUDIO.....	25
3.1. Sierra de Baza.....	27
3.2. Sierra de Huétor.....	28
3.3. Sierra Morena.....	29
3.4. Sierras Subbéticas Cordobesas.....	31
3.5. Algarve.....	32
4. FAUNÍSTICA Y FENOLOGÍA.....	35
4.1. Introducción.....	37
4.1.1. Antecedentes generales de los Plecópteros en la Península Ibérica.....	37
4.1.2. Antecedentes en las diferentes áreas estudiadas.....	38
4.2. Material y Métodos.....	41
4.3. Especies colectadas.....	43
4.4. Fenología.....	75
4.4.1. Fenología de los Plecópteros en la Sierra de Baza.....	76
4.4.2. Fenología de los Plecópteros en la Sierra de Huétor.....	79
4.4.3. Comparación de la fenología entre la Sierra de Baza y la Sierra de Huétor.....	81
4.4.4. Apuntes sobre la fenología de las especies encontradas en Sierra Morena, Sierras Subbéticas y Algarve.....	82
4.5. Faunística.....	83
4.5.1. Composición faunística en la Sierra de Baza.....	83
4.5.2. Composición faunística en la Sierra de Huétor.....	85
4.5.3. Composición faunística en Sierra Morena.....	85



4.5.4. Composición faunística en las Sierras Subbéticas.....	88
4.5.5. Composición faunística en el Algarve.....	89
4.6. Diversidad de la fauna de plec6pteros en el 6rea de estudio.....	90
4.7. Extensi6n de algunas especies en el 6rea de estudio.....	92
4.8. Abundancia de algunas especies en el 6rea de estudio.....	93
4.9 Solapamiento entre especies.....	93
4.10. Relaci6n de los Plec6pteros con la estacionalidad de los cursos de agua.....	98
4.11. Corolog6a y afinidad de los plec6pteros del sur peninsular con otras 6reas del norte de 6frica.....	103
4.12. Conservaci6n.....	107
5. TAXONOM6A I: LAS NINFAS DE <i>CAPNIONEURA</i>.....	111
5.1. Introducci6n.....	113
5.2. Material y m6todos.....	114
5.3. Descripci6n de la ninfa de <i>C. gelesae</i>	115
5.4. Descripci6n de la ninfa de <i>C. libera</i>	117
5.5. Comparaci6n de los caracteres utilizados para la descripci6n de las ninfas de <i>C. gelesae</i> y <i>C. libera</i> con el resto de las <i>Capnioneura</i> ib6ricas.....	117
5.6. Claves para la identificaci6n de las ninfas de <i>Capnioneura</i> ib6ricas.....	122
5.6.1. Ninfas machos.....	122
5.6.2. Ninfas hembras.....	123
6. TAXONOM6A II: VARIABILIDAD MORFOL6GICA EN <i>LEUCTRA MAROCCANA</i> AUBERT, 1956.....	125
6.1. Introducci6n.....	127
6.2. Material y m6todos.....	128
6.3. Resultados y discusi6n.....	128
6.4. Ap6ndice I.....	133



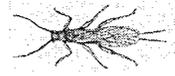
7. BIOLOGÍA DE PERLOIDEA	135
7.1. Introducción a la Biología de los Perloidea.....	137
7.1.1. Alimentación.....	137
7.1.2. Comunicación vibracional.....	138
7.1.3. Comportamiento de cópula.....	140
7.1.4. Biometría.....	142
7.1.5. Huevos y puestas.....	143
7.2. Material y métodos.....	144
7.2.1. Colectas.....	144
7.2.2. Alimentación.....	145
7.2.3. Comunicación vibracional.....	146
7.2.4. Comportamiento de cópula.....	148
7.2.5. Biometría.....	149
7.2.6. Huevos y puestas.....	150
7.3. Resultados y discusión.....	151
7.3.1. Especies colectadas.....	152
7.3.2. Alimentación.....	152
7.3.3. Comunicación vibracional.....	154
7.3.3.1. Descripción de la llamada de <i>G. franzi</i>	154
7.3.3.2. Descripción de la llamada de <i>H. flaviventris</i>	156
7.3.3.3. Descripción de la llamada de <i>I. bipartita</i>	157
7.3.3.4. Descripción de la llamada de <i>I. curtata</i>	159
7.3.3.5. Descripción de la llamada de <i>I. pallida</i>	160
7.3.3.6. Discusión general a las llamadas vibratoriales de los plecópteros del sur peninsular.....	161
7.3.4. Comportamiento de cópula.....	168
7.3.4.1. <i>H. flaviventris</i>	168
7.3.4.2. <i>I. curtata</i>	169
7.3.5. Biometría.....	171
7.3.6. Huevos y puestas.....	172



7.3.6.1. <i>H. flaviventris</i>	172
7.3.6.2. <i>I. curtata</i>	174
7.3.6.3. Comparación de los huevos de <i>H. flaviventris</i> e <i>I. curtata</i> con los de otros <i>Perlodidae</i>	176
8. BIOLOGÍA DE NEMOUROIDEA	179
8.1. Introducción a la biología imaginal de Nemouroidea.....	181
8.1.1. Introducción a la biología de <i>Nemoura fulviceps</i>	183
8.2. Material y métodos.....	184
8.2.1. Área de estudio y muestreo.....	184
8.2.2. Emergencia.....	184
8.2.3. Alimentación.....	185
8.2.4. Comunicación vibracional.....	186
8.2.5. Comportamiento de cópula.....	186
8.3. Resultados y discusión.....	186
8.3.1. Emergencia.....	186
8.3.2. Alimentación.....	187
8.3.3. Comunicación vibracional.....	190
8.3.4. Comportamiento de cópula.....	191
9. CONCLUSIONES	195
10. BIBLIOGRAFÍA	205



1. Introducción





Introducción

Los plec6pteros constituyen un grupo de insectos primitivos (Paleoptera) (ZWICK, 2000), caracterizado por presentar fases juveniles (ninfas) de vida acuática y adultos de vida aérea. Durante la fase ninfal, que dura generalmente entre uno y tres años, se produce el crecimiento de estos organismos (etapa tr6fica), mientras que el estado adulto (imago), de duraci6n muy breve (entre unos días y algunas semanas), es fundamentalmente la etapa reproductora y de dispersi6n (HYNES, 1976).

Los plec6pteros son elementos esenciales de los medios acuáticos, tanto por su biomasa como por su papel ecol6gico. Por ejemplo, dentro de la red tr6fica ocupan diferentes nichos como depredadores, raspadores, detritívoros, etc. Asimismo, junto a otros grupos de insectos acuáticos, constituyen valiosas herramientas para los estudios de calidad ecol6gica del agua, biogeográficos y ecol6gicos (RAUSER, 1971; ZWICK, 1980; ALBA-TERCEDOR Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1988; BRITAIN, 1990; FOCHETTI, 1994; ALBA-TERCEDOR, 1996).

Con la presente tesis pretendemos arrojar luz sobre algunos de los problemas, que, a nuestro juicio, afectan al estudio de los plec6pteros y de los insectos en general.

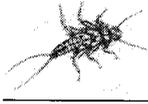
Es sabido que uno de los problemas de la entomología es el gran desconocimiento que se tiene sobre las especies y su distribuci6n y, a pesar de que la Península Ibérica es un área relativamente bien conocida, aún queda mucho por estudiar. Un ejemplo de esto es el incremento del número de especies descritas o citadas por primera vez en la Península en los últimos años (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002), así como la aparici6n de algunos trabajos faunísticos (MEMBIELA, 1990a; ROPERO *et al.*, 1995; SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1990b; TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1995; TIERNO *et al.*, 1996; y otros). Uno de los aspectos importantes en este tipo de estudios es su utilidad a la hora de la catalogaci6n de espacios naturales, al ser los plec6pteros un grupo de fácil identificaci6n, con elevada tasa de especiación y que presenta una gran sensibilidad a la alteraci6n del medio acuático, lo que los hace



especialmente útiles para evaluar la calidad ambiental (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1997a).

Desde el punto de vista de la taxonomía de este grupo, el orden está bien conocido, sobre todo a nivel de los adultos, aunque son numerosas las especies de las que no se han descrito sus estadios ninfales (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002). En este sentido, con la presente tesis pretendemos avanzar en el conocimiento de la taxonomía de este grupo de insectos con la descripción de las ninfas de dos especies del género *Capnioneura* y la realización de una clave para la identificación de las ninfas de este género en la Península y norte de África. Creemos que esta información es de gran importancia ya que permite la identificación de estos organismos en la mayor parte de su ciclo de vida, dado que en los plecópteros el estadio de ninfa es el que mayor duración tiene y el más fácil de encontrar en la naturaleza (STEWART, 1994). Por otra parte también, tiene interés a la hora de la realización de los estudios de calidad de agua y de ecología de los ecosistemas acuáticos, en los cuales estas especies tienen un papel fundamental, así como para la realización de trabajos de biodiversidad y para la mejor catalogación de los espacios protegidos o a proteger.

Otro aspecto importante en el ámbito de la taxonomía, al que pretendemos hacer mención, es el hecho de que a menudo se describen especies de dudosa validez, ya que se usan criterios morfológicos sobre los que aparece una gran variabilidad intraespecífica que generalmente no es detectada. Una muestra de esto lo constituye el género *Tyrrhenoleuctra*, que presenta más variabilidad morfológica intrapoblacional que entre especies que se consideraban distintas (FOCHETTI *et al.*, 2001; SEZZI *et al.*, 2001). Esto pone en evidencia, junto con los datos de variabilidad morfológica en algunos de los caracteres empleados para la identificación del género *Leuctra*, expuestos en la presente tesis, que en una misma población puede aparecer un amplio grado de variabilidad, como FOCHETTI Y TIERNO DE FIGUEROA (2002) señalaron también para el caso de *Leuctra costai* Aubert, 1953.



Introducción

Por último, el tercer gran apartado de esta memoria de tesis doctoral profundiza en diversos aspectos de la biología (especialmente la biología reproductiva) de algunas especies de plecópteros del sur peninsular. Tradicionalmente se ha prestado más atención a las fases juveniles de este orden de insectos que a los adultos (STEWART, 1994). Concretamente, aspectos como la alimentación y las relaciones tróficas, distribución en el ecosistema acuático, interacciones con otros grupos animales dulceacuícolas o papel ecológico en general, están mejor estudiados en los estadios ninfales (ZWICK, 1990). Por otra parte, en la fase de imago se ha atendido más a aspectos como la taxonomía, la anatomía o los períodos de vuelo, quedando prácticamente ignoradas pautas como la alimentación, la distribución espacial y algunos aspectos del comportamiento de cópula, etc. (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999b, 2000a; TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2000, y otros). Esta situación está relacionada, entre otras cosas, al hecho de que la mayoría de los plecópteros adultos son animales crípticos que pasan relativamente desapercibidos y también a su corto período de vida adulta (STEWART, 1994), que dificulta el estudio de su comportamiento durante esta fase de su vida.

El estudiar aspectos de su historia de vida (“life history”) y en especial de las fases imaginales es de gran interés para poder entender cómo viven estos animales y sus adaptaciones al medio en el que se desarrollan. Concretamente, se han estudiado la emergencia, la alimentación, el comportamiento de cópula, la comunicación intersexual, la oviposición, los huevos y las puestas de algunas especies de Perloidea y una especie de Nemouroidea del sur de la Península Ibérica.

Por todo ello, con la presente tesis queremos profundizar en varios de los aspectos más destacables de la biología, taxonomía y faunística de un grupo animal de gran interés e incrementar su conocimiento. Además, con este trabajo y otros previos, el sur peninsular pasa a ser el área mejor estudiada, en cuanto a este grupo de insectos se refiere, en toda la Península Ibérica.



Parte de los resultados presentados en esta memoria ya han sido publicados en los siguientes artículos:

- 1) J. M. TIERNO DE FIGUEROA, J. M. LUZÓN-ORTEGA Y A. SÁNCHEZ-ORTEGA. 1997. Presencia de *Capnionera libera* (Navás, 1909) (Insecta, Plecoptera) en el sur de la Península Ibérica. *Bol. Asoc. esp. Ent.*, 21(3-4): 277-278.
- 2) J. M. LUZÓN-ORTEGA, J. M. TIERNO DE FIGUEROA Y A. SÁNCHEZ-ORTEGA. 1998a. Composición faunística y fenología de los Plecópteros (Insecta: Plecoptera) de la Sierra de Baza (Granada, España). *Bol. Asoc. esp. Ent.*, 22(3-4): 125-138.
- 3) J. M. LUZÓN-ORTEGA, J. M. TIERNO DE FIGUEROA Y A. SÁNCHEZ-ORTEGA. 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. *Zool. Baetica*, 9: 91-106.
- 4) J. M. TIERNO DE FIGUEROA, J. M. LUZÓN-ORTEGA & A. SÁNCHEZ-ORTEGA. 1998a. Contribución al conocimiento de la fauna de Plecópteros (Insecta: Plecoptera) del Algarve (Sur de Portugal). *Boletim da Sociedade Portuguesa de Entomologia*, 187 (VII-5): 45-54.
- 5) J. M. TIERNO DE FIGUEROA, J. M. LUZÓN-ORTEGA & A. SÁNCHEZ-ORTEGA. 1998b. Imaginal biology of *Hemimelaena flaviventris* (Pictet, 1841) (Plecoptera, Perlodidae). *Ann. Zool. fennici*, 35: 225-230.
- 6) J. M. LUZÓN-ORTEGA, J. M. TIERNO DE FIGUEROA Y A. SÁNCHEZ-ORTEGA. 1999a. Estudio de variabilidad morfológica en una población de *Leuctra maroccana* Aubert, 1956 (Plecoptera, Leuctridae). *Bol. Asoc. esp. Ent.*, 23(1-2): 9-13.



Introducción

- 7) J. M. LUZÓN-ORTEGA, J. M. TIERNO DE FIGUEROA Y A. SÁNCHEZ-ORTEGA. 1999b. The nymphs of *Capnioneura* Ris, 1905 (Plecoptera, Capniidae) of the Iberian Peninsula and North Africa. Description of *C. gelesae* Berthélemy & Baena, 1984 and *C. libera* (Navás, 1909) nymphs. *Ann. Soc. Entomol. Fr.*, 35(3-4): 295-301.
- 8) J. M. LUZÓN-ORTEGA Y J. M. TIERNO DE FIGUEROA. 2000. Primeras citas de *Capnia bifrons* (Newman, 1839) (Plecoptera, Capniidae) en el sur de la Península Ibérica. *Bol. Asoc. esp. Entom.*, 24(3-4): 218-219.
- 9) J. M. TIERNO DE FIGUEROA; J. M. LUZÓN-ORTEGA & A. SÁNCHEZ-ORTEGA. 2000. Male calling, mating and oviposition in *Isoperla curtata* (Plecoptera, Perlodidae). *European Journal of Entomology*, 97: 171-175.
- 10) J. M. TIERNO DE FIGUEROA & J. M. LUZÓN-ORTEGA. 2002. The “drumming” call of *Isoperla bipartita* Aubert, 1962 (Plecoptera, Perlodidae). *Aquatic Insects*, 2002: en prensa.





2. Objetivos

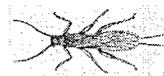




Objetivos

El objetivo fundamental de la presente tesis doctoral, es ampliar y ahondar en el conocimiento de la biología, taxonomía, faunística y fenología de este grupo de insectos en el sur de la Península Ibérica. No obstante, podemos mencionar de forma más detenida los principales objetivos planteados:

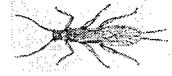
1. Aportaremos nuevos datos sobre la fauna de plecópteros presentes en el sur peninsular y concretamente en áreas donde ésta ha sido menos estudiada o prácticamente ignorada, que además la mayoría de ellas constituyen, espacios naturales bajo la figura de "Parque Natural", con lo que estos trabajos adquieren mayor relevancia al aportar una valiosa herramienta para la justificación de estas zonas como áreas protegidas. (capítulo 4).
2. Estableceremos la fenología en dos áreas a partir de un seguimiento mensual de su fauna de plecópteros (Sierras de Baza y Huétor) y se realizará la comparación con otras áreas cercanas estudiadas (capítulo 4).
3. Aportaremos datos sobre la diversidad de este grupo de insectos en el área de estudio, así como sobre su abundancia, extensión y solapamiento entre especies. Se relacionará a las especies con la estacionalidad del medio, que es uno de los principales factores que condiciona la composición faunística en nuestro área de estudio (capítulo 4).
4. Estableceremos la corología y las afinidades de los plecópteros de los diferentes sistemas montañosos del sur peninsular, en los que se han realizado estudios sobre este grupo animal, y del norte de África. También se proporcionarán datos sobre su estado de conservación en función de los datos previos (SÁNCHEZ-ORTEGA Y TIERNO, 1996 y TIERNO Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1996) y de los que se aportan en esta memoria (capítulo 4).

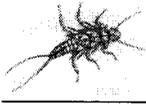


5. Describiremos las ninfas de dos especies de plecópteros (*C. gelesae* Berthélemy y Baena, 1984 y *C. libera* (Navás, 1909)) y se realizará una clave de las ninfas del género *Capnioneura* para la Península Ibérica y norte de África (capítulo 5).
6. Expondremos un caso de variabilidad morfológica en un carácter usado en la determinación de las especies del género *Leuctra*, concretamente en la especie *Leuctra maroccana* Aubert, 1956, y discutiremos la validez taxonómica de caracteres sometidos a alto grado de variación inter e intrapoblacional (capítulo 6).
7. Realizaremos un estudio sobre diferentes aspectos de la biología imaginal de algunas especies de Perloidea, en las que analizaremos su alimentación (en *Hemimelaena flaviventris* (Pictet, 1841)), la comunicación vibracional intersexual (en *H. flaviventris*, *Guadalgenus franzi* (Aubert, 1963), *Isoperla bipartita* Aubert, 1962, *I. curtata* Navás, 1924 e *I. pallida* Aubert, 1963) el comportamiento de cópula (en *H. flaviventris* e *I. curtata*), relacionaremos el tamaño de los individuos de la especie *I. curtata* con su éxito reproductor (estudio biométrico) y describiremos la morfología de los huevos y su tamaño, la forma de las puestas y la fecundidad (en *H. flaviventris* e *I. curtata*) (capítulo 7). En el caso de las llamadas vibratorias estableceremos un modelo evolutivo de este sistema de comunicación en los perlódidos del sur peninsular.
8. Por último, estudiaremos diversos aspectos de la biología de una especie de Nemouroidea (*Nemoura fulviceps* Klapálek, 1902), concretamente la emergencia, la alimentación del adulto, la comunicación intersexual y el comportamiento de cópula (capítulo V) y lo relacionaremos y compararemos con lo descrito en la bibliografía sobre estos aspectos (capítulo 8).



3. Área de Estudio





El área de estudio comprende cinco macizos montañosos del sur de la Península Ibérica: Sierra de Baza, Sierra de Huétor, Sierras Subbéticas Cordobesas (todas ellas pertenecientes al Sistema Bético), Sierra Morena y Algarve portugués.

3.1. SIERRA DE BAZA

La Sierra de Baza está formada por un macizo montañoso, perteneciente al Sistema Penibético, localizado al este de la provincia de Granada, en los términos municipales de Baza, Caniles y Gor, y con una altitud que oscila entre los 900 metros en su cota más baja y los 2270 metros del Calar de Santa Bárbara como punto más elevado. Esta sierra se encuentra protegida bajo la figura de Parque Natural.

Dentro de la zona encontramos dos sustratos principales, el silíceo (complejo nevado-filábride) y el calizo (complejo alpujárride), lo que condiciona las características hidrológicas de la zona en función de la distinta permeabilidad del sustrato. Así, en la parte silícea todos los arroyos muestreados son permanentes (Arroyo de Moras) o la mayor parte de su cauce lo es (Arroyo de Uclías y Arroyo Bodurria) debido a que el agua difícilmente penetra en el sustrato, mientras que en la zona caliza el régimen de los arroyos es más irregular (Río de Gor y Barranco de las Casas de Don Diego) por la propiedad de las rocas calizas de filtrar y almacenar el agua en el subsuelo.

Se seleccionaron 9 estaciones de muestreo que fueron representativas de los diferentes tipos de ríos y arroyos presentes en la zona. A continuación se citan dichas estaciones con la localización en coordenadas U.T.M., término municipal, y altitud:

- B1.** Los Frailes, Arroyo de Uclías, Caniles, 1250 m., UTM: 30SWG255316.
- B2.** Retamar II, Arroyo de Uclías, Baza, 1400 m., UTM: 30SWG247276.
- B3.** Agualeja, Arroyo de Moras, Baza, 1500 m., UTM: 30SWG213275.
- B4.** Los Olmos, Arroyo de Moras, Caniles, 1200 m., UTM: 30SWG233333.



- B5.** Bastidas, Arroyo Bodurria, Baza, 1190 m., UTM: 30SWG211340.
- B6.** Arredondo, Arroyo Bodurria, Baza, 1500 m., UTM: 30SWG171293.
- B7.** Nacimiento del Río Gor, Gor, 1800 m., UTM: 30SWG125325.
- B8.** Barranco de las Casas de Don Diego, Gor, 1660 m., UTM: 30SWG103299.
- B9.** Las Juntas, Río Gor, Gor, 1500 m., UTM: 30SWG092320.

3.2. SIERRA DE HUÉTOR

El Parque Natural de la Sierra de Huétor también pertenece al Sistema Penibético y agrupa a un conjunto de sierras (Sierra Arana, Sierra de Cogollos, Sierra de la Yedra, Sierra de la Alfaguara y Sierra de Huétor) de mediana altitud (entre 1000 y 1889 m). Se localiza al norte de la ciudad de Granada e incluye a los términos municipales de Cogollos Vega, Nívar, Alfacar, Víznar, Huétor-Santillán, Beas de Granada y Diezma.

Los cauces muestreados en esta zona se caracterizaron por su irregular régimen hidrológico, provocado por el estiaje y por la filtración de su caudal, consecuencia de la gran capacidad de infiltración de la roca caliza predominante en este área. Las estaciones de muestreo se dispusieron tanto en cursos permanentes (Arroyo de Prado Negro, Barranco de Fuente Grande, Acequia de Fardes, Río Blanco, Río Bermejo, Arroyo de la Fuente de la Teja y Barranco de Majalijar) como en cursos temporales (Arroyo de las Perdices y afluente del Arroyo de las Perdices), los cuales permanecieron sin agua los meses de septiembre y octubre de 1996 y junio, julio y agosto de 1997.

Se eligieron 11 estaciones de muestreo incluidas la mayoría de ellas dentro del Parque Natural de la Sierra de Huétor. A continuación se citan cada una de dichas estaciones y se indica el término municipal en el que están incluidas, la sierra a la que pertenecen, su altitud y coordenadas U.T.M:



- H1.** Cortijo del Despeñadero (Fuente del Despeñadero), Huétor-Santillán, Sierra de Huétor, 1320 m., U.T.M: 30SVG598303.
- H2.** Venta del Molinillo (Arroyo de Prado Negro), Huétor-Santillán, Sierra de Huétor, 1220 m., U.T.M: 30SVG621292.
- H3.** Fuente de los Potros (Barranco de Fuente Grande), Huétor-Santillán, Sierra de Huétor, 1400 m., U.T.M: 30SVG592307.
- H4.** Barranco del Majalijar, Huétor-Santillán, Sierra de Huétor, 1320 m., U.T.M: 30SVG586287.
- H5.** Acequia de Fardes, Nívar, Sierra de la Hiedra, 1380 m., U.T.M: 30SVG552263.
- H6.** Cortijo de Carialfaquí (Arroyo de Fardes), Nívar, Sierra de la Hiedra, 1160 m., U.T.M: 30SVG534261.
- H7.** Cortijo de Carialfaquí (Río Bermejo), Cogollos Vega, Sierra de Cogollos, 1200 m., U.T.M: 30SVG535265.
- H8.** Fuente de la Teja, Alfacar, Sierra de Alfacar y Viznar, 1260 m., U.T.M: 30SVG550242.
- H9.** Arroyo de las Perdices, Huétor-Santillán, Sierra de Huétor, 1350 m., U.T.M: 30SVG582278.
- H10.** Afluente del Arroyo de las Perdices, Huétor-Santillán, Sierra de Huétor, 1380 m., U.T.M: 30SVG574277.
- H11.** Cortijo del Moralejo (Río Blanco), Cogollos Vega, Sierra Arana, 1400 m., U.T.M: 30SVG548294.

3.3. SIERRA MORENA

Sierra Morena es un extenso sistema montañoso de bajas cotas de altitud (entre 600 y 1000m de altura), cuya parte más alta apenas alcanza los 1300 m localizada en las cercanías del Parque Natural de Andujar. Este sistema montañoso se dispone de este a oeste y ocupa la mayor parte del norte de Andalucía y el sur de Extremadura y Castilla-La Mancha. Gran parte de la superficie de Sierra Morena se encuentra protegida bajo la



figura de Parque Natural y concretamente existen seis áreas con esta designación dentro de los límites de la Comunidad Autónoma de Andalucía: Parques Naturales de Despeñaperros, Sierra de Andujar, Sierras de Cardeña y Montoro, Sierra de Hornachuelos, Sierra norte de Sevilla y Sierra de Aracena y Picos de Aroche. 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. Debido a lo extenso de su superficie se ha subdividido las estaciones de muestreo de este sistema montañoso por provincias (Badajoz, Ciudad Real, Córdoba, Huelva, Jaén y Sevilla).

A continuación se citan las estaciones muestreadas por provincias:

Badajoz:

MB1. Arroyo del Molino. Trasierra.

Ciudad Real:

MCRI. Río Montoro. Fuencaliente.

MCR2. Solana del Pino. Cerca de las Navas.

Córdoba:

MC1. Arroyo de la Tolva. Villaviciosa de Córdoba.

MC2. Río Matapuercas.

MC3. Afluente del Arroyo Pedroche. La Palomera.

MC4. Arroyo de Don Lucas.

MC5. Afluente del Río Guadiato.

MC6. Arroyo Calderas.

MC7. Río Guadalbarbo. Espiel.

MC8. Arroyo del Pozo. Espiel.

MC9. Arroyo entre Espiel y Villaviciosa de Córdoba.

MC10. Arroyo Espiel. Villaviciosa de Córdoba.



MC11. Ll. Carrero. Peñarroya.

MC12. Arroyo en el Km. 30 entre Villanueva de Córdoba y Adamuz.

MC13. Arroyo en el Km. 19 entre Córdoba y Villaviciosa de Córdoba.

MC14. Río Curna.

Huelva:

MH1. Arroyo del Rey. Higuera de la Sierra.

Jaén:

MJ1. Arroyo de la Mata. Andujar. 250m.

MJ2. Puente debajo del embalse del Encinarejo. Andujar. 250m.

MJ3. Arroyo en el margen izquierdo del embalse del Encinarejo. Andujar.

MJ4. Arroyo de los Molinos. Andujar.

MJ5. Arroyo del Rey. Despeñaperros. 650m.

MJ6. Arroyo de Martín Pérez. Aldeaquemada.

MJ7. Río Guarrizás. Aldeaquemada.

MJ8. Santiesteban del Puerto.

Sevilla:

MS1. Las Cortecillas.

3.4. SIERRAS SUBBÉTICAS CORDOBESAS

El Parque Natural de las Sierras Subbéticas Cordobesas es un macizo de media montaña (su elevación más alta se encuentra en el pico de la Tiñosa con 1.570 m) localizado en el sur de la provincia de Córdoba. Está compuesto por tres sierras pertenecientes a la parte Subbética del Sistema Bético: Sierra de Cabra, Sierra de Horconera y Sierra de Rute. El sustrato está formado por rocas calizas y dolomíticas, lo que favorece la gran permeabilidad del suelo y la frecuente existencia de fuentes y



arroyos estacionales. Las poblaciones que circundan al Parque son: Cabra, Carabuey, Doña Mencía, Iznajar, Luque, Priego de Córdoba, Rute y Zuheros.

Las estaciones muestreadas fueron:

S1. Arroyo de los Villares. Priego de Córdoba.

S2. Fuente del Espino. Luque.

S3. Arroyo Genilla

S4. Arroyo Marbella. Luque.

S5. Río Bailón. Zuheros.

S6. Arroyo Moreno y Zarcillo. Zuheros.

S7. El Bejarano.

S8. Fuente Fría. Zuheros.

S9. Río Caicena. Almedinilla.

S10. Arroyo Salado. Las Lagunillas.

S11. Entre Fuente Tejera y Almedinilla.

S12. Arroyo Zuheros. Posadas.

3.5. ALGARVE

Esta última área se corresponde con la región más meridional de Portugal, que está constituida por un conjunto de sierras (Serra de Alcária do Cume, Serra de Monchique y Serra de Mu ou Caldeirão) que son continuación, geológicamente, de Sierra Morena. El sustrato de carácter ácido, poco permeable, la baja altitud de sus montañas, que dan lugar a pequeñas cuencas fluviales, y su cercanía al mar, facilitan la existencia de multitud de arroyos estacionales. No obstante, en las partes más bajas existen ríos permanentes de mayor caudal (Ribeira de Telhares, Ribeira da Corte, Ribeira de Odeleite), así como en la Sierra de Monchique, zona de mayor altitud de todo al área estudiada. A continuación se señalan los datos de las estaciones con su altitud y coordenadas U.T.M.:



- A1.** Ribeira de Telhares, Serra de Alcaria do Cume, Algarve, 100-200 m.s.m., UTM: 29SPB3144.
- A2.** Arroyo junto a Tações, Serra de Alcaria do Cume, Algarve, 200-400 m.s.m., UTM: 29SPB2749.
- A3.** Ribeira da Corte, Serra de Alcaria do Cume, Algarve, 200 m.s.m., UTM: 29SPB0642.
- A4.** Arroyo afluente de Ribeira da Foupana, a 1 Km al norte de Cachopo, Serra de Alcaria do Cume, Algarve, 300 m.s.m., UTM: 29SPB0535.
- A5.** Afluente del Barranco de Marrocos, Serra de Alcaria do Cume, Algarve, 200 m.s.m., UTM: 29SPB0834.
- A6.** Afluente del Arroyo Marrocos, Serra de Alcaria do Cume, Algarve, 300 m.s.m., UTM: 29SPB1134.
- A7.** Ribeira de Odeleite, Serra de Alcaria do Cume, Algarve, 300 m.s.m., UTM: 29SPB1034.
- A8.** Ribeira da Alfambra, junto a Aljezur, Serra de Monchique, Algarve, 100-200 m.s.m., UTM: 29SNB1729.
- A9.** Afluente del Barragem da Bravura, Serra de Monchique, Algarve, 200 m.s.m., UTM: 29SNB2627.
- A10.** Arroyo al sur de Casais, Serra de Monchique, Algarve, 200 m.s.m., UTM: 29SNB3523.
- A11.** Cerca de Caldas de Monchique, Serra de Monchique, Algarve, 200-400 m.s.m., UTM: 29SNB3728.
- A12.** Afluente del Ribeira do Freixo Seco, Serra de Mu ou Caldeirão, Algarve, 400-600 m.s.m., UTM: 29SNB9022.
- A13.** Afluente de la Ribeira do Freixo Seco, Serra de Mu ou Caldeirão, Algarve, 400-600 m.s.m., UTM: 29SNB9021.
- A14.** Ribeira de Odeleite, cerca de Certelha, Serra de Mu ou Caldeirão, Algarve, 400-600 m.s.m., UTM: 29SNB9224.
- A15.** Afluente de la Ribeira do Vascanito, Serra de Mu ou Caldeirão, Algarve, 500 m.s.m., UTM: 29SNB8932.



A16. Afluente del Río Vascão, tras Ameixial, Serra de Mu ou Caldeirão, Algarve, 200-400 m.s.m., UTM: 29SNB9335.

A17. Ribeira da Corte, Serra de Mu ou Caldeirão, Algarve, 200-400 m.s.m., UTM: 29SNB9636.

A18. Afluente de la Ribeira da Corte, Serra de Mu ou Caldeirão, Algarve, 200-400 m.s.m, UTM: 29SPB0036.

A19. Afluente de la Ribeira da Corte, Serra de Mu ou Caldeirão, Algarve, 200-400 m.s.m, UTM: 29SPB0236.

A20. Ribeira do Leiteijo, Serra de Alcaria do Cume, Algarve, 400-600 m.s.m., UTM: 29SPB0128.

A21. Afluente de Barragem de Bravura, Serra de Monchique, cerca de Bica, Algarve, 100-200 m.s.m., UTM: 29SNB2221.



4. Faunística y Fenología





4.1. Introducción

4.1.1. Antecedentes generales de los Plecópteros en la Península Ibérica

Las primeras citas de plec6pteros de la Península Ibérica datan de la primera mitad del siglo XIX, dadas por autores como BRULLE (1832), PICTET (1841) y RAMBUR (1842a, b). Tan sólo ROSENHAUER (1856) mencion6 alguna nueva cita antes de que PICTET (1865) publicara la primera gran monografía sobre los neur6pteros de Espa1a, entre los que incluía a los plec6pteros. De finales del XIX a comienzos del XX encontramos los trabajos del jesuita NAVÁS (1889-1938) que fue el primer entom6logo espa1ol que estudi6 de forma extensiva este grupo y al cual corresponde la casi totalidad de los trabajos aparecidos en esa 6poca sobre la fauna de Plec6pteros de la Península. Contemporáneos de Navás son autores como BOLÍVAR (1902) y KLAPÁLEK (1901, 1902) que publicaron citas esporádicas y especies nuevas, determinadas por este último. Además caben citar los trabajos de BOHIGAS (1917), que da una lista de los plec6pteros conservados en el Museo de Barcelona, LESTAGE (1923) y SCHOENEMUND (1930).

Sin embargo los mayores avances en el conocimiento de la fauna de plec6pteros se producen a partir de 1945, gracias a la labor de autores europeos. Es de destacar la gran labor realizada por Aubert, que además de revisar las especies de Navás (AUBERT, 1948, 1952a, b, 1956b), recolect6 y estudi6 material procedente de todas las sierras importantes de la Península (BERTRAND Y AUBERT, 1952, 1955; AUBERT, 1952c, 1953, 1954a, b, 1956a, 1962, 1963a, b, c) y revis6 ejemplares conservados en los museos de Barcelona y Madrid (AUBERT, 1957, 1961). Son de destacar también los trabajos de DESPAX (1945, 1949), ILLIES (1954), ZWICK (1972) y THEISCHINGER (1975), porque en ellos se describen algunas especies o subespecies, que a1adan nuevas citas a la lista de Plec6pteros Ibéricos.

La fauna portuguesa ha sido estudiada fundamentalmente por AUBERT (1963a), WHYTTON DA TERRA (1972, 1979) y BERTHÉLEMY Y WHYTTON DA TERRA (1980).



El gran auge experimentado por la entomología acuática a partir de la década de los 60 llega a España casi con una década de retraso y es en la actualidad cuando estamos asistiendo a un momento de gran difusión. Entre los trabajos de este período, realizados ya fundamentalmente por autores españoles, y entre los que se tratan aspectos tanto taxonómicos como faunísticos y ecológicos (y más recientemente comportamentales), podemos destacar los de GONZÁLEZ DEL TÁNAGO (desde 1977), ALBA-TERCEDOR (desde 1977), GARCÍA DE JALÓN (desde 1979), PUIG (desde 1980), MEMBIELA (desde 1984), SÁNCHEZ-ORTEGA (desde 1984), PARDO (desde 1989), ROPERO (desde 1990), VINÇON (desde 1994) y TIerno DE FIGUEROA (desde 1994). En la actualidad hay 138 especies de plecópteros citadas a nivel peninsular y aun quedan áreas peninsulares insuficientemente prospectadas, lo que hace que todavía puedan aparecer nuevos elementos (VINÇON Y RAVIZZA, 1998, 1999, 2000).

Los períodos de vuelo y algunos otros aspectos de fenología en general constituyen los temas de la biología de los adultos de Plecópteros estudiados en más áreas de la Península. Así, encontramos trabajos en los Pirineos (BERTHÉLEMY, 1966) y en Galicia (MEMBIELA, 1990a, 1996), aunque la mayor parte los han realizado investigadores de la Universidad de Granada en distintos espacios naturales del sur de la península Ibérica, tales como Sierra Nevada (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1989; TIerno DE FIGUEROA *et al.*, 2001b), el sur de Cádiz (ROPERO *et al.*, 1995) y la Serranía de Ronda (TIerno *et al.*, 1996), que describen, básicamente, la fauna de Plecópteros presente en cada una de esas áreas y los períodos de vuelo de cada una de las especies existentes.

4.1.2. Antecedentes en las diferentes áreas estudiadas

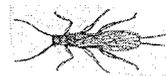
Los estudios faunísticos del orden Plecoptera en el sur peninsular estaban centrados en el macizo de Sierra Nevada (AUBERT, 1963a; ALBA-TERCEDOR, 1979; SÁNCHEZ-ORTEGA, 1986; SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1989, 1990a y b; TIerno Y



SÁNCHEZ-ORTEGA, 1996) dada sus particulares características de altitud y por su proximidad a la Universidad de Granada, en la Serranía de Ronda (TIERNO *et al.*, 1996) y en el sur de Cádiz (ROPERO *et al.*, 1995). Sin embargo, otros sistemas montañosos de la zona han sido escasamente estudiados. Muchas de las citas que existían en el sur provenían de trabajos puntuales (NAVÁS, 1924; AUBERT, 1957; 1961; 1963a, b; WHYTTON DA TERRA, 1979; BAENA, 1983; BERTHÉLEMY Y BAENA, 1984) y también eran consecuencia de estudios más generales, como los ecológicos de cuencas fluviales (PUIG Y FERRERAS, 1983; GARCÍA DE JALÓN Y GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, 1986; AGÜERO PELEGRÍN *et al.*, 1998; ÜBERO PASCAL *et al.*, 1998).

El Parque Natural de Baza es, junto al de Castril, uno de los más desconocidos espacios protegidos de la provincia de Granada en cuanto a lo que a fauna de Plecópteros se refiere. Hasta el momento sólo habían sido citadas en esta zona tres especies: *Isoperla nevada* Aubert, 1952 (TIERNO *et al.*, 1994), *Nemoura fulviceps* Klapálek, 1902 (PICAZO MUÑOZ, 1995) y *Capnioneura libera* Navás, 1909 (TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 1997), esta última a partir de datos obtenidos en el presente estudio. No obstante, las características de este entorno hacían presumible la existencia de una fauna de plecópteros rica debido, por un lado, a la presencia de arroyos más o menos bien conservados y, por otro, a la existencia de un amplio margen altitudinal.

En el caso de la Sierra de Huétor, las primeras citas publicadas de este orden de insectos corresponden a las especies *Leuctra iliberis* Sánchez-Ortega y Alba-Tercedor, 1987 (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 1990) y *Rhabdiopteryx christinae* Theischinger, 1975 (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ROPERO, 1991). Posteriormente se publicó la captura de *Isoperla nevada* en esta zona (TIERNO *et al.*, 1994). Datos no publicados, pero recogidos en una memoria de tesis doctoral (PICAZO-MUÑOZ, 1995), muestran la existencia de 9 especies no citadas previamente dentro de los límites de la Sierra de Huétor: *Perla marginata* (Panzer, 1799), *Amphinemura triangularis* Ris, 1902, *Protonemura alcazaba* Aubert, 1954, *P. meyeri* (Pictet, 1841), *Nemoura fulviceps*, *Capnioneura mitis* Despax, 1932, *Leuctra fusca* (Linneo, 1758), *L. geniculata* Stephens, 1836 y *L. maroccana* Aubert, 1956. Por último, se



ha citado a *Capnioneura libera* en la Sierra de Huétor y en los Montes de Málaga, lo que supone las primeras capturas de esta especie en el sur de la Península (TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 1997).

Los conocimientos que actualmente poseemos sobre la fauna de Plecópteros de Sierra Morena se basan en general en prospecciones esporádicas realizadas por diferentes autores. Las primeras citas se realizaron a principio de siglo (BOLÍVAR, 1902; Klapálek, 1907; NAVÁS, 1924), aunque se limitaban a mencionar las capturas de dos especies en este sistema montañoso. En diferentes trabajos el entomólogo suizo J. AUBERT (1957, 1961, 1963a, b) amplía este número hasta ocho, y autores más recientes (BAENA, 1983; PUIG Y FERRERA, 1983; BERTHÉLEMY Y BAENA, 1984; PUIG Y GALLARDO, 1985), cuyas citas han sido recogidas por SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR (1987), lo elevan hasta 18. No incluimos entre ellas a *Isoperla rivulorum* (Pictet, 1841), citada por NAVÁS (1924) en este macizo, ya que la existencia de esta especie en nuestro país es incierta, lo que se ha visto confirmado con la revisión de parte del material identificado como *I. rivulorum* por Navás, que pertenecía realmente a otras especies del género. Con posterioridad, otros autores (GALLARDO MAYENCO, 1990; SÁNCHEZ-ORTEGA Y TIERNO, 1996; TIERNO Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1995, 1996; TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2002) incrementan el número de especies citadas en este sistema montañoso a 21. De hecho, en el trabajo recopilatorio de SÁNCHEZ-ORTEGA Y TIERNO (1996) se incluyen citas de especies en Sierra Morena inéditas, cuyos datos de captura exactos aparecen por vez primera en la presente tesis.

En lo que respecta a las Sierras Subbéticas de Córdoba, no existe ninguna captura de plecópteros publicada, por lo que se hace especialmente necesario un estudio faunístico de esta zona.

Hasta el momento se conocían un total de 52 taxones de Plecópteros identificados con fiabilidad a nivel específico en Portugal (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1987; MEMBIELA, 1990b; MAGALHÃES, 1993), fundamentalmente a partir de estudios realizados



en la mitad norte y centro del país. En el sur, y concretamente en la región del Algarve, tan sólo se conocían cuatro citas de Plecópteros: *Hemimelaena flaviventris* (Pictet, 1841) citada en la Sierra de Monchique por WHYTTON DA TERRA (1979), *Brachyptera arcuata* (Klapálek, 1902) conocida desde la Cordillera Cantábrica hasta el Algarve (BERTHÉLEMY Y WHYTTON DA TERRA, 1980), *Amphinemura guadarramensis* (Aubert, 1952) citada también en la Sierra de Monchique bajo la designación de *A. sulcicollis guadarramensis* por WHYTTON DA TERRA (1979) y por BERTHÉLEMY Y WHYTTON DA TERRA (1980) y *Protonemura alcazaba* (Aubert, 1954) citada en la Sierra de Monchique por BERTHÉLEMY Y WHYTTON DA TERRA (1980).

Con esta nueva contribución se pretende aportar nuevos datos sobre la fauna de este grupo de insectos en unas áreas que hasta el momento habían sido prácticamente ignoradas (sobre todo en el caso del Algarve, Sierra de Baza y Sierras Subbéticas) en lo que respecta a los Plecópteros. De esta forma incrementamos el conocimiento de este grupo en el sur de la Península Ibérica, cuya fauna de plecópteros podemos considerar, con los datos bibliográficos más los aportados en esta memoria, como una de las mejor estudiadas en todo el territorio peninsular.

4.2. Material y Métodos

En cada estación dos personas muestreaban durante media hora cada una. Los adultos se capturaron con una manga entomológica batiendo la vegetación de la ribera, o bien fueron directamente recolectados, con la ayuda de unas pinzas entomológicas, sobre las piedras próximas al agua. Para la captura de ninfas se utilizó una red de mano, de aproximadamente 1 mm. de luz de malla, removiendo el sustrato en los diferentes microhábitats existentes (piedra, lodo y vegetación subacuática). El contenido de la red era vertido en una batea donde las ninfas eran capturadas con unas pinzas e introducidas en botes de plástico que contenía alcohol al 80 %. Los adultos capturados también eran introducidos en viales con alcohol (en este caso al 70 %).



Para el caso de la Sierra de Baza y de la Sierra de Huétor los muestreos se realizaron mensualmente, desde septiembre de 1996 hasta agosto de 1997.

En el caso de las otras tres zonas estudiadas se realizaron muestreos puntuales. Desde abril de 1984 hasta diciembre de 2001 en Sierra Morena y desde abril de 1982 hasta junio de 1988 en las Sierras Subbéticas (muchas de las capturas de estos sistemas montañosos han sido realizadas por M. Baena). En el Algarve se hicieron dos campañas de muestreo realizadas en noviembre de 1997 y en febrero de 1998.

Para el cálculo de la abundancia relativa de las diferentes especies sólo se tuvieron en cuenta los ejemplares adultos, ya que eran capturados de un modo sistemático (duración similar en todas las estaciones de muestreo y en cada mes) en el caso de las Sierras de Baza y Huétor. Para otros sistemas montañosos la información obtenida al respecto a partir de los adultos es orientativa y, en todo caso, referente al período del año en el que se realizaron las capturas. Puesto que la colecta de ninfas fue puntual y tan sólo aportaba una información cualitativa de la composición faunística del lugar y dado que la determinación específica es en muchos casos imposible, los resultados obtenidos no fueron empleados para confeccionar la tabla de abundancia.

En algunas especies, concretamente en *Isoperla bipartita* Aubert, 1962, *I. curtata*, *I. nevada* y *I. pallida*, se procedió a la disección del macho para extraer la armadura del saco peneal, principal carácter morfológico para realizar la correcta distinción entre estas especies crípticas morfológicamente (TIERNO *et al.*, 1994). Las preparaciones microscópicas de dichas estructuras se realizaron en líquido de Hoyer.

La catalogación de la fenología se hizo considerando como especies primaverales aquellas cuyo período de vuelo se extendía en los meses de abril, mayo y junio; estivales en julio, agosto y septiembre; otoñales en octubre, noviembre y diciembre; e invernales en enero, febrero y marzo; se consideraban de período extendido aquellas cuyas capturas se extendían en tres o cuatro estaciones del año (TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001b).



Para estudiar el grado de solapamiento entre especies por estaciones de muestreo en cada una de las zonas estudiadas se procedió como JÁIMEZ-CUÉLLAR *et al.* (2000) empleando la siguiente fórmula del coeficiente de solapamiento:

$$Cs = Nc / N1 + N2 - Nc$$

Donde:

Cs= coeficiente de solapamiento.

Nc= número de estaciones donde están presentes ambas especies.

N1= número de estaciones donde está presente la especie 1.

N2= número de estaciones donde está presente la especie 2.

Para realizar las afinidades entre las distintas del sur de la Península Ibérica y el norte de África se usó el índice de Jaccard y para la realización del cluster de afinidad fue empleado el programa Cluster Análisis 3.10.

4.3. Especies colectadas

Familia *Perlodidae*

Guadalgenus franzi (Aubert, 1963)

Sierra de Baza.- B7: 13-VI-1997, 1 N.

Sierra Morena.- MCRI: 28-V-1983, 4♂♂. **MC1:** 14-IV-1982, 1♂ 1♀; 14-V-1982, 9♂♂ 11♀♀. **MJ1:** V-1991, 2♂♂. **MJ2:** V-1991, 1♂. **MJ5:** 30-III-2001, 2N; **MJ6:** 1-V-2001, 1♂ 1♀ 2N; 9-XII-2001, 8N.

Sierras Subbéticas.- S1: 28-IV-1983, 1♂. **S2:** 25-V-1987, 4♂♂ 3♀♀.

Algarve.- A1: 27-XI-1997, 3N; 26-II-1998, 6N. **A17:** 29-XI-1997, 3N.



Es una especie endémica de la Península Ibérica. Previamente había sido citada en diversos puntos de la mitad centro y del sur peninsular (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TECEDOR, 1987). Concretamente, dentro de las áreas objeto de estudio se conocía su presencia en Sierra Morena en las provincias de Ciudad Real (AUBERT, 1963a, b), Córdoba (PUIG Y FERRERAS, 1983), Jaén (AUBERT, 1963a, b) y Sevilla (PUIG Y GALLARDO, 1985; GALLARDO MAYENCO, 1990). Las citas que se aportan para la Sierra de Baza y las Sierras Subbéticas Cordobesas suponen la ampliación de su área de distribución en el Sistema Bético, donde se conocía su existencia en el Río Hozgarganta (Cádiz) (AGÜERO PELEGRÍN *et al.*, 1998), la Serranía de Ronda (datos inéditos) y Albacete (UBERO PASCAL *et al.*, 1998). En Portugal esta especie, previamente conocida en Beira Alta, Beira Baixa y Trás os Montes (WHYTTON DA TERRA, 1979), se captura por primera vez en el Algarve.

Dada la ausencia de imagos capturados en la Sierra de Baza y en el Algarve, desconocemos su período de vuelo en estas áreas. En otras zonas de la Península en las que ha sido colectada de manera puntual parece ser una especie primaveral (AUBERT, 1963a; STARK *et al.*, 1986; WHYTTON DA TERRA, 1979), hecho que coincide con lo que ocurre tanto en las Sierras Subbéticas como en Sierra Morena, con colectas de adultos en abril y mayo.

Hemimelaena flaviventris (Pictet, 1841)

Sierra de Huétor.- H4: 12-VI-1997, 1 ♂. **H9:** 14-II-1997, 1 N; 13-III-1997, 8 N; 5-V-1997, 8 ♂♂, 7 ♀♀; 15-V-1997, 18 ♂♂, 8 ♀♀, 10 N; 12-VI-1997, 1 ♀. **H10:** 14-II-1997, 4 N; 13-III-1997, 3 N; 5-V-1997, 6 ♂♂, 5 ♀♀; 15-V-1997, 7 ♂♂, 5 ♀♀, 1 N; 12-VI-1997, 11 ♂♂, 2 ♀♀.

Sierra Morena.- MCR1: 28-V-1983, 4♂♂ 1♀. **MCR2:** 20-V-1983, 1♂ 1N. **MC1:** 14-V-1982, 2♂♂ 3♀♀. **MC2:** 12-V-1982, 1♂ 4♀♀. **MC3:** 9-III-1997, 1♂ 1♀. **MC4:** 12-V-1983, 1♀. **MH1:** 23-V-1990, 1♂. **MJ3:** V-1991, 6♂♂ 1♀. **MJ7:** 1-V-2001, 8♂♂ 1♀. **MS1:** 23-V-1990, 1♂.



Sierras Subbéticas.- S1: 28-IV-1983, 1♂. **S3:** 24-V-1982, 1♂. **S4:** 27-IV-1983, 4♂♂ 5♀♀; 11-V-1983, 3♂♂ 2♀♀. **S5:** 27-IV-1983, 1♂ 48♀♀. 11-V-1983, 9♀♀.

Algarve.- A1: 26-II-1998, 4N. **A4:** 26-II-1998, 4N. **A6:** 26-II-1998, 4N.

Esta especie de distribución iberomagrebí ha sido colectada en cuatro de los cinco sistemas montañosos estudiados (Sierra Morena, Sierras Subbéticas, Sierra de Huétor y Algarve) y parece ser una de las especies con mayor presencia en el sur de la Península Ibérica (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002). En Sierra Morena estaba citada previamente en numerosos puntos (BOLÍVAR, 1902; KLAPÁLEK, 1907; NAVÁS, 1901, 1913, 1924; AUBERT, 1957, 1963a, b; PUIG Y FERRERAS, 1983; PUIG Y GALLARDO, 1985) y con los datos aportados se completa su distribución en toda la extensión de dicho sistema montañoso.

Es una especie fundamentalmente primaveral, aunque para alguna localidad cordobesa de Sierra Morena ha presentado un período de vuelo algo adelantado, con colectas al final del invierno (marzo), respecto a lo ocurrido en el sur de Cádiz (ROPERO *et al.*, 1995). En la Sierra de Huétor las capturas tuvieron lugar en los meses de mayo y junio (Fig. 4b), con máximos en mayo, lo que coincide con el observado en la Serranía de Ronda (AUBERT, 1963a) y un poco retrasado con el señalado para el sur de Cádiz (ROPERO *et al.*, 1995).

***Isoperla* sp. Banks, 1906**

Algarve.- A4: 26-II-1998, 2N. **A7:** 26-II-1998, 6N. **A17:** 26-II-1998, 8N.

No ha sido posible la identificación a nivel específico para las ninfas capturadas de este género. Se conocen tres especies de este género en Portugal (*I. bipartita*, *I. curtata* e *I. gramática* (Poda, 1961)), aunque ninguna de ellas ha sido citada en el Algarve (SÁNCHEZ-



ORTEGA *et al.*, 2002). Además *I. pallida* e *I. nevada* podrían estar presentes en esta zona, dada la distribución actual conocida para ambas especies.

***Isoperla bipartita* Aubert 1962**

Sierra Morena.- MC5: 23-V-1998. 4♂♂ 5♀♀.

Esta especie, endémica de la Península Ibérica, había sido anteriormente citada en diferentes puntos de Sierra Morena y en el noroeste peninsular (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002). Concretamente en Sierra Morena se conocía su presencia en Córdoba, Jaén y Sevilla (AUBERT, 1963a, b; PUIG Y FERRERAS, 1983; PUIG Y GALLARDO, 1985; GALLARDO MAYENCO, 1990).

Las fechas de nuestras capturas están dentro del período de vuelo primaveral encontrado para la especie previamente en Sierra Morena (AUBERT, 1963a, b) y más adelantado que en el noreste ibérico, donde las escasas colectas de imagos parecen indicar un período de vuelo primaveral-estival (WHYTTON DA TERRA, 1979; BERTHÉLEMY Y WHYTTON DA TERRA, 1980).

***Isoperla curtata* Navás 1924**

Sierra Morena.- MJ5: 23-V-1998. 7♂♂ 6♀♀. **MJ7:** 1-V-2001, 2♀♀

Endemismo Ibérico que presenta en Sierra Morena (donde había sido citada previamente en Badajoz, Jaén y Sevilla) (AUBERT, 1963a, b; PUIG Y GALLARDO, 1985) sus poblaciones más meridionales junto con las presentes en Cádiz (AUBERT, 1963b).



Las fechas de las capturas están dentro del período de vuelo primaveral establecido para esta especie en el sur, si bien en áreas más norteñas este período se prolonga al principio de verano (julio) (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002).

Isoperla nevada Aubert, 1952

Sierra de Baza.- B1: 14-III-1997, 1 N; 13-II-1997, 6 N; 15-IV-1997, 7 N; 16-V-1997, 3 ♂♂, 1 ♀; 13-VI-1997, 6 ♂♂, 4 ♀♀, 4 N. **B2:** 16-I-1997, 1 N; 13-II-1997, 1 N; 14-III-1997, 8 N; 15-IV-1997, 9 N; 16-V-1997, 5 ♂♂, 2 ♀♀, 3 N; 13-VI-1997, 14 ♂♂, 11 ♀♀, 15 N; 15-VII-1997, 1 ♀. **B3:** 14-III-1997, 3 N; 16-V-1997, 1 ♂, 1 ♀; 13-VI-1997, 3 ♂♂; 15-VII-1997, 3 ♂♂, 2 ♀♀. **B4:** 13-II-1997, 1 N; 14-III-1997, 2 N; 15-IV-1997, 5 ♂♂, 3 ♀♀, 3 N; 16-V-1997, 7 ♂♂, 3 ♀♀; 13-VI-1997, 1 ♀. **B5:** 13-II-1997, 1 N; 15-IV-1997, 1 ♂, 2 N; 16-V-1997, 1 ♂; 13-VI-1997, 1 ♂; 15-VII-1997, 1 ♂. **B6:** 14-III-1997, 1 N; 15-IV-1997, 7 N; 16-V-1997, 6 ♂♂, 5 ♀♀, 1 N; 13-VI-1997, 4 ♂♂, 3 ♀♀, 3 N; 15-VII-1997, 3 ♂♂, 3 ♀♀. **B7:** 13-IX-1996, 13 ♂♂, 20 ♀♀, 4 N; 15-X-1996, 2 ♂♂, 5 ♀♀, 2 N; 23-XI-1996, 1 ♂, 3 N; 18-XII-1996, 4 N; 16-I-1997, 2 ♂♂, 1 ♀; 13-II-1997, 1 ♀, 14 N; 14-III-1997, 8 N; 15-IV-1997, 5 ♀♀, 11 N; 16-V-1997, 5 ♂♂, 4 ♀♀, 11 N; 13-VI-1997, 27 ♂♂, 14 ♀♀, 10 N; 15-VII-1997, 7 ♂♂, 9 ♀♀, 7 N; 14-VIII-1997, 8 ♂♂, 7 ♀♀, 12 N. **B8:** 16-V-1997, 1 ♀; 13-VI-1997, 1 ♀, 1 N; 15-VII-1997, 1 ♀. **B9:** 13-II-1997, 1 N; 14-III-1997, 9 N; 15-IV-1997, 5 N; 16-V-1997, 2 ♂♂, 3 ♀♀, 3 N; 13-VI-1997, 7 ♂♂, 4 ♀♀, 5 N.

Sierra de Huétor.- H1: 11-III-1997, 1 N; 16-IV-1997, 2 N; 15-V-1997, 3 N; 12-VI-1997, 1 ♂, 1 ♂, 1 N; 16-VII-1997, 1 N. **H2:** 14-II-1997, 11 N; 11-III-1997, 3 N; 16-IV-1997, 1 N; 15-V-1997, 6 ♂♂, 5 ♂♂, 7 N; 12-VI-1997, 5 ♂♂, 6 ♂♂, 6 N; 16-VII-1997, 1 ♂. **H3:** 14-II-1997, 7 N; 16-IV-1997, 1 ♂, 2 N; 15-V-1997, 4 ♂♂, 4 ♂♂, 2 N; 12-VI-1997, 3 ♂♂, 2 ♂♂, 8 N; 16-VII-1997, 1 ♂. **H4:** 14-II-1997, 5 N; 11-III-1997, 6 N; 16-IV-1997, 3 N; 15-V-1997, 5 ♂♂, 2 ♂♂, 3 N; 12-VI-1997, 3 ♂♂, 5 ♂♂, 3 N; 16-VII-1997, 1 N. **H6:** 16-IV-1997, 2 N; 15-V-1997, 2 N; 12-



VI-1997, 1 N. **H7:** 14-II-1997, 2 N; 16-IV-1997, 1 N; 15-V-1997, 1 N. **H11:** 16-IV-1997, 6 N; 15-V-1997, 3 ♂♂; 12-VI-1997, 2 ♂♂, 1 N.

Considerada desde su descripción como un endemismo de las altas cumbres de Sierra Nevada, la distribución de esta especie se ha visto muy ampliada en recientes trabajos que la citan en diversos puntos del centro y sur peninsular y en Pirineos (TIERNO *et al.*, 1994; TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1997b; TIERNO DE FIGUEROA Y LUZÓN-ORTEGA, 2001). En el sur sólo se conoce su existencia segura en la provincia de Granada, incluyendo las Sierras de Baza y Huétor. Ya se conocía la presencia de esta especie en las dos zonas en las que se ha encontrado (TIERNO *et al.*, 1994).

El período de vuelo conocido para esta especie en Sierra Nevada abarca desde mayo a octubre, aunque con máximos en los meses de junio y julio, por lo que se le puede catalogar como primaveral-estival (AUBERT, 1963a; SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBATERCEDOR, 1989; TIERNO *et al.*, 1994; TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001b). En la Sierra de Huétor es primaveral-estival (desde abril hasta agosto), si bien algo adelantado con respecto al observado en el macizo anteriormente mencionado, con máximos de capturas en mayo y junio (Fig. 4b). En la Sierra de Baza nuestros resultados son bastante similares, con los máximos de captura también en mayo y junio (Fig 4a), lo cual coincide con la idea de que en zonas de menor altitud comienza antes la emergencia para esta especie (TIERNO *et al.*, 1994). Únicamente en la estación **B7** de este último sistema montañoso, el período de vuelo se prolonga a lo largo de casi todo el año, por lo que se podría catalogar como extendido.

Isoperla pallida Aubert, 1963

Sierra Morena.- MCR1: 28-V-1983, 1♀. **MC6:** 13-V-1982, 1♂ 1♀. **MC1:** 14-IV-1982, 8♂♂ 3♀♀. **MJ2:** V-1991, 2♂♂ 3♀♀. **MJ3:** V-1991, 5♀♀. **MJ6:** 1-V-2001, 6♂♂ 4♀♀. **MS1:** 23-V-1990, 1♀.



Es una especie únicamente encontrada en Sierra Morena salvo por una cita de la Sierra de Guadarrama (AUBERT, 1963a) y otra, en Albacete (UBERO PASCAL *et al.*, 1998). Teniendo en cuenta que las ninfas de esta especie aún no han sido descritas, hay que poner en duda su presencia en esta última localidad, al tratarse de identificaciones realizadas a partir de estadios juveniles (UBERO PASCAL *et al.*, 1998). Con los presentes datos se amplía su distribución a la parte de Ciudad Real y de Sevilla de Sierra Morena, lo que muestra que esta especie está presente en la mayor parte de este sistema montañoso.

Se trata de una especie primaveral (meses de mayo y junio), si bien las presentes capturas amplían el período de vuelo global al principio de dicha estación (mes de abril).

Familia Perlidae

Perla marginata (Panzer, 1799)

Sierra de Baza.- B1: 13-II-1997, 1 N; 14-III-1997, 2 N; 16-V-1997, 7 N; 13-VI-1997, 1 N; 14-VIII-1997, 4 N. **B2:** 11-IX-1996, 5 N; 15-VII-1997, 1 N. **B3:** 11-IX-1996, 6 N; 15-X-1996, 9 N; 18-XII-1996, 2 N; 13-II-1997, 3 N; 14-III-1997, 1 N; 15-IV-1997, 4 N; 16-V-1997, 3 N; 13-VI-1997, 4 N; 15-VII-1997, 4 N; 14-VIII-1997, 3 N. **B4:** 15-IV-1997, 2 N; 15-VII-1997, 1 N. **B9:** 15-X-1996, 2 N.

Sierra de Huétor.- H1: 14-IX-1996, 1 N; 12-VI-1997, 1 ♀. **H2:** 14-IX-1996, 1 N; 17-X-1996, 1 N; 16-IV-1997, 3 N; 15-VIII-1997, 6 N. **H3:** 12-VI-1997, 2 ♀♀. **H4:** 15-I-1997, 1 N. **H11:** 18-X-1996, 2 N.

Especie de amplia distribución por Europa y el norte de África. En la Península Ibérica está ampliamente extendida, si bien su posición taxonómica exacta está siendo discutida (Sivec, comunicación personal) y su distribución podría verse modificada. En las



áreas de estudio tan sólo ha sido capturada en las Sierras de Baza y Huétor donde abundan los ríos y arroyos de media-alta montaña frente a los de media-baja montaña más frecuentes en las otras áreas en donde no ha sido capturada.

Tan sólo fue posible capturar ejemplares adultos en la Sierra de Huétor en el mes de junio, lo que permitiría catalogarla como primaveral en esta zona (Fig. 4b). No obstante el bajo número de ejemplares colectados impide establecer el periodo de vuelo con seguridad, que probablemente se prolongue hasta el verano, como ocurre en Sierra Nevada (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1989; TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001b), en la Serranía de Ronda (GARCÍA DE JALÓN Y GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, 1986) y, de forma general, en la Península Ibérica (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002). La falta de capturas de ejemplares adultos en la Sierra de Baza no nos permite establecer su periodo de vuelo en este sistema montañoso.

Familia *Chloroperlidae*

Chloroperla nevada Zwick, 1967

Sierra de Baza.- B5: 16-V-1997, 1 ♂. B7: 15-IV-1997, 4 ♂♂; 16-V-1997, 6 ♂♂, 5 ♀♀; 13-VI-1997, 2 ♂♂, 2 ♀♀; 15-VII-1997, 1 ♂, 4 ♀♀; 14-VIII-1997, 1 ♀.

La distribución de este endemismo ibérico se haya concentrada en el cuadrante sudoriental de la Península Ibérica: Sierra Nevada (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1989), en la Sierra de Cazorla (AUBERT, 1963a; ZWICK, 1967), en la Sierra de Castril (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002); y en Pontevedra (PARDO *et al.*, 1991; PARDO, 1992) y norte de Portugal (WHYTTON DA TERRA, 1979; BERTHÉLEMY Y WHYTTON DA TERRA, 1980), dentro del cuadrante noroccidental peninsular. Con estas capturas se amplía su distribución en el Sistema Penibético.



Como en Sierra Nevada (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1989), esta especie se comporta como primaveral-estival (Fig. 4a) en nuestra área de estudio, con colectas desde abril hasta agosto, si bien en la Sierra de Baza el mayor número de capturas se produjo en primavera, en el mes de mayo, coincidiendo con el período de vuelo señalado para esta especie en Galicia (MEMBIELA, 1996).

Familia Taeniopterygidae

***Brachyptera arcuata* (Klapalek, 1902)**

Algarve.- A17: 29-XI-1997, 1N♂, 3N♀.

Es un endemismo ibérico distribuido por la mitad norte de España y de Portugal (Beira Alta y Minho) (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002), aunque BERTHÉLEMY Y WHYTTON DA TERRA (1980) hacían referencia a una distribución extendida desde la Cordillera Cantábrica hasta el Algarve (En: SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1987). En esta última región portuguesa se encuentran las poblaciones más meridionales para esta especie.

La ausencia de colectas de adultos impiden establecer su categoría fenológica en este área, aunque en la mayor parte de su distribución es fundamentalmente primaveral, con escasas capturas de imagos en invierno o principio de verano (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002).

***Brachyptera auberti* Consiglio, 1957**

Sierras Subbéticas Cordobesas.- S4: 5-III-1983, 1♂ 1♀. **S5:** 9-IV-1983, 1♂.

S6: 27-II-1983, 2♀♀; 9-IV-1983, 1♂ 2♀♀.

Algarve.- A15: 27-II-1998, 1♀.



Especie de distribución restringida a la Península Ibérica, Córcega, Cerdeña y norte de África (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002). Las capturas aportadas para el Algarve y las Sierras Subbéticas constituyen unos de los puntos de distribución más meridionales a escala peninsular, junto con el sur de Cádiz (ROPERO *et al.*, 1995), la provincia de Málaga (AUBERT, 1963a; GARCÍA DE JALÓN Y GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, 1986) y Sierra Morena en Sevilla (PUIG Y GALLARDO, 1985; GALLARDO MAYENCO, 1990).

Es una especie que ha mostrado en el área de estudio un período de vuelo invernal-primaveral, coincidente con lo observado en el resto de su área de distribución conocida (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002).

***Brachyptera vera cordubensis* Berthélemy y Baena, 1984**

Sierra Morena.- MC7: 8-II-1984, 1♂ 1♀. **MJ5:** 7-XII-2001, 2N; **MJ6:** 9-XII-2001, 1♀.

Las citas indicadas para la provincia de Jaén amplían la distribución de esta subespecie a la parte oriental de Sierra Morena. No obstante, la especie sigue estando localizada en el mencionado sistema montañoso, al Sistema Central (GARCÍA DE JALÓN Y GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, 1982, BERTHÉLEMY Y GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, 1983), en la cuenca del Duero (GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, 1984), a en río de la parte más occidental del Sistema Penibético (AGÜERO PELEGRIN *et al.*, 1998) y en los Motes de Toledo (LUZÓN-ORTEGA Y TIERNO DE FIGUEROA, 2002).

Las capturas de adultos han tenido lugar en febrero y diciembre, dentro de un período de vuelo otoñal-invernal que concuerda con el observado anteriormente en



Sierra Morena (BERTHÉTEMY Y BAENA, 1984) y Montes de Toledo (LUZÓN-ORTEGA Y TIERNO DE FIGUEROA, 2002).

Las citas del presente trabajo, junto a otras recientes en Montes de Toledo (LUZÓN-ORTEGA Y TIERNO DE FIGUEROA, 2002), amplían la distribución de esta especie considerada vulnerable a escala global (SÁNCHEZ-ORTEGA Y TIERNO, 1996).

Rhabdiopterix christinae Theischinger, 1975

Sierra de Huétor.- H4: 14-II-1997, 1 N; 11-III-1997, 1 N. **H9:** 14-II-1997, 1 N; 13-III-1997, 7 N. **H10:** 15-I-1997, 1 N. 14-II-1997, 1 ♀, 1 N; 13-III-1997, 4 N. **H11:** 16-III-1997, 6 ♂♂, 7 ♀♀, 1 N.

Es una especie endémica de la Península Ibérica, que ya había sido citada en la Parque Natural de la Sierra de Huétor (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ROPERO-MONTERO, 1991). Es una especie rara y considerada vulnerable a escala global (SÁNCHEZ-ORTEGA Y TIERNO, 1996) y que presenta en Andalucía el mayor número de citas de toda su área de distribución (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002). Ha sido capturada también en Cuenca (THEISCHINGER, 1975) y en el Alto Alentejo (Portugal) (WHYTTON DA TERRA, 1979).

Las capturas tuvieron lugar en invierno (febrero-marzo) (Fig. 4b), con máximos a finales de dicha estación, al igual que en el resto de las localidades donde ha sido citada (a excepción de Cuenca, donde fue capturada en primavera) (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ROPERO, 1991).



Rhabdiopteryx thienemanni Illies, 1957

Sierra Morena.- MC7: 8-II-1984, 3 ♀♀. **MC9:** 8-XI-1984, 1 ♂ 1 ♀. **MC10:** 8-XI-1984, 7 ♂♂ 1 ♀.

Especie presente en la Península Ibérica y sudeste de Francia (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002), estas capturas suponen la segunda cita de la especie en Sierra Morena, conocida previamente en Badajoz (TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2002), y además, son las localidades más meridionales de su área de distribución.

Con las capturas en el mes de noviembre se amplía el período de vuelo conocido a nivel global para esta especie considerada invernal-primaveral (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002).

Esta especie ha sido catalogada como vulnerable en Andalucía según TIERNO Y SÁNCHEZ-ORTEGA (1996).

Familia Nemouridae

Amphinemura triangularis Ris, 1902

Sierra de Baza.- B3: 16-V-1997, 9 ♂♂, 7 ♀♀. **B7:** 16-V-1997, 1 ♀; 13-VI-1997, 2 ♂♂, 5 ♀♀.

Sierra de Huétor.- H3: 15-V-1997, 2 ♂♂; 16-VI-1997, 1 ♂, 3 ♀♀. **H11:** 16-IV-1997, 1 N; 15-V-1997, 2 ♂♂, 2 ♀♀; 12-VI-1997, 2 ♀♀.

Es una especie europea, que en España tiene una distribución disjunta, con poblaciones en el norte y en el sur (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002), estas últimas concentradas en el Sistema Penibético (AUBERT, 1963a; GONZÁLEZ DEL TÁNAGO Y



GARCÍA DE VIEDMA, 1983; SÁNCHEZ-ORTEGA, 1986). En nuestra área de estudio ha sido capturada en las dos sierras pertenecientes a este sistema montañoso (Baza y Huétor).

Tiene un modelo de período de vuelo primaveral en el área estudiada (mayo-junio) (Figs. 4a y 4b), como ocurre en la mayoría de las localidades donde ha sido capturada. En Sierra Nevada sin embargo, dicho período se prolonga hasta el verano (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1989).

***Protonemura alcazaba* Aubert, 1954**

Sierra de Baza.- B1: 15-X-1996, 3 ♂♂, 1 ♀; 15-IV-1997, 1 ♂, 4 N. **B2:** 11-IX-1996, 3 N; 15-X-1996, 1 ♀; 16-V-1997, 1 ♂, 1 ♀; 13-VI-1997, 1 ♀. **B3:** 11-IX-1996, 4 ♂♂, 1 N; 15-X-1996, 33 ♂♂; 23-XI-199, 5 ♂♂, 2 ♀♀; 14-III-1997, 1 ♂; 16-V-1997, 3 ♂♂, 1 ♀; 13-VI-1997, 2 ♂♂, 4 ♀♀. **B4:** 15-X-1996, 2 ♂♂; 15-IV-1997, 1 ♂, 1 ♀, 1 N; 16-V-1997, 3 ♂♂; 13-VI-1997, 1 ♂♂, 1 ♀. **B5:** 13-IX-1996, 1 N; 15-X-1996, 7 ♂♂, 3 N; 23-XI-1996, 2 ♂♂; 13-II-1997, 2 ♂♂; 15-IV-1997, 12 ♂♂, 2 ♀♀, 3 N; 16-V-1997, 11 ♂♂, 9 ♀♀; 13-VI-1997, 4 ♂♂, 7 ♀♀. **B6:** 13-IX-1996, 8 N. **B7:** 15-X-1996, 1 ♂; 15-IV-1997, 2 ♂♂. **B8:** 13-II-1997, 1 ♂, 1 N. **B9:** 13-VI-1997, 2 ♂♂.

Sierra de Huétor.- H1: 17-X-1996, 2 ♂♂; 17-XI-1996, 1 ♂, 1 ♀; 19-XII-1996, 2 ♀♀; 16-IV-1997, 1 ♂, 1 N. **H2:** 17-XI-1996, 1 ♀; 19-XII-1996, 1 ♀. **H4:** 14-IX-1996, 2 ♂♂, 1 ♀, 36 N; 17-X-1996, 2 ♂♂, 4 ♀♀, 32 N; 17-XI-1996, 1 ♂, 2 ♀♀; 20-XII-1996, 6 ♂♂, 11 ♀♀; 15-I-1997, 6 ♂♂, 4 ♀♀, 3 N; 14-II-1997, 3 ♂♂, 2 ♀♀; 11-III-1997, 1 ♂, 7 N; 15-V-1997, 2 ♂♂. **H5:** 16-IV-1997, 1 ♂; 15-V-1997, 1 ♀. **H7:** 18-X-1996, 2 ♂♂; 19-XI-1996, 2 ♂♂, 3 ♀♀; 20-XII-1996, 1 ♀; 14-II-1997, 1 ♂, 2 ♀♀; 15-V-1997, 4 ♂♂, 3 ♀♀; 12-VI-1997, 1 ♀. **H8:** 14-IX-1996, 1 ♂, 7 N; 19-XI-1996, 2 ♂♂; 14-II-1997, 1 ♂, 1 N; 13-III-1997, 1 ♂; 16-IV-1997, 2 ♂♂, 2 ♀♀; 15-V-1997, 5 ♂♂, 2 ♀♀; 12-VI-1997, 4 ♂♂, 2 ♀♀; 15-VIII-1997, 8



N. **H10:** 15-V-1997, 1 ♀. **H11:** 15-IX-1996, 1 ♂, 29 N; 18-X-1996, 3 ♂♂; 20-XII-1996, 1 ♂; 16-III-1997, 1 ♂; 15-V-1997, 2 ♂♂; 12-VI-1997, 1 ♀.

Sierras Subbéticas.- S7: 4-VI-1988, 3 ♂♂ 1 ♀.

Algarve.- A9: 27-II-1998, 1 ♂, 14N. **A11:** 27-II-1998, 7 ♂♂, 2 ♀♀.

Esta especie, distribuida por la mitad sur de la Península Ibérica, ha aparecido en cuatro de los cinco macizos estudiados. Son las primeras citas para la provincia de Córdoba, con lo que se incrementa su área de distribución conocida a un nuevo sistema montañoso (Sierras Subbéticas Cordobesas). Sí se conocía su presencia por datos recogidos en SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.* (2002) en las Sierras de Baza y Huétor, y en el Algarve por BERTHÉLEMY Y WHYTON DA TERRA (1980).

En las áreas donde hemos podido realizar un seguimiento a lo largo del año de la fauna de plecópteros (Baza y Huétor) esta especie ha presentado un modelo de período de vuelo extendido, ya que se obtuvieron capturas en todas las estaciones del año (Figs. 4a y 4b). En la Sierra de Baza los máximos se concentran en primavera (abril a junio) y, especialmente, en otoño (mes de octubre). Por otra parte en la Sierra de Huétor no parecía tener máximos aparentes de capturas, aunque fue común en las dos áreas la falta de adultos en julio y agosto. En Sierra Nevada presenta igualmente un modelo de emergencia extendido con capturas durante todas las estaciones del año salvo el verano (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1989; TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001b), mientras que en el sur de Cádiz y en la Serranía de Ronda se comporta como una especie invernal-primaveral (ROPERO *et al.*, 1995; TIERNO *et al.*, 1996).

***Protonemura meyeri* (Pictet, 1841)**

Sierra de Baza.- B2: 16-I-1997, 1 ♀. **B3:** 14-III-1997, 2 ♀♀. **B4:** 16-I-1997, 1 ♀; 13-II-1997, 2 ♂♂, 1 N; 13-VI-1997, 1 ♂. **B5:** 13-II-1997, 1 ♂, 1 ♀; 14-III-1997, 4 ♂♂, 9 ♀♀. **B6:** 14-III-1997, 1 ♀. **B7:** 13-IX-1996, 44 N; 15-X-1996, 21



♂♂, 11 ♀♀, 6 N; 23-XI-1996, 6 ♂♂, 3 ♀♀; 18-XII-1996, 1 ♂, 5 ♀♀, 11 N; 16-I-1997, 1 ♂, 1 ♀; 13-II-1997, 5 ♂♂, 5 ♀♀, 9 N; 14-III-1997, 22 ♂♂, 18 ♀♀, 4 N; 15-IV-1997, 6 ♂♂, 47 ♀♀; 13-VI-1997, 19 ♂♂, 15 ♀♀, 1 N; 15-VII-1997, 5 ♂♂, 4 ♀♀. **B8:** 15-IV-1997, 1 ♀.

Sierra de Huétor.- H1: 14-IX-1996, 1 ♂, 1 ♀; 17-X-1996, 1 ♂, 4 ♀♀, 11 N; 17-XI-1996, 4 ♂♂, 5 ♀♀; 19-XII-1996, 3 ♂♂; 15-I-1997, 6 ♀♀, 17 N; 14-II-1997, 1 ♀; 15-V-1997, 1 ♀; 12-VI-1997, 3 ♂♂, 4 ♀♀. **H2:** 17-XI-1996, 1 ♀, 1 N.; 15-I-1997, 2 ♀♀; 12-VI-1997, 2 ♂♂, 1 ♀. **H3:** 14-IX-1996, 1 ♂, 1 ♀; 17-X-1996, 1 ♂, 1 N; 17-XI-1996, 2 ♀♀; 19-XII-1996, 1 ♀; 15-I-1997, 1 ♂, 2 ♀♀, 8 N; 14-II-1997, 11 ♂♂, 5 ♀♀, 3 N; 11-III-1997, 2 ♂♂, 3 ♀♀, 11 N; 16-IV-1997, 7 ♀♀; 15-V-1997, 1 ♂, 9 ♀♀; 12-VI-1997, 3 ♂♂, 3 ♀♀. **H4:** 17-XI-1996, 2 ♂♂, 1 ♀; 14-II-1997, 1 ♀; 16-IV-1997, 3 ♀♀, 1 N; 12-VI-1997, 2 ♂♂, 2 ♀♀, 1 N. **H5:** 17-X-1996, 1 ♂; 15-I-1997, 1 ♀; 14-II-1997, 1 ♂; 15-V-1997, 1 ♀. **H8:** 20-XII-1996, 1 ♂; 16-IV-1997, 1 ♀. **H10:** 12-VI-1997, 1 ♀. **H11:** 18-X-1996, 2 ♀♀, 13 N; 16-IV-1997, 1 ♂, 1 ♀; 15-V-1997, 1 ♂, 4 ♀♀; 12-VI-1997, 3 ♂♂, 6 ♀♀, 2 N.

Sierra Morena.- MB1: 28-IV-1985, 8♂♂ 11♀♀.

Sierras Subbéticas.- S6: 9-IV-1983, 1♂. **S8:** 27-II-1983, 2♂♂ 1♀; 5-III-1983, 7♂♂ 6♀♀.

Esta especie está ampliamente distribuida por toda Europa, así como por la Península Ibérica (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.* 2002). No obstante, los presentes datos son los primeros para Sierra de Baza, Sierra Morena y Sierras Subbéticas.

Tiene un modelo de período de vuelo extendido en la Sierra de Baza y en Sierra de Huétor (Figs. 4a y 4b), similar a la especie anterior, con máximos de capturas en otoño (mes de octubre) y primavera (meses de abril y junio), y muy similar al conocido en Sierra Nevada (TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001b). En otras zonas, como Cádiz y la Serranía de Ronda, el período de vuelo es más breve (ROPERO *et al.*, 1995; TIERNO *et al.*, 1996), de igual forma que en Sierra Morena y Sierras Subbéticas, lo que podría ser debido, probablemente, a la baja proporción de ejemplares adultos capturados en dichas áreas y a



la falta de muestreos en algunos meses del año, que podría hacer que dicho período de vuelo estuviese subestimado. En Galicia presenta un período invernal-primaveral (MEMBIELA, 1990c, 1996)

Nemoura cinerea (Retzius, 1783)

Sierra de Baza.- B2: 13-VI-1997, 1 ♀. **B3:** 16-V-1997, 1 ♀; 13-VI-1997, 1 ♀.
B4: 15-IV-1997, 1 ♂. **B6:** 15-IV-1997, 7 ♂♂, 2 ♀♀; 16-V-1997, 37 ♂♂, 25 ♀♀;
13-VI-1997, 19 ♂♂, 38 ♀♀. **B8:** 15-IV-1997, 2 ♂, 2 ♀♀; 16-V-1997, 2 ♀♀; 13-
VI-1997, 6 ♂♂, 9 ♀♀. **B9:** 15-IV-1997, 2 ♂; 16-V-1997, 3 ♂♂, 4 ♀♀.
Sierra de Huétor.- H9: 15-V-1997, 1 ♀.

Especie paleártica, que en la Península Ibérica y también en el caso concreto del sur está ampliamente extendida (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002). En la Sierra de Baza presenta un período de vuelo primaveral, desde abril hasta junio (Fig. 4a), similar al observado en Sierra Nevada (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1989) y en la Serranía de Ronda (TIERNO *et al.*, 1996), y algo más breve que el modelo primaveral-estival encontrado para esta especie en Galicia (MEMBIELA, 1990c, 1996). La captura de un sólo ejemplar de esta especie en la Sierra de Huétor no permite establecer su fenología, aunque su captura en el mes de mayo (Fig. 4b) está dentro del período de vuelo presente en las áreas cercanas mencionada anteriormente.

Nemoura fulviceps Klapalek, 1902

Sierra de Baza.- B5: 13-IX-1996, 1 ♂; 15-X-1996, 1 ♂; 16-V-1997, 1 ♀. **B8:** 13-
IX-1996, 9 ♂♂, 21 ♀♀, 15 N; 15-X-1996, 2 ♂♂; 13-II-1997, 8 N; 14-III-1997, 4
♂♂, 1 ♀, 4 N; 15-IV-1997, 2 ♂♂, 10 ♀♀; 16-V-1997, 12 ♂♂, 15 ♀♀; 13-VI-
1997, 7 ♂♂, 14 ♀♀, 7 N; 15-VII-1997, 1 ♀.



Sierra de Huétor.- H1: 14-IX-1996, 1 ♂, 4 ♀♀, 13 N; 17-X-1996, 3 ♂♂, 4 ♀♀, 9 N; 17-XI-1996, 4 N; 15-I-1997, 2 ♀♀; 14-II-1997, 1 ♀; 15-VIII-1997, 3 N. **H2:** 15-V-1997, 1 ♀. **H3:** 17-X-1996, 1 N; 11-III-1997, 1 ♂, 4 ♀♀; 16-IV-1997, 2 ♂♂, 11 ♀♀; 15-V-1997, 2 ♀♀; 12-VI-1997, 2 ♀♀. **H4:** 14-IX-1996, 1 ♂, 4 N; 17-X-1996, 4 ♂♂, 2 ♀♀; 16-IV-1997, 2 ♀♀. **H5:** 14-IX-1996, 1 N; 13-III-1997, 1 N. **Sierras Subbéticas.- S5:** 27-IV-1983, 1♂. **S6:** 27-II-1983, 1♀; 9-IV-1983, 3♀♀. **S9:** 28-IV-1983, 1♂ 1♀.

Es una especie propia del suroeste de Europa que se ha encontrado en buena parte de España. También había sido citada en la Sierra de Baza y de Huétor previamente a la realización de este estudio (PICAZO-MUÑOZ, 1995), aunque para el caso de las Sierras Subbéticas constituyen las primeras capturas. No se ha capturado en Sierra Morena ni en el Algarve.

Esta especie presenta un período de vuelo extendido en las Sierras de Baza y Huétor (Figs. 4a y 4b), con máximos en primavera y comienzos de otoño, similar al encontrado en Sierra Nevada (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1989) o en Galicia (MEMBIELA, 1990c, 1996). La falta de muestreos en algunas épocas del año en las Sierras Subbéticas impide determinar su fenología exacta, aunque las capturas tuvieron lugar en primavera.

Nemoura lacustris Pictet, 1865

Sierra de Baza.- B8: 16-V-1997, 1 ♀.

Sierra de Huétor.- H1: 16-IV-1997, 2 ♂♂, 1 ♀. **H3:** 16-IV-1997, 2 ♂♂, 7 ♀♀; 15-V-1997, 3 ♀♀; 12-VI-1997, 1 ♀. **H4:** 16-IV-1997, 4 ♀♀; 15-V-1997, 2 ♂♂; 12-VI-1997, 2 ♀♀. **H5:** 16-IV-1997, 1 ♀. **H6:** 16-IV-1997, 1 ♂. **H7:** 16-IV-1997, 1 ♂. **H9:** 5-V-1997, 2 ♂♂, 7 ♀♀; 15-V-1997, 9 ♂♂, 12 ♀♀; 12-VI-1997, 1 ♀.



H10: 5-V-1997, 14 ♂♂, 10 ♀♀; 15-V-1997, 21 ♂♂, 14 ♀♀; 12-VI-1997, 2 ♂♂, 26 ♀♀. **H11:** 16-IV-1997, 2 ♀♀.

Sierra Morena .- **MC4:** 12-V-1983, 3 ♂♂. **MC6:** 13-V-1982, 1 ♀. **MC7:** 12-V-1982, 2 ♂♂ 1 ♀. **MC11:** 13-III-1983, 1 ♂. **MJ2:** 250 m, V-1991, 1 ♂. **MJ8:** 3-V-1986, V. Monserrat leg., 3 ♀♀.

Sierras Subbéticas.- **S1:** 28-IV-1983, 2 ♂♂. **S2:** 25-V-1987, 1 ♂ 4 ♀♀. **S3:** 20-IV-1982, 2 ♂♂; 24-V-1982, 1 ♂. **S4:** 6-III-1983, 1 ♀; 27-IV-1983, 1 ♂ 1 ♀. **S5:** 9-IV-1983, 5 ♂♂ 11 ♀♀; 27-IV-1983, 2 ♂♂ 6 ♀♀. **S6:** 5-III-1983, 1 ♂; 9-IV-1983, 9 ♂♂ 10 ♀♀. **S8:** 5-III-1983, 6 ♂♂ 18 ♀♀; 27-XI-1983, 8 ♂♂ 11 ♀♀. **S10:** 28-IV-1983, 5 ♂♂ 11 ♀♀. **S11:** 28-IV-1983, 1 ♂ 1 ♀.

Algarve.- **A16:** 26-II-1998, 1 ♀.

Es una especie ampliamente distribuida por la Península Ibérica (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002), presente también el sur de Francia y el norte de África (SÁNCHEZ-ORTEGA Y AZZOUZ, 1998). En el área de estudio ha resultado ser una de las especies más extendidas ya que se ha capturado en las cinco zonas donde se ha muestreado.

El período de vuelo de esta especie parece adelantarse conforme se desciende en latitud y así, pasa de ser estival en el norte de la Península (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002), con la excepción de Galicia donde está presente desde marzo hasta julio (MEMBIELA, 1996), a primaveral-estival en la zona centro (AUBERT, 1963a, b) e invernal-primaveral en el sur peninsular (ROPERO *et al.*, 1995). En la Sierra de Huétor las capturas se realizaron en primavera (Fig. 4b). La colecta de un sólo individuo en la Sierra de Baza (Fig. 4a) y otro en el Algarve no nos permite incluir a esta especie en un modelo de período de vuelo con exactitud en estas áreas, aunque estarían dentro del intervalo temporal conocido en el sur peninsular. En las Sierras Subbéticas presenta el período de vuelo más prologado (extendido) al haberse capturado adultos en noviembre, además de en invierno y primavera.



Familia Capniidae

***Capnia bifrons* (Newman, 1839)**

Sierra de Huétor.- H9: 3-III-2000, 1 ♀; 18-III-2000, 3 ♀♀; 20-III-2000, 4 ♀♀.

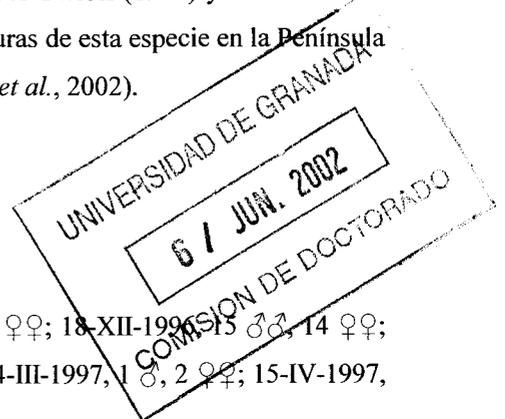
Es una especie distribuida por casi toda Europa y que en la Península Ibérica había sido citada únicamente en su mitad norte (tanto de España como de Portugal) (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1987). Con estas citas se amplía notablemente la distribución espacial de esta especie en la Península Ibérica y suponen la captura más meridional a escala mundial junto con la conocida en Grecia (ZWICK, 1978).

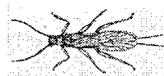
En cuanto a la fecha de captura, entra dentro del período de vuelo invernal-primaveral habitualmente señalado para esta especie en otras áreas de su distribución europea (AUBERT, 1959; BERTHÉLEMY, 1965; RAVIZZA, 1998). Además, estas capturas son las únicas a partir de adultos en España, aparte de las de NAVÁS (1917), y unas de las pocas en la Península Ibérica con las recogidas por ZWICK (1972) y WHYTTON DA TERRA (1979) en Portugal, ya que el resto de las capturas de esta especie en la Península se han realizado a partir de ninfas (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002).

***Capnia nigra* (Pictet, 1833)**

Sierra de Baza.- B7: 23-XI-1996, 23 ♂♂, 15 ♀♀; 18-XII-1996, 15 ♂♂, 14 ♀♀; 16-I-1997, 19 ♂♂, 17 ♀♀; 13-II-1997, 1 ♂; 14-III-1997, 1 ♂, 2 ♀♀; 15-IV-1997, 2 ♀♀. **B8:** 16-I-1997, 1 ♂, 1 ♀.

Estas capturas suponen las primeras citas de esta especie, de distribución paleártica, en el sur de la Península Ibérica fuera del macizo de Sierra Nevada, donde es una especie muy escasa (TIERNO Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1996). Dicha escasez en este último sistema montañoso puede ser debida a su período de vuelo invernal y a la inaccesibilidad en dicha





época del año de las áreas donde se localiza, que provocaría su subestimación (TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001b).

El período de vuelo observado en la Sierra de Baza es de tipo otoñal-invernal (Fig. 4a), meses de noviembre a febrero, aunque aún se produzca alguna captura en abril, mientras en Sierra Nevada los únicos tres ejemplares adultos capturados aparecieron en mayo (AUBERT, 1963a), marzo y abril (TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001b). En el resto de su área de distribución en la Península Ibérica, las escasas capturas de adultos parecen mostrar un período de vuelo más atrasado que el descrito en Baza (AUBERT, 1952c, 1956a, 1961, 1963a; GARCÍA DE JALÓN Y GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, 1982), de tipo invernal-primaveral.

***Capnionaura gelesae* Berthélemy y Baena, 1984**

Sierra Morena.- MC4: 26-I-1983, 1♂ 2♀♀. **MC7:** 17-III-1982, 1♀; 1-XI-1983, 1♀; 8-II-1984, 3♀♀. **MC8:** 7-II-1985, 1♂ 1♀. **MC12:** 25-I-1983, 2♂♂ 3♀♀. **MC14:** 8-XI-1984, 2♂♂ 13♀♀. **MJ5:** 7-XII-2001, 4♂♂ 4♀♀; **MJ6:** 9-XII-2001, 5♂♂ 4♀♀.

Algarve.- A1: 27-XI-1997, 4♂♂, 5♀♀, 5N. **A2:** 27-XI-1997, 1♂. **A3:** 27-XI-1997, 7♂♂, 6♀♀, 1N. **A4:** 27-XI-1997, 1♂, 2♀♀. **A6:** 27-XI-1997, 3♂♂. **A7:** 27-XI-1997, 6♂♂, 4♀♀, 1N. **A12:** 29-XI-1997, 2♂♂, 2♀♀. **A13:** 29-XI-1997, 10♂♂, 4♀♀. **A14:** 29-XI-1997, 1♀♀. **A15:** 29-XI-1997, 5♂♂, 6♀♀, 3N. **A16:** 29-XI-1997, 11♂♂, 5♀♀. **A17:** 29-XI-1997, 10♂♂, 5♀♀, 2N. **A18:** 29-XI-1997, 3♂♂, 1♀. **A19:** 29-XI-1997, 3♂♂, 4♀♀. **A20:** 29-XI-1997, 1♂.

Endemismo de la Península Ibérica, conocido anteriormente sólo en Cáceres (TIERNO Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1995), Córdoba (BERTHÉLEMY Y BAENA, 1984), Montes de Toledo (LUZÓN-ORTEGA Y TIERNO DE FIGUEROA, 2002) y Sevilla (PUIG Y GALLARDO, 1985; GALLARDO MAYENCO, 1990), aunque las citas aportadas para esta última provincia



son dudosas por tratarse de identificaciones basadas en ninfas para las que no existían claves ni descripción en el momento de su asignación específica. Con los datos presentes se amplía la distribución de la especie a la zona más oriental de Sierra Morena. Las citas de la especie en el Algarve son las primeras dadas en Portugal.

Las colectas de imagos coinciden con el período de vuelo otoñal-invernal observado anteriormente en Sierra Morena (BERTHÉLEMY Y BAENA, 1984) y en Montes de Toledo (LUZÓN-ORTEGA Y TIERNO DE FIGUEROA, 2002).

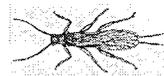
Capnionaura libera (Navás, 1909)

Sierra de Baza.- B6: 23-XI-1996, 17 ♂♂, 9 ♀♀; 18-XII-1996, 23 ♂♂, 15 ♀♀; 16-I-1997, 57 ♂♂, 27 ♀♀; 13-II-1997, 13 ♂♂, 12 ♀♀; 14-III-1997, 5 ♂♂, 11 ♀♀; 15-IV-1997, 1 ♂, 1 ♀. **B8:** 14-III-1997, 2 ♀♀; 15-IV-1997, 1 ♀.

Sierra de Huétor.- H4: 15-I-1997, 1 ♀. **H5:** 15-I-1997, 1 ♂. **H9:** 17-XI-1996, 1 ♂, 8 N; 20-XII-1996, 1 ♀; 15-I-1997, 3 ♂♂, 3 ♀♀; 14-II-1997, 8 ♂♂, 6 ♀♀. **H10:** 17-XI-1996, 7 ♂♂, 7 ♀♀, 10 N; 20-XII-1996, 1 ♂, 1 ♀; 15-I-1997, 9 ♂♂, 6 ♀♀; 14-II-1997, 7 ♂♂, 4 ♀♀; 13-III-1997, 2 ♂♂, 2 ♀♀.

Es una especie endémica de la Península Ibérica, cuya distribución conocida se limitaba a la mitad norte peninsular (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002). Con las presentes citas y otras en Montes de Málaga (TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 1997) se ha visto ampliada notablemente su distribución en el sur, concretamente en el Sistema Penibético. Más recientemente, su presencia en Montes de Toledo (LUZÓN-ORTEGA Y TIERNO DE FIGUEROA, 2002) llena el vacío existente en puntos intermedios de su distribución.

El período de capturas de los imagos, entre diciembre y febrero (Figs. 4a y 4b), está comprendido dentro de los márgenes señalados para esta especie por MEMBIELA (1996) en Galicia (otoñal-invernal), aunque otras capturas realizadas en primavera en diversos puntos



del norte de la Península, permiten catalogarla como de período de vuelo extendido a escala global (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002).

***Capnioneura mitis* Despax, 1932**

Sierra de Baza.- B1: 23-XI-1996, 5 ♂♂, 5 ♀♀; 18-XII-1996, 9 ♂♂, 1 ♀, 2 N; 16-I-1997, 2 ♂♂, 4 ♀♀, 2 N; 13-II-1997, 7 ♂♂, 9 ♀♀; 14-III-1997, 1 ♂, 3 ♀♀. **B2:** 23-XI-1996, 3 ♂♂, 6 ♀♀, 2 N; 18-XII-1996, 8 ♂♂, 4 ♀♀; 16-I-1997, 50 ♂♂, 33 ♀♀, 3 N; 13-II-1997, 12 ♂♂, 24 ♀♀, 1 N; 14-III-1997, 12 ♂♂, 13 ♀♀; 15-IV-1997, 2 ♀♀. **B3:** 23-XI-1996, 12 ♂♂, 5 ♀♀; 18-XII-1996, 7 ♂♂, 8 ♀♀; 16-I-1997, 30 ♂♂, 26 ♀♀; 13-II-1997, 17 ♂♂, 16 ♀♀; 14-III-1997, 4 ♂♂, 6 ♀♀. **B4:** 23-XI-1996, 5 ♂♂, 5 ♀♀; 18-XII-1996, 1 ♂, 7 ♀♀; 16-I-1997, 5 ♂♂; 13-II-1997, 1 ♀. **B5:** 18-XII-1996, 1 ♂. **B6:** 23-XI-1996, 1 ♂, 1 ♀; 16-I-1997, 1 ♂, 2 ♀♀; 13-II-1997, 2 ♂♂, 2 ♀♀; 14-III-1997, 1 ♂, 2 ♀♀; 15-IV-1997, 1 ♀. **B7:** 23-XI-1996, 7 ♀♀; 18-XII-1996, 6 ♂♂, 4 ♀♀; 16-I-1997, 2 ♂♂, 11 ♀♀; 13-II-1997, 2 ♂♂, 16 ♀♀; 14-III-1997, 6 ♂♂, 3 ♀♀. **B8:** 16-I-1997, 1 ♂; 13-II-1997, 1 ♂; 14-III-1997, 2 ♀♀. **B9:** 23-XI-1996, 1 ♂, 1 ♀; 18-XII-1996, 1 ♂; 16-I-1997, 1 ♂.

Sierra de Huétor.- H1: 19-XII-1996, 2 ♂♂; 15-I-1997, 3 ♂♂; 11-III-1997, 3 ♀♀; 16-IV-1997, 1 ♀. **2:** 17-XI-1996, 2 ♂♂, 1 ♀, 2 N; 19-XII-1996, 4 ♂♂, 2 ♀♀; 14-II-1997, 2 ♂♂, 1 ♀; 15-I-1997, 3 ♂♂, 11 ♀♀; 11-III-1997, 1 ♂. **H3:** 15-I-1997, 2 ♂♂, 2 ♀♀; 14-II-1997, 2 ♀♀. **H4:** 11-III-1997, 1 ♀. **H5:** 17-XI-1996, 3 N; 14-II-1997, 1 ♀. **H6:** 19-XI-1996, 3 ♀♀, 1 N; 20-XII-1996, 3 ♂♂, 3 ♀♀; 15-I-1997, 1 ♂, 2 ♀♀; 14-II-1997, 2 ♂♂; 13-III-1997, 2 ♂♂. **H7:** 19-XI-1997, 2 ♀♀; 24-XI-1996, 1 ♂, 1 ♀; 20-XII-1996, 1 ♀; 15-I-1997, 2 ♂♂, 2 ♀♀; 14-II-1997, 6 ♂♂, 5 ♀♀; 13-III-1997, 4 ♂♂, 1 ♀; 16-IV-1997, 1 ♂, 1 ♀. **H8:** 19-XI-1996, 1 N; 14-II-1997, 1 ♀; 13-III-1997, 1 ♀. **H10:** 13-III-1997, 3 ♀♀. **H11:** 17-XI-1996, 1 N; 20-XII-1996, 1 ♀; 14-II-1997, 1 ♂; 16-III-1997, 1 ♂, 4 ♀♀; 16-IV-1997, 1 ♂.

Sierra Morena.- MC1: 10-XI-1984, 2 ♀♀. **MC4:** 26-I-1983, 2 ♀♀; 1-II-1983, 2 ♀♀. **MC7:** 1-XI-1983, 1 ♀; 8-II-1984, 3 ♂♂ 4 ♀♀; 7-II-1985, 1 ♀. **MC8:** 7-II-



1985, 1 ♀. **MC10:** 8-II-1984, 2 ♂♂ 14 ♀♀. **MC11:** 13-III-1983, 1 ♂. **MC14:** 8-XI-1984, 4 ♂♂.

Algarve.- A6: 27-II-1998, 1 ♀. **A15:** 27-II-1998, 2 ♂♂.

Especie propia de Europa occidental, que está muy extendida por toda España (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002) y con anterioridad había sido citada en la Sierra de Huétor (PICAZO-MUÑOZ, 1995) y en Sierra Morena (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002). En Portugal tan solo se conocía en la Beira Alta (ZWICK, 1972).

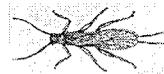
En la Sierra de Baza presenta un período de vuelo otoñal-invernal (desde noviembre a marzo, con una captura en abril), con máximos en los meses de enero y febrero (Fig. 4a). Sin embargo, en la Sierra de Huétor presenta un período de vuelo extendido (desde noviembre a abril) (Fig. 4b) como ocurre también en Sierra Nevada (TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001b) y en la Serranía de Ronda (TIERNO *et al.*, 1996). Los máximos de capturas se produjeron en invierno. En otras áreas de España donde se ha estudiado su fenología (Galicia) tiene un período de vuelo que abarca desde enero a mayo (MEMBIELA, 1996). Tanto en Sierra Morena como en el Algarve, las capturas de adultos están dentro del período de vuelo establecido en áreas cercanas.

Capnosis schilleri (Rostock, 1892)

Sierra de Baza.- B2: 18-XII-1996, 1 ♂, 2 ♀♀. **B9:** 13-II-1997, 3 ♂♂, 2 ♀♀; 14-III-1997, 1 ♂, 5 ♀♀.

Sierra de Huétor.- H6: 15-I-1997, 1 ♀. **H7:** 14-II-1997, 1 ♂. 16-IV-1997, 1 ♀. **H9:** 20-XII-1997, 1 ♂; 15-I-1997, 2 ♀♀; 13-III-1997, 1 ♂, 1 ♀. **H10:** 20-XII-1996, 1 ♀. 14-II-1997, 3 ♂♂, 1 ♀; 13-III-1997, 2 ♂♂, 2 ♀♀.

Sierra Morena.- MC4: 26-I-1983, 5 ♀♀. **MC13:** 26-I-1983, 1 ♂.



Es una especie ampliamente extendida por Europa y norte de África, aunque en España sólo ha sido capturada en algunas zonas de la mitad sur peninsular (Badajoz, Cádiz, Córdoba, Málaga y Sevilla) (GALLARDO MAYENCO, 1990; ROPERO *et al.*; 1995; TIERNO Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1995; SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002).

Presenta un período de vuelo otoñal-invernal, desde diciembre a marzo, con máximos en invierno (Figs. 4a y 4b), tanto en Sierra de Baza como en Sierra de Huétor, si bien en esta última las capturas se pueden extender hasta el mes de abril. En otras áreas cercanas como el sur de Cádiz el modelo es invernal (ROPERO *et al.*, 1995).

Las escasas capturas que se conocían de esta especie en la Península Ibérica hizo que se le catalogara como especie vulnerable en este área (SÁNCHEZ-ORTEGA y TIERNO, 1996; TIERNO Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1996). No obstante, las presentes capturas y otras realizadas en los Montes de Málaga (datos inéditos), muestran que la especie tiene una distribución más amplia en nuestro país.

Familia *Leuctridae*

Leuctra andalusiaca Aubert, 1962

Sierra de Baza.- B1: 18-XII-1996, 4 N; 16-I-1997, 1 ♀, 8 N; 13-II-1997, 2 ♂♂, 3 ♀♀, 1 N; 14-III-1997, 1 ♂, 4 ♀♀; 15-IV-1997, 1 ♀. **B2:** 16-I-1997, 1 ♀, 2 N; 13-II-1997, 2 ♂♂, 4 ♀♀, 3 N; 14-III-1997, 10 ♂♂, 16 ♀♀, 4 N; 15-IV-1997, 8 ♂♂, 8 ♀♀; 16-V-1997, 3 ♂♂, 1 ♀. **B3:** 18-XII-1996, 4 N; 13-II-1997, 1 ♂, 1 ♀; 14-III-1997, 7 ♂♂, 7 ♀♀; 15-IV-1997, 2 ♀♀; 16-V-1997, 3 ♂♂, 7 ♀♀; 13-VI-1997, 1 ♂, 1 ♀. **B4:** 16-I-1997, 5 ♂♂, 2 ♀♀; 13-II-1997, 4 ♂♂, 8 ♀♀, 1 N; 14-III-1997, 5 ♂♂, 7 ♀♀; 15-IV-1997, 1 ♀. **B5:** 13-II-1997, 1 ♀, 1 N; 14-III-1997, 3 ♂♂, 10 ♀♀; 15-IV-1997, 3 ♂♂. **B6:** 14-III-1997, 1 ♂, 4 ♀♀; 15-IV-1997, 4 ♀♀; 13-VI-1997, 1 ♀. **B7:** 16-I-1997, 1 ♂; 13-II-1997, 19 ♂♂, 5 ♀♀; 14-III-1997, 15 ♂♂, 15 ♀♀; 15-IV-1997, 1 ♂, 11 ♀♀; 16-V-1997, 1 ♂; 13-VI-1997, 1 ♀. **B8:** 14-III-1997, 6 ♂♂, 4 ♀♀; 15-IV-1997, 3 ♂♂, 14 ♀♀; 16-V-1997, 3 ♂♂, 2 ♀♀; 13-VI-1997, 1



♂, 4 ♀♀. **B9:** 16-I-1997, 1 ♂; 13-II-1997, 1 ♂, 3 N; 14-III-1997, 2 ♀♀; 15-IV-1997, 2 ♂♂, 2 ♀♀; 16-V-1997, 1 ♂, 1 ♀; 13-VI-1997, 1 ♀.

Sierra de Huétor.- H1: 11-III-1997, 1 ♂; 16-IV-1997, 4 ♂♂, 10 ♀♀; 15-V-1997, 2 ♀♀. **H2:** 14-II-1997, 2 ♀♀; **H3:** 11-III-1997, 1 ♀; 16-IV-1997, 6 ♂♂, 14 ♀♀, 1 N; 15-V-1997, 3 ♂♂, 2 ♀♀; 12-VI-1997, 1 ♀. **H4:** 14-II-1997, 1 ♀; **H6:** 13-III-1997, 1 ♀. **H7:** 16-IV-1997, 1 ♂, 3 ♀♀. **H8:** 16-IV-1997, 6 ♂♂, 3 ♀♀. **H11:** 16-III-1997, 1 ♀; 16-IV-1997, 2 ♂♂, 3 ♀♀; 15-V-1997, 1 ♀; 12-VI-1997, 2 ♀♀.

Sierras Subbéticas.- S6: 27-II-1983, 2 ♀♀; 5-III-1983, 1 ♂; 9-IV-1983, 4 ♂♂. **S10:** 28-IV-1983, 2 ♂♂, 3 ♀♀.

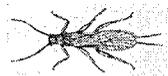
Es una especie endémica del Sistema Bético (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002), que presenta en las Sierras Subbéticas una de sus localidades más occidentales.

El período de vuelo en las zonas donde se ha encontrado ha sido invernal-primaveral, desde enero a junio (Figs. 4a y 4b), semejante al presentado en Sierra Nevada (TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001b), sur de Cádiz (ROPERO *et al.*, 1995) y Serranía de Ronda (TIERNO *et al.*, 1996).

Leuctra castillana Aubert, 1956

Algarve.- A4: 27-XI-1997, 1 ♂. **A6:** 27-XI-1997, 1 ♂, 3 ♀♀. **A8:** 28-XI-1997, 1 ♂. **A15:** 29-XI-1997, 1 ♂.

Es una especie distribuida por la Península Ibérica y sur de Francia. En España se localiza por la mitad norte del país (En: SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1987). En Portugal ha sido citada en Beira Alta (AUBERT, 1963a); y WHYTTON DA TERRA (1979) se refirió a ella como "especie común en Portugal". Esta cita en el Algarve supone la primera en la región y la más meridional en la distribución de la especie.



Su período de vuelo en otras áreas peninsulares comienza al final de verano (septiembre) y se prolonga todo el otoño (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002), por lo que los presentes datos de captura coinciden con los de otras áreas de su distribución.

***Leuctra franzi franzi* Aubert, 1956**

Algarve.- A5: 27-XI-1997, 1♂, 1♀. **A6:** 27-XI-1997, 6♂♂, 2♀♀. **A8:** 28-XI-1997, 4♂♂, 1♀. **A9:** 28-XI-1997, 3♀♀. **A10:** 28-XI-1997, 1♂. **A14:** 29-XI-1997, 1♂, 1♀. **A16:** 29-XI-1997, 1♂.

Esta subespecie es endémica de la Península Ibérica, donde también está presente la otra subespecie, *Leuctra franzi paenibetica* Sánchez-Ortega y Roperó-Montero, 1993, distribuida por el Sistema Penibético y el norte de África. En Portugal se encuentra *L. franzi franzi* en Trás os Montes (WHYTON DA TERRA, 1979), que es la subespecie presente en la mitad norte de la Península Ibérica. Esta nueva cita de *L. franzi franzi* en Portugal constituye la cita más meridional de la subespecie. Es destacable el hecho de que los ejemplares colectados no coinciden totalmente con la morfología señalada para *L. franzi franzi*, ya que en determinados caracteres recuerdan a la otra subespecie, aunque guardan mayor semejanza con la descripción básica de *L. franzi franzi*.

La capturas se han producido en otoño (noviembre), algo más retrasadas de las del resto de su área de distribución, donde parece mostrar un período de vuelo estival con alguna capturas al principio de otoño (AUBERT, 1956a, 1962, 1963a; GARCÍA DE JALÓN, 1979).



Leuctra franzi paenibetica Sánchez-Ortega y Roperó-Montero, 1993

Sierra de Baza.- B3: 11-IX-1996, 9 ♂♂, 1 ♀; 15-X-1996, 7 ♂♂, 5 ♀♀; 23-XI-1996, 4 ♀♀. **B4:** 15-X-1996, 2 ♀♀; 23-XI-1996, 1 ♀. **B5:** 18-XII-1996, 1 ♀. **B6:** 15-X-1996, 1 ♀; 23-XI-1996, 1 ♀.

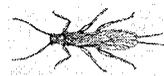
Como se ha indicado anteriormente, es una subespecie conocida en el sur de la Península Ibérica y norte de África (SÁNCHEZ-ORTEGA y ROPERO-MONTERO, 1993; AZZOUZ y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1994), y que en el área de estudio sólo ha sido capturada en la Sierra de Baza.

El modelo de período de vuelo es estival-otoñal (con capturas desde septiembre a diciembre) (Fig. 4a), algo más adelantado que el encontrado en localidades próximas como la Serranía de Ronda (TIERNO *et al.*, 1996) y el sur de Cádiz (ROPERO *et al.*, 1995), en las que el período de vuelo es básicamente otoñal.

Leuctra fusca (Linneo, 1758)

Sierra de Baza.- B1: 15-X-1996, 11 ♂♂, 10 ♀♀, 5 N. **B2:** 11-IX-1996, 2 N; 15-X-1996, 3 ♂♂, 2 N. **B3:** 15-X-1996, 33 ♂♂, 35 ♀♀; 23-XI-1996, 1 ♂, 11 ♀♀; 13-II-1997, 2 ♀♀. **B4:** 15-X-1996, 12 ♂♂, 11 ♀♀, 5 N; 23-XI-1996, 1 ♀. **B5:** 15-X-1996, 13 ♂♂, 15 ♀♀, 1 N; 23-XI-1996, 1 ♂, 9 ♀♀; 18-XII-1996, 2 ♀♀; 13-II-1997, 1 ♀. **B6:** 15-X-1996, 1 ♂; 23-XI-1997, 3 ♀♀; 13-II-1997, 1 ♀. **B7:** 15-X-1996, 5 ♂♂, 1 ♀; 23-XI-1996, 2 ♂♂, 5 ♀♀; 18-XII-1996, 1 ♂, 7 ♀♀; 16-I-1997, 1 ♂, 4 ♀♀; 13-II-1997, 1 ♂, 1 ♀; 15-VII-1997, 1 ♂. **B9:** 15-X-1996, 5 ♂♂, 4 ♀♀, 3 N; 23-XI-1996, 1 ♂.

Sierra de Huétór.- H2: 19-XII-1996, 1 ♀. **H3:** 14-IX-1996, 1 N. **H4:** 14-IX-1996, 1 N. **H8:** 14-IX-1996, 7 N; 18-X-1996, 11 ♂♂, 7 ♀♀, 6 N; 19-XI-1996, 1 ♂; 20-XII-1996, 1 ♂. **H11:** 15-IX-1996, 5 N.



Es una especie de distribución paleártica y en España es una de las más extendidas (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002). En el área de estudio apareció en las Sierras de Baza y Huétor.

Presenta un período de vuelo otoñal-invernal, con colectas desde octubre a febrero, aunque con una captura puntual en julio (Fig. 4a) en la Sierra de Baza, con máximos en otoño (concretamente en el mes de octubre). Este modelo es algo más breve que el que presenta la especie en Sierra Nevada (Tierno de Figueroa *et al.*, 2001b), que puede extenderse en los meses estivales. En la Serranía de Ronda sólo se conoce la captura de dos ejemplares en otoño (TIERNO *et al.*, 1996) y en Galicia se ha colectado desde septiembre hasta diciembre (MEMBIELA, 1996). En la Sierra de Huétor presenta un período de vuelo otoñal (de octubre a diciembre), con máximos también en octubre (Fig. 4b).

***Leuctra geniculata* Stephens, 1836**

Sierra de Huétor. H1: 17-X-1996, 1♂, 1♀. H2: 14-IX-1996, 11 N; 17-X-1996, 1♀. H3: 17-X-1996, 5♂♂, 4♀♀. H7: 18-X-1996, 2♂♂, 3♀♀. H8: 14-IX-1996, 1 N; 18-X-1996, 1♂; 17-XI-1996, 1♂. H11: 15-IX-1996, 1♂.

Algarve.- A8: 28-XI-1997, 1♀.

Es una especie ampliamente distribuida por Europa (centro, oeste e Islas Británicas) y norte de África, citada en numerosas localidades de la Península Ibérica (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002). En Portugal sólo había sido capturada en Tras os Montes (WHYTTON DA TERRA, 1979).

Presenta un modelo de período de vuelo fundamentalmente otoñal (octubre y noviembre), con una única captura en septiembre, y marcados máximos de presencia de



adultos en octubre (Fig. 4b). En otras zonas, como la Serranía de Ronda (TIERNO *et al.*, 1996) y el sur de Cádiz (ROPERO *et al.*, 1995), el modelo es también otoñal.

***Leuctra hippopus* Kempny, 1898**

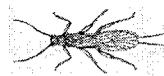
Algarve.- A6: 26-II-1998, 1 ♀.

Es una especie de distribución paleártica, concretamente de distribución euroasiática, no presente en el norte de África. Su presencia había sido señalada previamente en la mitad norte de la Península Ibérica (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002). Esta supone la primera cita de la especie en Portugal y la cita más meridional de la especie en la Península.

La captura en el mes de febrero muestra para esta especie un período de vuelo invernal, aunque la falta de muestreos no nos permiten asignar con exactitud dicho período. No obstante, parece ser más adelantado que el que presenta en el resto de su área de distribución, que podríamos catalogar como primaveral (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002)

***Leuctra iliberis* Sánchez-Ortega y Alba-Tercedor, 1987**

Sierra de Baza.- B1: 15-X-1996, 2 N; 23-XI-1996, 8 ♂♂, 4 ♀♀; 18-XII-1996, 4 ♀♀; 16-I-1997, 2 ♂♂, 1 ♀. **B2:** 15-X-1996, 1 ♂; 23-XI-1996, 3 ♂♂, 2 ♀♀; 18-XII-1996, 2 ♂♂, 2 ♀♀; 16-I-1997, 1 ♂, 2 ♀♀; 13-II-1997, 2 ♀♀. **B3:** 23-XI-1996, 1 ♂, 1 ♀; 18-XII-1996, 2 ♂♂; 16-I-1997, 2 ♀♀; 13-II-1997, 2 ♂♂, 1 ♀. **B4:** 15-X-1996, 1 ♀, 1 N; 23-XI-1996, 28 ♂♂, 12 ♀♀; 18-XII-1996, 12 ♂♂, 5 ♀♀; 16-I-1997, 4 ♂♂, 9 ♀♀; 13-II-1997, 10 ♂♂, 16 ♀♀; 14-III-1997, 1 ♂. **B5:** 23-XI-1997, 12 ♂♂, 4 ♀♀; 18-XII-1996, 16 ♂♂, 9 ♀♀; 16-I-1997, 9 ♂♂, 1 ♀; 13-II-1997, 1 ♂, 16 ♀♀; 14-III-1997, 2 ♂♂, 22 ♀♀. **B6:** 18-XII-1996, 1 ♀.



Sierra de Huétor.- H6: 20-XII-1996, 1 ♀. **H7:** 19-XI-1996, 2 ♂♂, 1 ♀; 24-XI-1996; 1 ♀. **H8:** 19-XI-1996, 2 ♂♂, 2 ♀♀, 2 N; 20-XII-1996, 1 ♂, 2 ♀♀; 15-I-1997, 2 ♂♂, 4 ♀♀; 14-II-1997, 7 ♂♂, 4 ♀♀; 13-III-1997, 1 ♂, 2 ♀♀; 16-IV-1997, 2 ♂♂, 4 ♀♀. **H11:** 14-II-1997, 1 ♂.

Este endemismo ibérico está extendido por la mayor parte del Sistema Penibético, desde Málaga hasta Murcia (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002).

Presenta un período de vuelo otoñal-invernal (capturas desde octubre a marzo) en la Sierra de Baza (Fig. 4a), semejante al observado en Sierra Nevada (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1989; TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001b), y algo más extendido (otoñal-invernal-primaveral; desde noviembre a abril) en la Sierra de Huétor y similar al que presenta en la Serranía de Ronda (TIERNO *et al.*, 1996) (Fig. 4b).

***Leuctra major* Brinck, 1979**

Algarve.- A9: 27-II-1998, 2 ♀♀.

Esta especie tiene una distribución europea y ocupa la mitad norte peninsular (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002), por lo que esta constituye también junto a *L. hippopus*, la captura más al sur de la especie. A su vez, es la primera cita en Portugal.

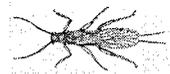
La captura se ha producido en febrero, un período de vuelo algo más retrasado de lo observado en el resto de España, donde parece ser una especie estival-otoñal (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002).



Leuctra maroccana Aubert, 1956

Sierra de Baza.- B2: 23-XI-1996, 1 ♀; 18-XII-1996, 3 ♂♂, 1 ♀; 16-I-1997, 3 ♂♂, 1 ♀. **B3:** 15-X-1996, 1 ♀; 23-XI-1997, 31 ♂♂, 9 ♀♀; 18-XII-1996, 38 ♂♂, 10 ♀♀; 16-I-1997, 18 ♂♂, 24 ♀♀; 13-II-1997, 22 ♂♂, 27 ♀♀; 14-III-1997, 28 ♂♂, 61 ♀♀; 15-IV-1997, 2 ♂♂, 1 ♀; 16-V-1997, 1 ♂, 1 ♀. **B4:** 15-X-1996, 1 ♀; 23-XI-1996, 4 ♂♂, 1 ♀; 16-I-1997, 1 ♂; 14-III-1997, 3 ♂♂, 2 ♀♀. **B5:** 23-XI-1996, 1 ♂, 2 ♀♀; 18-XII-1996, 6 ♂♂, 4 ♀♀; 16-I-1997, 4 ♀♀; 13-II-1997, 3 ♂♂, 2 ♀♀. **B6:** 23-XI-1996, 1 ♂; 18-XII-1996, 4 ♂♂; 16-I-1997, 1 ♀; 13-II-1997, 1 ♂; 14-III-1997, 1 ♂, 3 ♀♀. **B7:** 23-XI-1996, 1 ♀; 18-XII-1996, 1 ♂, 2 ♀♀; 16-I-1997, 2 ♂♂. **B8:** 23-XI-1996, 1 ♂; 16-I-1997, 8 ♂♂, 4 ♀♀; 13-II-1997, 35 ♂♂, 21 ♀♀; 14-III-1997, 31 ♂♂, 56 ♀♀; 15-IV-1997, 1 ♂, 6 ♀♀. **B9:** 23-XI-1996, 4 ♂♂, 4 ♀♀; 18-XII-1996, 12 ♂♂, 6 ♀♀; 16-I-1997, 3 ♂♂; 13-II-1997, 4 ♂♂, 4 ♀♀; 14-III-1997, 1 ♀.

Sierra de Huétor.- H1: 17-XI-1996, 1 ♂, 2 ♀♀, 1 N; 19-XII-1996, 16 ♂♂, 3 ♀♀; 15-I-1997, 62 ♂♂, 17 ♀♀; 14-II-1997, 46 ♂♂, 28 ♀♀; 11-III-1997, 3 ♂♂, 3 ♀♀. **H2:** 17-X-1996, 1 ♂; 17-XI-1996, 1 ♀, 2 N; 19-XII-1996, 38 ♂♂, 23 ♀♀; 15-I-1997, 37 ♂♂, 23 ♀♀; 14-II-1997, 39 ♂♂, 21 ♀♀; 11-III-1997, 8 ♂♂, 14 ♀♀; 16-IV-1997, 1 ♂. **H3:** 19-XII-1996, 5 ♂♂, 8 ♀♀; 15-I-1997, 35 ♂♂, 13 ♀♀; 14-II-1997, 131 ♂♂, 82 ♀♀; 11-III-1997, 26 ♂♂, 28 ♀♀; 16-IV-1997, 2 ♂♂, 1 ♀. **H4:** 17-X-1996, 1 ♂, 1 ♀; 20-XII-1996, 20 ♂♂, 11 ♀♀; 15-I-1997, 17 ♂♂, 20 ♀♀; 14-II-1997, 15 ♂♂, 14 ♀♀; 11-III-1997, 1 ♂, 2 ♀♀. **H5:** 20-XII-1996, 2 ♂♂; 14-II-1997, 2 ♂♂, 1 ♀; 13-III-1997, 1 ♂, 2 ♀♀. **H6:** 19-XI-1996, 5 ♂♂, 1 ♀, 1 N; 20-XII-1996, 7 ♂♂, 1 ♀; 15-I-1997, 4 ♂♂, 1 ♀; 14-II-1997, 9 ♂♂, 10 ♀♀; 13-III-1997, 6 ♂♂, 7 ♀♀. **H7:** 19-XI-1996, 1 ♂, 11 ♀♀, 1 N; 24-XI-1996, 2 ♂♂, 3 ♀♀; 20-XII-1996, 15 ♂♂, 8 ♀♀; 15-I-1997, 6 ♂♂, 2 ♀♀; 14-II-1997, 8 ♂♂, 7 ♀♀; 13-III-1997, 18 ♂♂, 8 ♀♀; 16-IV-1997, 1 ♀. **H8:** 19-XI-1996, 2 ♂♂, 1 ♀, 2 N; 20-XII-1996, 1 ♀; 15-I-1997, 5 ♂♂, 7 ♀♀; 14-II-1997, 26 ♂♂, 12 ♀♀; 13-III-1997, 54 ♂♂, 48 ♀♀; 16-IV-1997, 9 ♂♂, 14 ♀♀; 15-V-1997, 2 ♀♀. **H11:** 18-X-1996, 8



♂♂, 3 ♀♀; 17-XI-1996, 1 ♂, 6 ♀♀; 20-XII-1996, 10 ♂♂, 15 ♀♀; 14-II-1997, 12 ♂♂, 20 ♀♀; 16-III-1997, 13 ♂♂, 16 ♀♀.

Algarve.- A11: 28-XI-1997, 2 ♂♂. **A14:** 29-XI-1997, 10 ♂♂, 6 ♀♀.

Es una especie distribuida por la Península Ibérica y Marruecos (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002), que ha aparecido en tres de los cinco sistemas montañosos estudiados (Sierra de Baza, Sierra de Huétor y Algarve).

En Baza y Huétor presenta un modelo extendido de período de vuelo que abarca desde octubre hasta mayo, con máximos invernales (Figs. 4a y 4b). En otras zonas como la Serranía de Ronda (TIERNO *et al.*, 1996), Sierra Nevada (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1989; TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001b), sur de Cádiz (ROPERO *et al.*, 1995) o Galicia (MEMBIELA, 1996), la duración del período de vuelo es algo más breve y sigue un modelo otoñal-invernal.

Tyrrhenoleuctra cf. minuta (Klapalek, 1903)

Sierra Morena.- MCR1: 28-V-1983, 1 ♀. **MC1:** 14-IV-1982, 3 ♂♂ 5 ♀♀; 10-XI-1984, 2 ♂♂. **MC3:** 17-III-1984, 6 ♂♂ 11 ♀♀. **MC4:** 1-II-1982, 1 ♂; 12-V-1983, 1 ♀. **MC6:** 13-V-1982, 8 ♀♀. **MC7:** 13-IV-1982, 3 ♀♀; 1-XII-1983, 3 ♂♂ 1 ♀; 8-II-1984, 7 ♂♂ 7 ♀♀. **MC8:** 7-II-1985, 4 ♂♂ 4 ♀♀. **MC9:** 8-XI-1984, 1 ♂ 1 ♀. **MC10:** 8-XI-1983, 6 ♂♂ 1 ♀. **MC11:** 13-VI-1983, 2 ♂♂ 1 ♀. **MC14:** 8-XI-1984, 5 ♂♂ 1 ♀. **MH1:** 23-V-1990, ♀! **MJ4:** 250 m, V-1991, 1 ♀. **MJ5:** 23-V-1998, 9 ♂♂ 12 ♀♀. **MJ6:** 1-V-2001, 1 ♀.

Sierras Subbéticas.- S5: 9-IV-1983, 1 ♂. **S12:** 13-IV-1982, 1 ♀.

Algarve.- A1: 27-XI-1997, 7 ♂♂, 6 ♀♀; 26-II-1998, 26 ♂♂, 29 ♀♀. **A2:** 27-XI-1997, 3 ♂♂, 5 ♀♀; 26-II-1998, 1 ♂, 2 ♀♀. **A3:** 26-II-1998, 15 ♂♂, 22 ♀♀, 7N. **A4:** 27-XI-1997, 2 ♀♀; 26-II-1998, 5 ♂♂, 5 ♀♀. **A6:** 27-XI-1997, 1 ♀; 26-II-1998, 1N. **A7:** 27-XI-1997, 1 ♂; 26-II-1998, 15 ♂♂, 14 ♀♀. **A8:** 27-II-1998, 11 ♂♂, 6 ♀♀. **A9:**



27-II-1998, 1N. **A12:** 27-II-1998, 1♀. **A13:** 29-XI-1997, 1♀. **A16:** 29-XI-1997, 5♂♂, 1♀; 26-II-1998, 4♂♂, 1♀. **A17:** 26-II-1998, 5♂♂, 3♀♀. **A19:** 29-XI-1997, 2♂♂; 26-II-1998, 18♂♂, 5♀♀. **A20:** 29-XI-1997, 1♂. **A21:** 27-II-1998, 1♂, 3♀♀.

Especie distribuida por la Península Ibérica y el Norte de África (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1987). Estas citas suponen la primeras en Portugal y en las Sierras Subbéticas Cordobesas. La gran variabilidad morfológica intrapoblacional (que supera incluso la variabilidad interespecífica) (PUIG *et al.*, 1990), dificulta la correcta identificación de las especies de este género. De hecho, recientes estudios mediante técnicas bioquímicas y moleculares muestran que se trata de un complejo de al menos 4 especies a nivel de toda la distribución del género: una sardocorsa, una balear y, al menos, dos distribuidas por la Península Ibérica y el Norte de África, que no se corresponderían con las habitualmente señaladas como *T. minuta* y *T. tangerina* (Navás, 1922) (FOCHETTI *et al.*, 2001; SEZZI *et al.*, 2001). En el presente trabajo, y de modo provisional, se ha mantenido la designación de *T. cf. minuta* por ser la habitualmente empleada para ejemplares colectados en estas localidades.

En las áreas donde se ha capturado el período de vuelo parece ser extendido ya que se pueden capturar adultos desde noviembre hasta junio, como también se observa en los datos bibliográficos (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002)..

4.4. Fenología

Dado el carácter puntual de los muestreos realizados en Sierra Morena, Sierras Subbéticas Cordobesas y Algarve, no es posible discutir la fenología de las especies capturadas en dichas áreas, y por tanto nos centraremos en este aspecto de la biología de estos insectos en las Sierras de Baza y de Huétor, en donde si se han realizado muestreos mensuales que nos permiten establecer los período de vuelo.



También hay que mencionar que para especies como *Guadalgenus franzi*, *Perla marginata* y *Nemoura lacustris*, en la Sierra de Baza, y *P. marginata*, *Nemoura cinerea* y *Capnia bifrons*, en la Sierra de Huétor, o no se han podido establecer sus categorías fenológicas o hay que tomarlas con ciertas reservas debido a la falta de capturas de adultos o al escaso número de ellos colectados en el presente trabajo (Tablas 4a y 4b).

4.4.1. Fenología de los Plecópteros en la Sierra de Baza

El estudio de la fenología de las distintas especies capturadas en la Sierra de Baza muestra la existencia de los siguientes modelos de períodos de vuelo (Fig. 4a):

1. Otoñal-invernal: *L. fusca* y *L. iliberis* (con máximos otoñales, más tardíos en la segunda especie); *C. libera*, *C. mitis* y *C. schilleri* (con máximos invernales: en enero la primera, en enero-febrero la segunda y en febrero-marzo la tercera) y *C. nigra* (con máximos otoñales y principio de invierno).
2. Invernal-primaveral: *L. andalusiaca*.
3. Primaveral: *A. triangularis*, *N. cinerea* y *N. lacustris* (a esta última, con una sola captura, es discutible asignarle este modelo).
4. Primaveral-estival: *I. nevada* (en todas las estaciones salvo E7) con máximos a finales de primavera y *C. nevada*, con máximos en mayo.
5. Estival-otoñal: *L. franzi paenibetica*, con máximos en septiembre-octubre.
6. Extendido (se prolonga en más de dos estaciones del año): *P. alcazaba* y *P. meyeri* (máximos en primavera y comienzos de otoño), *N. fulviceps* (máximos primavera y finales de verano), *L. maroccana* (máximos invernales) e *I. nevada* (esta última sólo en la estación E7 y con máximos en junio y septiembre).

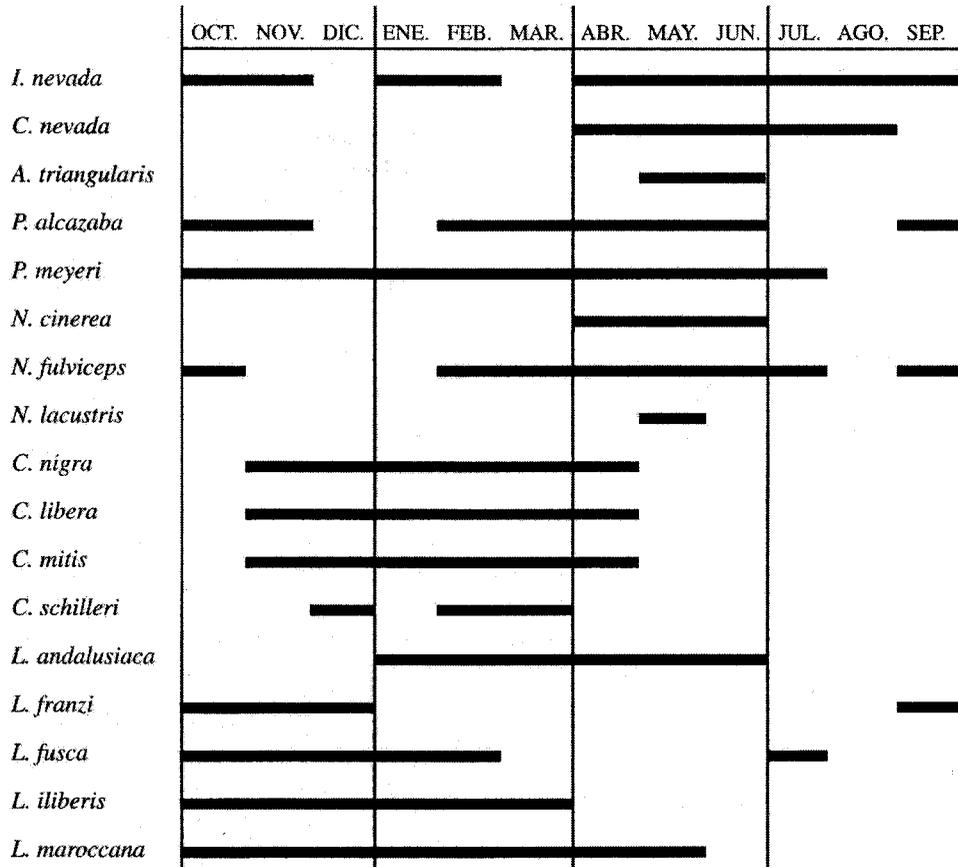
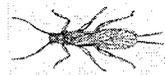


Fig. 4a. Períodos de vuelo de los Plecópteros de la Sierra de Baza.



Podemos observar que la mayor parte de las especies (11 de 17) están presentes en los meses de otoño e invierno, seguidas por las presentes en primavera (10 de las 17 especies presentes) y por último 6 de las 17 especies las podemos encontrar como adultos en verano.

En general los modelos de períodos de vuelo observados en la Sierra de Baza son muy similares a los encontrados en otras áreas del sur peninsular como el sur de Cádiz (ROPERO *et al.*, 1995), la Serranía de Ronda (TIERNO *et al.*, 1996) o Sierra Nevada (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1989; TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001b).

En relación a esta última encontramos que algunas especies, como en *I. nevada*, *C. nevada* o *A. triangularis*, en Sierra Nevada comienzan sus períodos de vuelo, o bien presentan los máximos de capturas, con un ligero retraso con respecto a las fechas de captura halladas en la Sierra de Baza, posiblemente relacionado con la menor altitud de esta última (BRINK, 1949; HYNES, 1976). Con respecto a la Serranía de Ronda (TIERNO *et al.*, 1996) y el sur de Cádiz (ROPERO *et al.*, 1995) algunas especies, como *P. alcazaba*, *P. meyeri*, *N. fulviceps*, *C. mitis* y *L. maroccana*, tienen un período de vuelo más prolongado en la Sierra de Baza. También, es de destacar que algunas especies, tales como *N. cinerea*, *N. fulviceps*, *C. mitis*, *C. schilleri*, *L. fusca*, *L. iliberis* y *L. maroccana*, tienen adelantado su período de vuelo con respecto a lo detectado en la Serranía de Ronda (TIERNO *et al.*, 1996) y sur de Cádiz (ROPERO *et al.*, 1995). Estos dos hechos pueden ser debidos a que en la Sierra de Baza los cursos de agua son de carácter más permanente y no fluctúan tanto sus caudales, lo que permitiría que algunas especies tengan más tiempo para emerger (lo que alargaría sus períodos de vuelo). En los ríos estacionales las especies deben esperar, después del período de sequía, que los cauces tengan agua de forma regular para reanudar su ciclo biológico y desarrollo desde fases de resistencia de huevos y/o ninfas, lo que provocaría un retraso en la emergencia de los adultos respecto de ríos permanentes donde este proceso a podido comenzar antes.



4.4.2. Fenología de los Plecópteros de la Sierra de Huétor

En el caso de la Sierra de Huétor los períodos de vuelo presentados se pueden agrupar de la siguiente forma (Fig. 4b):

1. Otoñal: *L. fusca* y *L. geniculata*.
2. Otoñal-invernal: *C. libera* (máximos de captura en invierno).
3. Invernal: *R. christinae*, *C. bifrons* (hay que hacer notar las limitaciones referentes al bajo número de capturas obtenido) y *C. schilleri* (aunque con alguna captura a finales de otoño y comienzos de primavera).
4. Invernal-primaveral: *L. andalusiaca* (con máximos de captura en abril).
5. Primaveral: *H. flaviventris*, *P. marginata* (con las limitaciones que supone su bajo número de capturas), *A. triangularis*, *N. cinerea* (con sólo un ejemplar capturado por lo que resulta difícil su catalogación) y *N. lacustris*.
6. Primaveral-estival: *I. nevada* (con máximos de capturas primaverales).
7. Extendido: *P. alcazaba*, *P. meyeri* (con máximos de capturas en primavera), *N. fulviceps*, *C. mitis* (con máximos de capturas invernales), *L. iliberis* y *L. maroccana* (con máximos de captura en invierno).

De acuerdo con estos modelos de períodos de vuelo (figura 4b), podemos observar como la mayor parte de las especies están presentes en los meses primaverales (14 de las 19 especies), seguido por los invernales (11 de las 19), después estarían las otoñales (10 de las 19) y, por último, los estivales (5 de las 19, de ellas 4 son primeras capturas de especies otoñales). Estas proporciones recuerdan a las presentadas en la Serranía de Ronda (TIERNO *et al.*, 1996) y se explicarían por los mismos motivos: estacionalidad de algunos de sus ríos, muy marcada en verano, y aumento del caudal de los arroyos en invierno y especialmente en primavera.

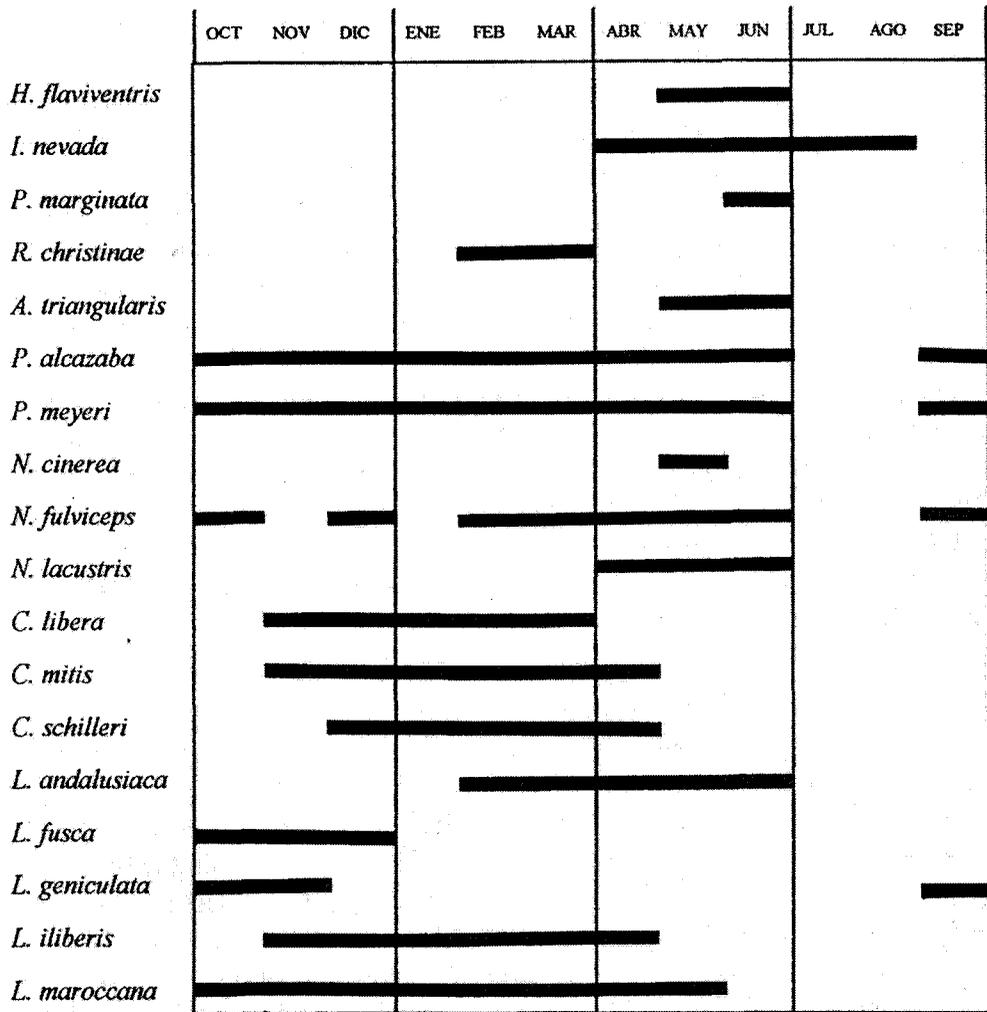


Fig. 4b. Períodos de vuelo de los Plecópteros de la Sierra de Huétor.

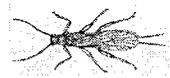


Las lluvias de final de verano y comienzos de otoño, favorecerían la emergencia de especies otoñales. Respecto del sur de Cádiz (ROPERO *et al.*, 1995), especies como *H. flaviventris*, *P. marginata*, *R. chrystinae*, *N. lacustris* y *L. andalusiaca*, tienen un período de vuelo más retrasado en la Sierra de Huétor, posiblemente producido por el mayor estiaje y las mayores temperaturas que se producen en el sur de Cádiz, que hace que los ríos se sequen antes y las especies deban adelantar su emergencia.

4.4.3. Comparación de la fenología entre la Sierra de Baza y la Sierra de Huétor

Si comparamos el número de especies que están presentes en cada estación en las Sierras de Baza y de Huétor, observamos que se mantienen aproximadamente el mismo número de éstas en otoño e invierno, mientras que en primavera en la Sierra de Baza encontramos 10 especies (58.8% del total) frente a las 14 (73.7%) presentes en Huétor en esta época del año. Una posible explicación de esto sería que en la Sierra de Huétor los ríos y arroyos están sometidos a un mayor estiaje que en la Sierra de Baza, que condiciona que las especies que terminan su ciclo en torno a la primavera-verano deban emerger antes en esta primera. Esto se observa con la mayor proporción de especies estivales en Baza (35.5%) frente a la Sierra de Huétor (26.3%) y con la presencia en esta última de especies típicas de medios estacionales como *H. flaviventris* (ausente en la Sierra de Baza) o *N. lacustris*, esta última muy escasa en la Sierra de Baza (Tabla 4a) y relativamente abundante en la Sierra de Huétor (Tabla 4b).

Otro hecho destacable es la mayor proporción de especies de período de vuelo extendido en la Sierra de Huétor (31.58%) que en la Sierra de Baza (23.53%). Una posible explicación de esta circunstancia es que en la primera zona las características de los cursos de agua son más homogéneas en cuanto a temperaturas, en parte debido a la existencia de un menor rango altitudinal en las estaciones de muestreo (desde los 1160 a los 1400 metros de altitud), en contraposición al mayor rango altitudinal de la Sierra de Baza (desde 1190 a los 1800 metros de altitud). Esto hace posible que algunas especies



encuentren en los arroyos de la Sierra de Huétor durante un mayor tiempo las características óptimas para su emergencia. El caso de la especie *I. nevada* en la estación B7 de la Sierra de Baza es curioso, al presentar un período de vuelo extendido, que ocupó casi todo el año salvo los meses de marzo y diciembre, en contraste con la distribución temporal (un período de vuelo primaveral-estival) conocida para esta especie en otras áreas donde su fenología ha sido estudiada (TIERNO *et al.*, 1994; TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001b). Estos datos constituyen una excepción para el conjunto del género *Isoperla* e incluso para la familia *Perlodidae* en zonas templadas, donde su período de vuelo suele ser primaveral-estival.

4.4.4. Apuntes sobre la fenología de las especies encontradas en Sierra Morena, Sierras Subbéticas y Algarve

Aunque no es posible establecer la fenología de las especies capturadas en las Sierras Subbéticas, Sierra Morena y Algarve, dado lo puntual de las colectas en esta última o a la falta de muestreos estivales y otoñales en las dos primeras, se observa que para algunas especies se amplía su período de vuelo global al capturarse adultos en épocas fuera de lo anteriormente establecido. Así, especies como *H. flaviventris*, *I. pallida*, *R. thienemanni*, *N. lacustris*, *C. mitis* y *L. hippopus* ven adelantado su período de vuelo al previamente conocido en áreas más al norte de su distribución (ver apartado 4.4.2.) (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002). BRINCK (1949) y HYNES (1976) mencionaron, en relación con esto, que al aumentar la latitud se produce un retraso en la emergencia de los plecópteros al darse temperaturas del agua más bajas que retrasarían el desarrollo ninfal (SWEENEY, 1984). Otro factor que actuaría en la regulación de la emergencia es el fotoperíodo (KUUSELA, 1976) que podría desencadenar la emergencia más temprana en zonas más al sur para una misma especie. Otro de los motivos que explicaría este adelanto es que en el sur el estiaje llega antes y el número de ríos y arroyos estacionales es mayor, y por tanto algunas especies, que en el norte son primaverales-estivales o estivales, deban emerger antes (este podría ser el caso de *H. flaviventris*, *I. pallida* y *N. lacustris* habitantes



de medios estacionales en el área de estudio). En otras especies como *L. franzi franzi* o *L. major* retrasan su período de vuelo en el área de estudio respecto del que poseen en el norte de la Península Ibérica (estival-otoñal), ya que en el sur las temperaturas más cálidas les permiten emerger más tardíamente, hecho que se ha observado para la especie *L. fusca* que necesita altas temperaturas del agua para su emergencia (BRINCK, 1949).

4.5. Faunística

Por áreas estudiadas la composición faunística es la siguiente.

4.5.1. Composición faunística en la Sierra de Baza

En la Sierra de Baza se han capturado 19 especies, todas ellas identificadas a partir de adultos, salvo *G. franzi* y *P. marginata* que fueron determinadas a partir de ninfas (Tabla 4a). De entre las especies encontradas destacan *G. franzi*, por constituir una de las primeras citas en los Sistemas Penibéticos (AGÜERO PELEGRÍN *et al.*, 1998) y la localidad más oriental en el sur peninsular (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1987), *C. nigra*, por ser ésta la primera cita de la especie en el sur peninsular fuera de Sierra Nevada (TIERNO Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1996) y *C. libera* por constituir una de las citas más meridional de su distribución junto con las de la Sierra de Huétor y los Montes de Málaga (TIERNO *et al.*, 1997). Especies como *C. nevada*, *C. nigra* y *A. triangularis* encuentran en la Sierra de Baza y en Sierra

Nevada su distribución más meridional en Europa, aunque en el caso de *A. triangularis* también en la Sierra de Huétor (PICAZO MUÑOZ, 1995).



ESPECIE	Nº EJEMPLARES	PORCENTAJE %
<i>G. franzi</i>	Ninfas	-
<i>I. nevada</i>	155	5.6
<i>P. marginata</i>	Ninfas	-
<i>C. nevada</i>	26	0.9
<i>A. triangularis</i>	24	0.9
<i>P. alcazaba</i>	154	5.5
<i>P. meyeri</i>	219	7.8
<i>N. cinerea</i>	162	5.8
<i>N. fulviceps</i>	91	3.3
<i>N. lacustris</i>	1	0.0
<i>C. nigra</i>	121	4.3
<i>C. libera</i>	199	7.0
<i>C. mitis</i>	354	12.7
<i>C. schilleri</i>	14	0.5
<i>L. andalusiaca</i>	267	9.6
<i>L. franzi paenibetica</i>	33	1.2
<i>L. fusca</i>	215	7.7
<i>L. iliberis</i>	225	8.1
<i>L. maroccana</i>	535	19.2
TOTAL	2790	100

Tabla 4a. Especies y abundancia relativa de los adultos de Plecópteros en la Sierra de Baza.

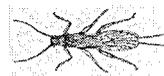


4.5.2. Composición faunística en la Sierra de Huétor

La fauna de Plecópteros encontrada en el Parque Natural de la Sierra de Huétor se compone de 19 especies (Tabla 4b), todas ellas ya conocidas previamente en otras localidades del Sistema Penibético (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1987; SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1989; SÁNCHEZ-ORTEGA Y ROPERO, 1991; ROPERO *et al.*, 1995; TIERNO *et al.*, 1996) menos *C. bifrons* y *C. libera* que apareció, esta última, también en Baza y Montes de Málaga (TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 1997). Destacaremos aquí el hecho de que *C. bifrons* (en esta sierra tiene su localidad más meridional en la Península Ibérica) no fue capturada durante el año en el que tuvieron lugar los muestreos para este estudio, y fue durante colectas en el año 2000 para la realización de estudios en otros macroinvertebrados acuáticos, cuando apareció en la estación H9. La escasez de esta especie en el área de estudio, el carácter estacional de esta estación y la gran variabilidad de período de tiempo que dicha estación puede tener agua pudieron influir en la detección de la misma.

4.5.3. Composición faunística en Sierra Morena

El número total de especies conocidas en Sierra Morena se eleva a 21 (Tabla 4c), de las que *P. meyeri* es citada por primera vez en este sistema montañoso. Entre las capturas realizadas destaca *Rhabdiopteryx thienemanni* que se colecta por segunda vez en el sur de la Península Ibérica (TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2002) y es la localidad más meridional conocida de su área de distribución. También otras especies previamente citadas, presentan en Sierra Morena la localidad más meridional de su distribución: *Brachiptera monilicornis* (Pictet, 1841) y *Leuctra illiesi* Aubert, 1956 encontradas por PUIG Y FERRERAS (1983) en la provincia de Córdoba y *Amphinemura gadarramensis* (Aubert, 1952) (PUIG Y FERRERAS, 1983) que supone la segunda colecta en el sur peninsular, tan solo superada en meridionalidad por la presente en el Algarve (sur de Portugal) (WHYTTON DA TERRA, 1979; y BERTHÉLEMY Y WHYTTON DA TERRA, 1980).



ESPECIE	Nº EJEMPLARES	PORCENTAJE %
<i>H. flaviventris</i>	82	3.7
<i>I. nevada</i>	60	2.7
<i>P. marginata</i>	3	0.1
<i>R. christinae</i>	14	0.6
<i>A. triangularis</i>	12	0.5
<i>P. alcazaba</i>	107	4.8
<i>P. meyeri</i>	157	7.0
<i>N. cinerea</i>	1	0.0
<i>N. fulviceps</i>	47	2.1
<i>N. lacustris</i>	147	6.6
<i>C. bifrons</i>	8	0.4
<i>C. libera</i>	66	3.0
<i>C. mitis</i>	110	4.9
<i>C. schilleri</i>	17	0.8
<i>L. andalusiaca</i>	70	3.1
<i>L. fusca</i>	21	0.9
<i>L. geniculata</i>	20	0.9
<i>L. iliberis</i>	39	1.7
<i>L. maroccana</i>	1253	56.1
TOTAL	2234	100

Tabla 4b. Especies y abundancia relativa de los adultos de Plecópteros en la Sierra de Huétor.



Faunística y Fenología

Asimismo, es destacable la cita de *Capnioneura petitpierrae* Aubert, 1960 en Sierra Morena (BAENA, 1983), por suponer la captura más septentrional de esta especie iberomagrebí. Como se puede observar en la Tabla 4c la fauna de la zona cordobesa y sevillana de Sierra Morena, correspondiente a la parte central de dicho sistema, con un total de 18 y 12 especies respectivamente, son las mejores conocidas, y por el contrario Sierra Morena Occidental, correspondiente a las provincias de Huelva y Badajoz (2 y 9 especies encontradas), son las que menos especies aportan. No obstante, la escasez de prospecciones, y no la diversidad real, en esta área puede ser la responsable de esta situación.

ESPECIE	Nº EJEMPLARES	PORCENTAJE %
<i>Guadalgenus franzi</i>	31	8.8
<i>Hemimelaena flaviventris</i>	37	10.5
<i>Isoperla bipartita</i>	9	2.6
<i>Isoperla curtata</i>	15	4.3
<i>Isoperla pallida</i>	35	10.0
<i>Brachyptera vera cordubensis</i>	3	0.9
<i>Rhabdiopteryx thienemanni</i>	13	3.7
<i>Protonemura meyeri</i>	19	5.4
<i>Nemoura lacustris</i>	12	3.4
<i>Capnioneura gelesae</i>	47	13.4
<i>Capnioneura mitis</i>	37	10.5
<i>Capnopsis schilleri</i>	6	1.7
<i>Tyrrhenoleuctra minuta</i>	87	24.8
Nº individuos	351	100

Tabla 4c. Especies y abundancia relativa de los adultos de Plecópteros en Sierra Morena.



4.5.4. Composición faunística en las Sierras Subbéticas

Se citan 8 especies por primera vez en las Sierras Subbéticas (Tabla 4d) entre las que destacaremos a *G. franzi* y *B. auberti* por lo escaso de las citas localizadas en el Sistema Bético. No obstante, de igual modo que en Sierra Morena, la carencia de muestreos en otoño ha provocado la falta de las especies propias de esta época, que sin duda incrementarían notablemente el número total de las especies en la zona. De esta forma, la familia *Leuctridae* está escasamente representada tanto en Sierra Morena como en las Sierras Subbéticas (una especie en la primera y dos en la segunda) ya que un alto porcentaje de las especies de esta familia son otoñales u otoñales-invernales en el área de estudio, como se puede observar en las Sierras de Baza, de Huétor o en el Algarve.

ESPECIE	Nº EJEMPLARES	PORCENTAJE %
<i>Guadalgenus franzi</i>	8	3.2
<i>Hemimelaena flaviventris</i>	74	29.6
<i>Brachyptera auberti</i>	8	3.2
<i>Protonemura alcazaba</i>	4	1.6
<i>Protonemura meyeri</i>	17	6.8
<i>Nemoura fulviceps</i>	7	2.8
<i>Nemoura lacustris</i>	118	47.2
<i>Leuctra andalusiaca</i>	12	4.8
<i>Tyrrhenoleuctra minuta</i>	2	0.8
Nº individuos	250	100

Tabla 4d. Especies y abundancia relativa de los adultos de Plecópteros en las Sierras Subbéticas Cordobesas.



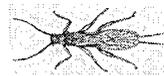
4.5.5. Composición faunística en el Algarve

Con estas nuevas capturas se amplía el número de especies conocidas en la región del Algarve de 4 a 15 y el número total de taxones a nivel específico de Portugal de 52 a 56 (Tablas 4e). Son citas nuevas para Portugal: *C. gelesae*, *L. hippopus*, *L. major* y *T. cf. minuta*. En el Algarve encontramos la distribución más meridional de algunos taxones de Plecópteros como *L. franzi franzi*, *L. castillana*, *L. major* y *L. hippopus*.

ESPECIE	Nº EJEMPLARES	PORCENTAJE %
<i>G. franzi</i>	Ninfas	-
<i>H. flaviventris</i>	Ninfas	-
<i>B. arcuata</i>	Ninfas	-
<i>B. auberti</i>	1	0.2
<i>P. alcazaba</i>	10	2.5
<i>N. lacustris</i>	1	0.2
<i>C. gelesae</i>	112	27.7
<i>C. mitis</i>	3	0.7
<i>L. castillana</i>	7	1.7
<i>L. franzi franzi</i>	22	5.4
<i>L. geniculata</i>	1	0.2
<i>L. hippopus</i>	1	0.2
<i>L. major</i>	2	0.5
<i>L. maroccana</i>	18	4.4
<i>T. minuta</i>	227	56.0
Total	405	100

Tabla 4e. Especies y abundancia relativa de los adultos de Plecópteros en el Algarve.

Este número total de especies encontradas deberá verse incrementado con posteriores prospecciones (sobre todo en el Algarve, Sierra Morena y Sierras Subbéticas), ya que la



falta de muestreos más exhaustivos en algunas épocas del año sin duda hace que el número total dado esté subestimado.

4.6. Diversidad de la fauna de plecópteros en el área de estudio

Se han capturado un total de 35 especies de plecópteros de las 7 familias de este orden de insectos presentes en la Península Ibérica (6 perlódidos, 1 pérvido, 1 cloropérido, 5 taeniopteríidos, 6 nemúridos, 6 cápnidos y 11 leúctridos). Por tanto, esto supone el 67,3 % de las especies presentes en el sur peninsular (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002). Esta alta riqueza de especies capturadas en el presente trabajo sin duda esta motivada por la gran variedad de medios en los que se ha llevado a cabo el estudio: desde la alta montaña de la Sierra de Baza a la baja montaña del Algarve y Sierra Morena; desde sustratos de carácter ácido presentes en Sierra Morena, Algarve y parte de Sierra de Baza a los suelos básicos predominantes de Sierra de Huétor y Sierras Subbéticas; desde ríos permanentes a ríos estacionales.

Respecto del total de especies presentes en la Península Ibérica e Islas Baleares, se han colectado el 25,36 % en las diferentes áreas estudiadas. El sur posee un 37,68 % del total peninsular. Esto supone aproximadamente un tercio del total de las especies presentes en la Península Ibérica y Baleares (138) incluidas en un territorio (el sur ibérico) que constituye también casi un tercio del total de la superficie peninsular. Aunque esta proporción parece lógica, el número de especies presentes es muy considerable, dadas las características biogeográficas y ecológicas del grupo: de origen principalmente eurosiberiano (ILLIES, 1965), ligado a medios acuáticos generalmente fríos propios de alta montaña (ZWICK, 1981), y con baja capacidad de dispersión y alta tasa de especiación (SÁNCHEZ-ORTEGA Y TIerno, 1996). Según SIMPSON (1964), por el llamado efecto península habría un decrecimiento en la riqueza específica conforme nos alejamos del istmo debido a un mayor grado de extinción y a una tasa de inmigración más baja (REAL, 1992). También la peculiar disposición horizontal (este a oeste) de la mayoría de los sistemas montañosos y



valles fluviales de la Península Ibérica, que no actuarían como corredores para la fauna de plecópteros, dificultaría la expansión de estos insectos hacia el sur. A esto habría que añadir el hecho de que el sur peninsular presenta condiciones climáticas más adversas para insectos ligados a aguas frías de alta montaña.

Si distinguimos la representación de cada familia en el área de estudio con respecto a la Península Ibérica, podemos observar que la familia *Capniidae*, con el 60 % del total de especies ibéricas es la mejor representada, seguidos de las familias *Perlodidae* (40 %), *Taeniopterygidae* (35,71 %), *Leuctridae* (22,92 %), *Nemouridae* (17,14 %), *Chloroperidae* (14,29 %) y, por último, *Perlidae* con un 1,11 %. Estos valores cambian si tenemos en cuenta sólo las especies conocidas en el sur. Las familias *Capniidae* y *Perlodidae* siguen siendo los más numerosos con diferencia (70 y 60 % respectivamente), seguidos de las familias *Perlidae* (44,44 %), *Taeniopterygidae* (42,86 %), *Leuctridae* (33,33 %), *Chloroperidae* (28,57 %) y *Nemouridae* (22,86 %). Una de las posibles causas del alto número de especies de la familia *Capniidae* podría ser que estos plecópteros son unos de los mejores voladores de este orden y por tanto poseen una elevada capacidad de dispersión que ha podido facilitar su expansión. Por otra parte en la familia *Perlodidae*, también muy bien representada en el sur peninsular, aparecen bastantes especies capaces de vivir en medios estacionales (*G. franzi*, *H. flaviventris*, *I. bipartita*, *I. curtata* y *I. pallida*), que son abundantes en estas latitudes y por tanto hace posible que estas especies encuentren facilidad para habitar en estos medios. Como se ha mencionado anteriormente, la menor cantidad de ríos permanentes, la escasez de grandes cursos de agua, sobre todo en el área de estudio, y de alta montaña podrían ser una explicación de la poca representación de la familia *Perlidae*, ya que las especies de esta familia raramente se encuentran en arroyos estacionales, algunas de ellas habitan predominantemente en ríos grandes (géneros *Marthamea*, *Eoperla* y algunas especies de *Perla*) o de alta montaña (géneros *Dinocras* y *Perla*) (AUBERT, 1963b). La menor representación de otras familias como *Leuctridae* o *Chloroperidae* podría estar atribuida también a la escasez de alta montaña en el sur ibérico, a que los núcleos de especiación de estos géneros son más septentrionales y a que la mayoría de las especies de estas familias no pueden vivir en medios estacionales.



4.7. Extensión de algunas especies en el área de estudio

La especie más extendida ha sido *N. lacustris* que fue capturada en los cinco sistemas montañosos estudiados, y que está presente en la mayor parte de las áreas del sur peninsular donde se han realizado estudios faunísticos de plecópteros (sur de Cádiz, Serranía de Ronda y Sierra de Cazorla) (ROPERO *et al.*, 1995; TIERNO *et al.*, 1996; TIERNO Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1996). Esta circunstancia puede deberse al amplio rango de tolerancia a la estacionalidad del medio que presenta, ya que puede vivir tanto en medios estacionales (estaciones H9 y H10 en la Sierra de Huétor) como permanentes (estaciones B8 en Baza y H1, H3, H4, H5, H6 y H11 en Huétor). También es destacable, en cuanto a su elevada presencia en el sur, *C. mitis*, ya que está en todas las áreas estudiadas, menos en las Sierras Subbéticas, y además en casi todas estas zonas se encuentra en la mayoría de las estaciones muestreadas. Sin duda, esto es posible, entre otras circunstancias, por la alta capacidad de dispersión de esta especie. Otras especies de amplia distribución fueron: *G. franzi*, *H. flaviventris*, *P. alcazaba* y *P. meyeri*, las cuales se encontraron en cuatro de los cinco sistemas montañosos. Las dos primeras son especies que pueden vivir en ríos estacionales, frecuentes en Sierra Morena y Algarve, y las dos segundas son especies con elevada capacidad de dispersión, lo que facilita que estén bien representadas.

Entre las especies que poseen una distribución más restringida en el área de estudio destacaremos a *I. bipartita* (capturada en Sierra Morena), *B. arcuata*, *L. hippopus* y *L. major* (capturadas en el Algarve) y *C. bifrons* (capturada en la Sierra de Huétor), las cuales se han encontrado en tan solo una estación de las zonas indicadas y en muy bajo número (Tabas 4a, 4b, 4c, 4d y 4e). La escasez de la mayoría de estas especies podría ser debida al efecto borde ya que estos sistemas montañosos constituyen los puntos más meridionales de sus distribuciones. Esto se confirma por la relativa abundancia, al menos de algunas de ellas, en zonas más septentrionales de su área de distribución (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002).



4.8. Abundancia de algunas especies en el área de estudio

En lo referente a la abundancia, destaca *L. maroccana* por el gran número de ejemplares que han sido capturados, tanto en la Sierra de Huétor (con más del 50 % del total de ejemplares) como en la Sierra de Baza (19.2%) (Tablas 4a y 4b). Esta especie es muy abundante en casi todas las áreas del sur de la Península, como es el caso de la Serranía de Ronda (TIERNO *et al.*, 1996). Los datos de abundancia de *C. mitis* (12.7%) y *L. andalusiaca* (9.6%) de la Sierra de Baza, fueron muy similares a lo que ocurre en Sierra Nevada (TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001b). Es curioso el caso de *L. fusca* (especie típicamente paleártica) que disminuye su abundancia cuanto más al sur y menor sea la altitud media de los sistemas montañosos. Así, pasa de ser la especie más abundante en Sierra Nevada (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1990b; TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001b), a ser extremadamente rara en la Serranía de Ronda (TIERNO *et al.*, 1996), o la total ausencia en el sur de Cádiz (ROPERO *et al.*, 1996), pasando por una abundancia intermedia entre estos dos extremos en la Sierra de Baza (7.7%) y más escasa en la Sierra de Huétor (0.9 %). La especie *T. cf. minuta* resultó ser la especie más capturada en Sierra Morena y Algarve (Tablas 4c y 4e) y *N. lacustris* en las Sierras Subbéticas, no obstante no se pueden sacar conclusiones ya que, dado el carácter puntual e irregular de los muestreos, estas especies pudieron ser sobrestimadas en relación al resto.

4.9 Solapamiento entre especies

Los resultados de la aplicación de los índices de solapamiento en las diferentes áreas estudiadas se muestran en las Tablas 4f, 4g, 4h, 4i y 4j. Los bajos índices mostrados por algunas especies son consecuencia de su escasez en la zona de estudio.

En la Sierra de Baza (Tabla 4f) especies como *I. nevada*, *P. alcazaba*, *P. meyeri*, *C. mitis*, *L. andalusiaca*, *L. fusca* y *L. maroccana* presentan unos altos coeficientes de



solapamiento entre sí, al tratarse de especies muy extendidas y abundantes en esta localidad.

	Gf	In	Pm	Chn	At	Pra	Prm	Nc	Nf	Nl	Cn	Cl	Cm	Cs	La	Lfr	Lf	Li	Lm
Gf	1	.11	0	.50	.50	.11	.14	0	0	0	.50	0	.11	0	.11	0	.13	0	.13
In		1	.56	.22	.22	1	.78	.67	.22	.11	.22	.22	1	.22	1	.44	.89	.67	.89
Pm			1	0	.17	.56	.33	.57	0	0	0	0	.56	.40	.56	.29	.63	.57	.57
Chn				1	.33	.22	.29	0	.33	0	.33	0	.22	0	.22	.20	.29	.14	.25
At					1	.22	.29	.14	0	0	.33	0	.22	0	.22	.20	.25	.14	.25
Pra						1	.78	.66	.22	.11	.22	.22	1	.22	1	.44	.89	.67	.89
Prm							1	.63	.29	.14	.29	.29	.78	.13	.78	.57	.57	.63	.88
Nc								1	.14	.17	.14	.33	.67	.33	.67	.43	.56	.50	.56
Nf									1	.50	.33	.33	.22	0	.22	.20	.11	.14	.25
Nl										1	.50	.33	.22	.11	0	.11	0	0	.13
Cn											1	.33	.22	0	.22	0	.11	0	.25
Cl												1	.22	0	.22	.20	.11	.14	.25
Cm													1	.22	1	.44	.89	.67	.89
Cs														1	.22	0	.25	.14	.25
La															1	.44	.89	.67	.89
Lfr																1	.50	.67	.50
Lf																	1	.75	.78
Li																		1	.56
Lm																			1

Tabla 4f. Coeficiente de solapamiento entre especies en la Sierra de Baza. *Gf.*: *G. franzi*; *In.*: *I. nevada*; *Pm.*: *P. marginata*; *Chn.*: *C. nevada*; *At.*: *A. triangularis*; *Pra.*: *P. alcazaba*; *Prm.*: *P. meyeri*; *Nc.*: *N. cinerea*; *Nf.*: *N. fulviceps*; *Nl.*: *N. lacustris*; *Cn.*: *C. nigra*; *Cl.*: *C. libera*; *Cm.*: *C. mitis*; *Cs.*: *C. schilleri*; *La.*: *L. andalusiaca*; *Lfr.*: *L. franzi naenibotica*; *Lf.*: *L. fusca*; *Li.*: *L. iliberis*; *Lm.*: *L. maroccana*

También en la Sierra de Huétor han aparecido altos índices de solapamiento entre las especies más extendidas (Tabla 4g) que son las mismas que el caso de la Sierra de Baza salvo la especie *L. fusca* que en esta zona fue más escasa (ver apartado 4.5.2.). Por otra parte, es de destacar el alto solapamiento entre *H. flaviventris*, *R. christinae* y *C. libera* (0.75 entre la primera con las dos restantes y 0.60 de la segunda con la tercera), debido posiblemente a que estas tres especies están relacionadas con medios estacionales en este área. También es destacable que *H. flaviventris* y *C. libera* no presente solapamiento alguno con *A. triangularis*, *L. geniculata* y *L. iliberis*, especies estas últimas relacionadas con estaciones permanentes y por tanto con diferentes requerimientos. Entre *N. cinerea* y

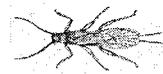


C. bifrons el solapamiento fue total (Tabla 4g), siendo ambas especies muy raras y puntuales que solo aparecieron en una estación estacional (H9) en la Sierra de Huétor.

	Hf	In	Pm	Rc	At	Pra	Prm	Nc	Nf	NI	Cb	Cl	Cm	Cs	La	Lf	Lg	Li	Lm
Hf	1	.11	.14	.75	0	.22	.22	.33	.14	.38	.33	.75	.18	.40	.10	.14	0	0	.09
In		1	.71	.22	.29	.50	.50	0	.50	.50	0	.10	.70	.10	.67	.50	.63	.22	.60
Pm			1	.29	.40	.44	.63	0	.67	.44	0	.13	.50	0	.63	.67	.57	.13	.56
Rc				1	.20	.33	.33	.25	.13	.50	.25	.60	.27	.33	.20	.29	.11	.14	.18
At					1	.11	.25	0	.17	.25	0	0	.20	0	.25	.40	.33	.20	.22
Pra						1	.78	0	.44	.45	0	.33	.80	.2	.60	.44	.56	.33	.70
Prm							1	0	.63	.60	0	.33	.80	.18	.60	.63	.56	.20	.70
Nc								1	0	.13	1	.25	0	.25	0	0	0	0	0
Nf									1	.44	0	.29	.50	0	.44	.43	.38	0	.56
NI										1	.13	.50	.64	.33	.45	.30	.27	.20	.55
Cb											1	.25	0	.25	0	0	0	0	0
Cl												1	.27	.33	.09	.13	0	0	.18
Cm													1	.27	.80	.50	.60	.30	.90
Cs														1	.20	0	.11	.33	.18
La															1	.63	.56	.50	.89
Lf																1	.57	.29	.56
Lg																	1	.43	.67
Li																		1	.44
Lm																			1

Tabla 4g. Coeficiente de solapamiento entre especies en la Sierra de Huétor. *Hf.*: *H. flaviventris*; *In.*: *I. nevada*; *Pm.*: *P. marginata*; *Rc.*: *R. chrystinae*; *At.*: *A. triangularis*; *Pra.*: *P. alcazaba*; *Prm.*: *P. meyeri*; *Nc.*: *N. cinerea*; *Nf.*: *N. fulviceps*; *NI.*: *N. lacustris*; *Cb.*: *C. bifrons*; *Cl.*: *C. libera*; *Cm.*: *C. mitis*; *Cs.*: *C. schilleri*; *La.*: *L. andalusiaca*; *Lf.*: *L. fusca*; *Lg.*: *L. geniculata*; *Li.*: *L. iliberis*; *Lm.*: *L. maroccana*

El hecho de que los muestreos en las otras tres zonas hayan sido más puntuales y se hayan considerado más estaciones hace que los valores de solapamiento entre las especies sean menores, aunque merece la pena destacar el mayor grado de solapamiento entre las especies más extendidas en cada área. Las especies que pueden vivir en medios estacionales como es el caso de *I. pallida* con *G. franzi* y *H. flaviventris* en Sierra Morena (tabla 4h), también presentaron altos coeficientes. En las Sierras Subbéticas los mayores solapamientos se produjeron entre las especies *H. flaviventris*, *B. auberti* y *N. lacustris*



(Tabla 4h), posiblemente debido también a su capacidad de habitar en medios estacionales. También fue relativamente alto el solapamiento entre *P. meyeri* y *L. andalusiaca* al igual que ocurre en las Sierras de Baza y Huétor, lo que podría mostrar el que estas dos especies presentan muy parecidos requerimientos ecológicos. En el Algarve el mayor índice de solapamiento fue mostrado entre *C. gelesae* y *T. cf. minuta*, ambas las especies más abundantes y extendidas en este área (Tabla 4i).

	Gf	Hf	Ib	Ic	Ip	Bv	Rt	Prm	Nl	Cg	Cm	Cs	Tm
Gf		.14	0	.14	.44	.29	0	0	.10	.18	.08	0	.24
Hf			0	.09	.31	0	0	0	.07	.06	.13	.09	.25
Ib				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ic					0	.25	0	0	0	.13	0	0	.06
Ip						.11	0	0	.20	.08	.08	0	.22
Bv							.20	0	.14	.43	.11	0	.20
Rt								0	.14	.11	.25	0	.20
Prm									0	0	0	0	0
Nl										.20	.33	.17	.25
Cg											.40	.13	.38
Cm												.13	.47
Cs													.06
Tm													

Tabla 4g. Coeficiente de solapamiento entre especies Sierra Morena. *Gf.*: *G. franzi*; *Hf.*: *H. flaviventris*; *Ib.*: *I. bipartita*; *Ic.*: *I. curtata*; *Ip.*: *I. pallida*; *Bv.* *B. vera vera*; *Rc.*: *R. chrystinae*; *Prm.*: *P. meyeri*; *Nl.*: *N. lacustris*; *Cg.*: *C. gelesae*; *Cm.*: *C. mitis*; *Cs.*: *C. schilleri*; *Tm.*: *T. cf. minuta*



	Gf	Hf	Bau	Pra	Prm	Nf	Nl	La	Tm
Gf	1	.20	0	0	0	0	.22	0	0
Hf		1	.40	0	0	.17	.44	0	.25
Bau			1	0	0	.20	.33	.25	.25
Pra				1	0	0	0	0	0
Prm					1	.25	.22	.33	0
Nf						1	.20	.25	.25
Nl							1	.22	.10
La								1	0
Tm									1

Tabla 4h. Coeficiente de solapamiento entre especies de las Sierras Subbéticas Cordobesas. *Gf.*: *G. franzi*; *Hf.*: *H. flaviventris*; *Bau.* *B. auberti*; *Pra.*: *P. alcazaba*; *Prm.*: *P. meyeri*; *Nf.*: *N. fulviceps*; *Nl.*: *N. lacustris*; ; *Tm.*: *T. cf. minuta*

	Gf	Hf	Bar	Bau	Pra	Nl	Cg	Cm	Lc	Lfr	Lg	Lh	Lmj	Lm	Tm
Gf	1	.25	.50	0	0	0	.13	0	0	0	0	0	0	0	.13
Hf		1	0	0	0	0	.20	.25	.40	.11	0	.33	0	0	.20
Bar			1	0	0	0	.07	0	0	0	0	0	0	0	.07
Bau				1	0	0	.07	.50	.25	0	0	0	0	0	0
Pra					1	0	0	0	0	.13	0	0	.50	.50	.07
Nl						1	.07	0	0	.14	0	0	0	0	.07
Cg							1	.13	.19	.16	0	.07	0	.06	.67
Cm								1	.50	.13	0	.50	0	0	.06
Lc									1	.22	.25	0	0	0	.19
Lfr										1	.14	.14	.14	.13	.22
Lg											1	0	0	0	.07
Lh												1	0	0	.07
Lmj													1	0	.07
Lm														1	0
Tm															1

Tabla 4i. Coeficiente de solapamiento entre especies en el Algarve. *Gf.*: *G. franzi*; *Hf.*: *H. flaviventris*; *Bar.*: *B. arcuata*; *Bau.*: *B. auberti*; *Nl.*: *N. lacustris*; *Cg.*: *C. gelesae*; *Cm.*: *C. mitis*; *Lc.*: *L. castillana*; *Lfr.*: *L. franzi*; *Lg.*: *L. geniculata*; *Lh.*: *L. hippopus*; *Lmj.*: *L. major*; *Lm.*: *L. maroccana*; *Tm.*: *T. cf. minuta*



4.10. Relación de los Plecópteros con la estacionalidad de los cursos de agua

En el caso de la Sierra de Baza el 31,58 % de las especies están presentes en cursos de aguas permanentes, como *G. franzi*, *C. nevada*, *A. triangularis*, *C. nigra*, *N. fulviceps* y *N. lacustris*; salvo la primera y la última, todas están presentes también en los cauces permanentes de Sierra Nevada (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1989) y ausentes (menos *N. lacustris*) en los arroyos sometidos a fuerte estiaje del sur de Cádiz (ROPERO *et al.*, 1995) (Fig. 4c). En el caso de *G. franzi* y *N. lacustris*, que normalmente están asociadas a cursos más estacionales en otras áreas (ROPERO *et al.*, 1995), han aparecido en estaciones permanentes pero que aguas abajo se convierten en arroyos temporales y, por tanto, podría tratarse de individuos que realizan movimientos de compensación de la deriva desde estos puntos de agua temporal. En relación con esto, son muy escasos los individuos que se han encontrado de ambas especies, una ninfa en el caso de *G. franzi* y una sola hembra para el caso de *N. lacustris*.

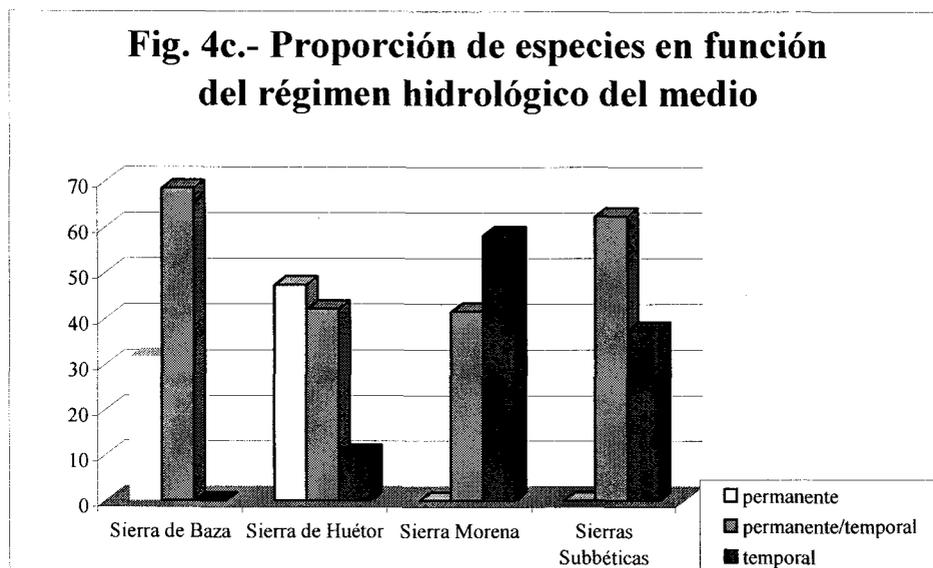
El 68,42 % de las especies pueden vivir tanto en medios permanentes como estacionales y ninguna especie ha sido detectada exclusivamente en arroyos temporales (Fig. 4c). Esto puede ser explicado por el hecho de que la mayoría de los ríos y arroyos en la Sierra de Baza son permanentes aunque están sometidos a un fuerte estiaje que reduce mucho su caudal. Los organismos que habitan en estos medios deben tener cierta capacidad de soportar la estacionalidad, ya sea por la existencia de fases de resistencia o de ciclos cortos que permiten completar el desarrollo del organismo en la época que el río lleva agua (AUBERT, 1963b).

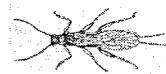
En cuanto a la relación de las especies encontradas, en la Sierra de Huétor, con el tipo de cursos de agua muestreados, podemos observar que dominan las especies que habitan los cauces permanentes (un 47,4% del total: *I. nevada*, *P. marginata*, *A. triangularis*, *N. fulviceps*, *L. andalusiaca*, *L. fusca*, *L. geniculata*, *L. iliberis* y *L. maroccana*), seguidas de las especies que se localizan tanto en arroyos temporales como permanentes (un 42,1% del total: *H. flaviventris*, *R. christinae*, *P. alcazaba*, *P. meyeri*, *N. lacustris*, *C. libera*, *C. mitis* y *C. schilleri*) y por último las especies de aguas temporales



que constituyen el 10,5% del total de especies colectadas, representadas únicamente por *N. cinerea* y *C. bifrons* en el área de estudio (Fig. 4c). La presencia de especies de aguas temporales en esta área es debida al fuerte estiaje que sufren los arroyos en los meses de verano, secándose algunos de ellos y reduciéndose su caudal en la mayoría de los restantes, lo que provoca la adaptación de los ciclos de estos insectos a este tipo de régimen hidrológico (como ocurre en la Sierra de Baza), concentrando su emergencia en los meses de invierno y primavera, tal como sucede en el sur de Cádiz (ROPERO *et al.*, 1995), donde también se produce un fuerte estiaje.

En Sierra Morena el 58,33 % de las especies pueden localizarse en ríos estacionales y el 41.67 % restante viven tanto en ríos estacionales como permanentes (Fig. 4c). Para las Sierras Subbéticas el 62,5 % de las especies pueden vivir tanto en arroyos estacionales como permanentes y el 37,5 % solo habitan en medios estacionales (Fig. 4c). Es destacado el alto porcentaje de especies capaces de habitar en ambientes estacionales en ambas zonas, aunque es más acusado en Sierra Morena.





En el caso del Algarve no poseemos datos sobre la estacionalidad de los ríos, por lo que no podemos sacar conclusiones de la proporción de especies de medios estacionales y permanentes. No obstante, la presencia de especies típicas de ríos estacionales como *G. franzi*, *H. flaviventris*, *N. lacustris*, *C. gelesae* y *T. cf. minuta* (AUBERT, 1963b) hace pensar que el régimen de los ríos y arroyos de esta región está marcado por un fuerte estiaje, muy similar al caso de Sierra Morena .

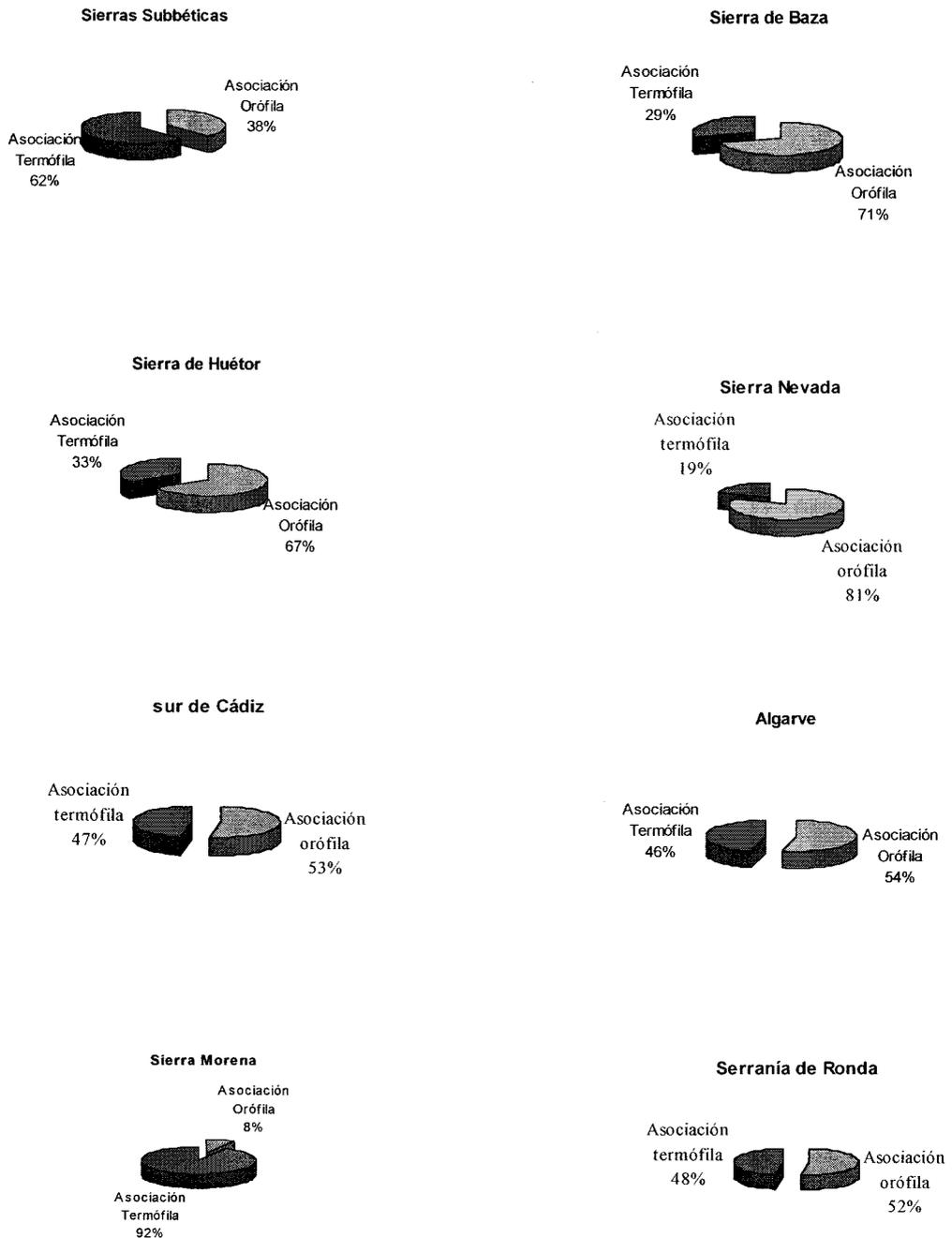
AUBERT (1963b) estableció dos asociaciones de Plecópteros según la estacionalidad del medio. La asociación orófila estaría compuesta por especies de aguas frías, permanentes y de alta montaña en donde aparecerían las especies de los géneros *Perla*, *Protonemura* y *Leuctra*, y la asociación termófila que estaría compuesta por especies de aguas estacionales, cálidas y de media-baja montaña (*H. flaviventris*, *G. franzi*, *I. bipartita*, *I. curtata*, *I. grammatica*, *I. pallida*, *Siphonoperla baetica* (Aubert, 1956), *B. auberti*, *N. cinerea*, *N. lacustris*, *T. minuta* y *T. tangerina*). Como podemos observar en la Figura 4d, el número de especies de la asociación orófila es mayor en Sierra Nevada (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1989; TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001b), seguida por las Sierras de Baza y de Huétor. Tanto en Sierra Morena como en las Sierras Subbéticas hay un alto número de especies de la asociación termófila. En el Algarve, aunque no podemos sacar conclusiones al respecto, parece ser que la mayoría de los cursos de agua son temporales, dada la alta frecuencia de aparición de elementos termófilos como *T. cf. minuta* (ver apartado 4.3.) (AUBERT, 1963b), del mismo modo que ocurre en el sur de Cádiz y en la Serranía de Ronda (ROPERO *et al.*, 1995; TIERNO *et al.*, 1996), cuyas proporciones son muy parecidas (Fig. 4d). No obstante, la falta de muestreos en algunas épocas del año (principalmente otoño en Sierra Morena y Sierras Subbéticas y primavera y verano en el Algarve) hace que las proporciones de las especies asignadas a una u otra asociación estén subestimados. Podemos deducir que existe un gradiente de temporalidad en el sur peninsular, desde las áreas de montaña más baja (Sierra Morena, Sierras Subbéticas o Algarve) hasta la alta montaña localizada en el este del sur de la Península Ibérica. Esto se puede apreciar claramente en la Fig. 4d, donde observamos una



disminución de las especies asociadas a medios estacionales en Sierra Nevada, Sierra de Baza y Sierra de Huétor.

Como ya mencionó AUBERT (1963b), observamos que la mayoría de los elementos de ambas asociaciones no se solapan, y además, como se puede observar en el apartado anterior los índices de solapamiento entre especies de ambas asociaciones son cero o muy bajos. Las especies termófilas estarían distribuidos en nuestra zona de estudio principalmente en Sierra Morena, Sierras Subbéticas y Algarve, y las especies orófilas se concentrarían en las Sierras de Baza y Huétor. De todas formas podemos observar que estas dos últimas sierras sería zonas de juxtaposición al encontrar en ellas especies de ambas asociaciones. Según AUBERT (1963b) es posible encontrar zonas puntuales de solapamiento en áreas donde aparecen ríos de carácter estacional y permanente, como es el caso de las Sierras de Baza y de Huétor. De esta forma encontramos a *G. franzi* en la Sierra de Baza y a *H. flaviventris* en la Sierra de Huétor, pero en ambos casos no están compartiendo hábitat con *P. marginata*, elemento típico de la asociación orófila (AUBERT, 1963b).

Las especies *B. vera cordubensis*, *R. thienemanni*, *C. gelesae*, *C. libera* y *C. schilleri* podrían ser consideradas especies de medios estacionales (asociación termófila) ya que, aunque alguna de ellas han sido capturadas en alguna ocasión en estaciones de régimen permanente, han mostrado ser más abundantes en estaciones temporales. En el caso de *I. nevada*, *C. nevada* y *C. nigra* han aparecido sólo en aguas permanentes y frías de montaña, tanto en el área de estudio como en otras zonas cercanas (TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001b), por lo que podríamos considerarlas de la asociación orófila. Por tanto, estas especies han sido asignadas a su asociación para la realización de la Fig. 4d, aunque AUBERT (1963b) no las considerara por falta de datos de su distribución y ecología en ese momento. Otras especies como *B. arcuata*, *R. christinae*, *N. fulviceps*, *C. bifrons* y *C. mitis* no se han podido asignar a ninguna categoría concreta debido a que aparecen indistintamente en medios estacionales y permanentes o por falta de datos más precisos, por tanto no han sido consideradas a la hora de confeccionar la Fig. 4d.



102 **Fig. 4d.** Agrupación de las especies de Plecópteros en cada una de las áreas estudiadas en el sur peninsular a la asociación termófila/orófila según Aubert, 1963b. **Asociación orófila:** especies de los géneros *Perla*, *Protonemura*, *Amphinemura* y *Leuctra*. **Asociación termófila:** *H. flaviventris*, *G. franzi*, *I. bipartita*, *I. curtata*, *I. grammatica*, *I. pallida*, *S. baetica*, *B. auberti*, *N. cinera*, *N. lacustris*, *T. minuta* y *T. tangerina*.



4.11. Corología y afinidad de los plec6pteros del sur peninsular con otras 1reas del norte de 1frica

Si representamos la composici6n corol6gica de la fauna de plec6pteros de los distintos sistemas monta6os del sur peninsular, observamos los resultados que se muestran en la Fig.4e. Como en el caso de Sierra Nevada, el elevado porcentaje de especies de distribuci6n europea y pale1rtica de las Sierras de Cazorla, Hu6tor y Baza se podr3a explicar por haber actuado m1s como refugios de especies de amplia distribuci6n que como centros de especiaci6n (AUBERT, 1963a; TIERNO Y S1NCHEZ-ORTEGA, 1996), lo que explica tambi6n el bajo porcentaje de endemismos b6ticos. Estas sierras antes mencionadas, que podr3amos encuadrarlas dentro de la zona oriental del Sistema Penib6tico, poseen un bajo porcentaje de especies comunes a la fauna norteafricana (alrededor de tres veces menos que Sierras Subb6ticas, Algarve, Serran3a de Ronda, sur de C1diz, o Sierra Morena), esto se explicari1 por su mayor lejan3a o por la existencia de mayores diferencias en el medio. Estas primeras son 1reas de m1s alta monta6a y los r3os y arroyos son menos estacionales que los presentes en el norte de 1frica, Sierra Morena, Sierras Subb6ticas o Algarve. Destaca el mayor porcentaje de endemismos b6ticos observados de este grupo corol6gico de especies, en el sur de C1diz, Serran3a de Ronda y Sierra Nevada, posiblemente debido a su mayor superficie respecto a las dem1s 1reas b6ticas estudiadas.

En la Fig. 4f se representa el cluster, seg6n el 3ndice de Jaccard, que calcula las afinidades existentes entre distintas localidades del sur peninsular y del norte de 1frica en funci6n de las especies de Plec6pteros presentes en cada una de ellas.

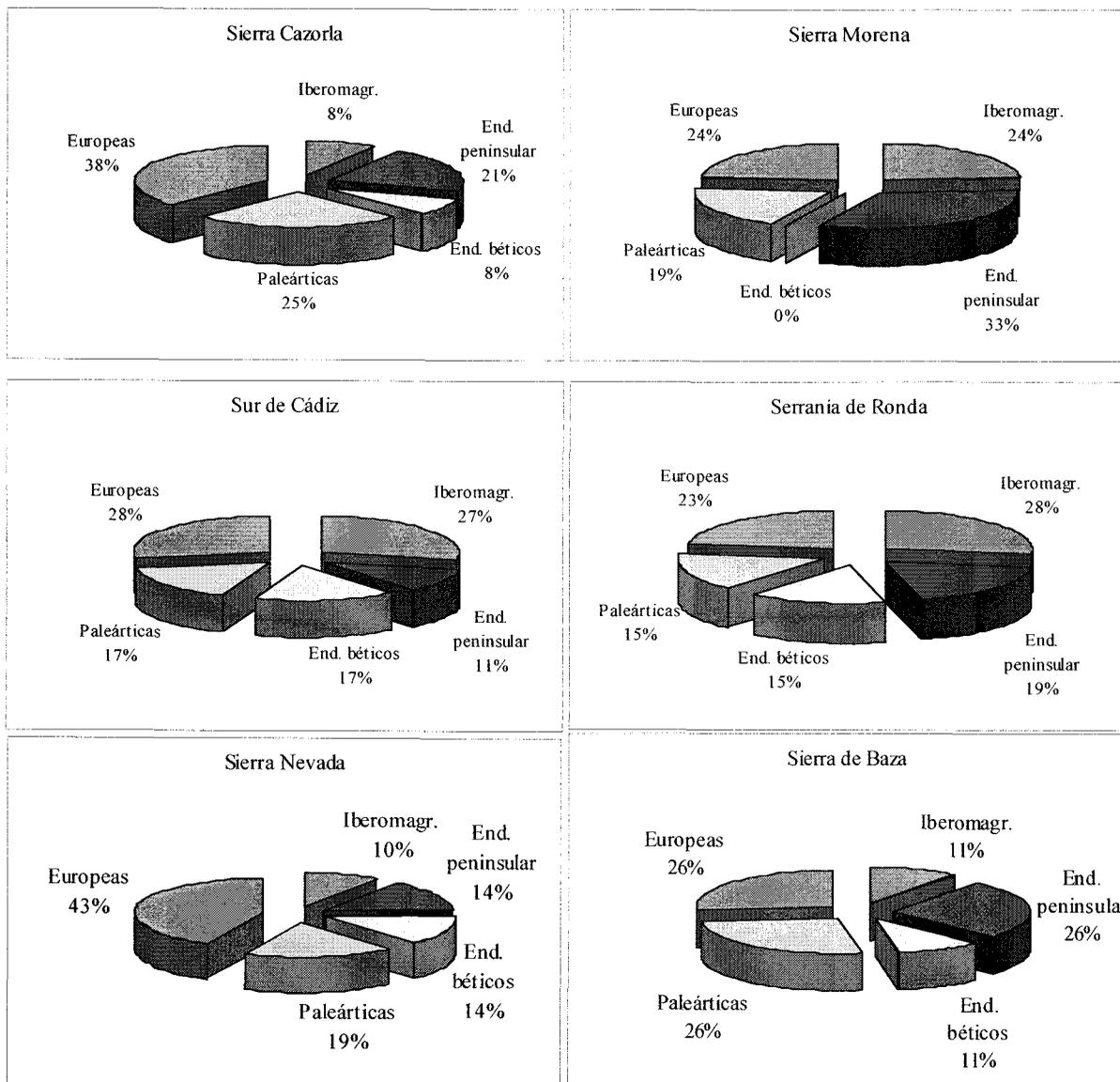


Fig. 4e. Composición corológica de los plecópteros de los sistemas montañosos del sur de la Península Ibérica. Iberomagr. = Endemismo Iberomagrebí; End. = Endemismo



Faunística y Fenología

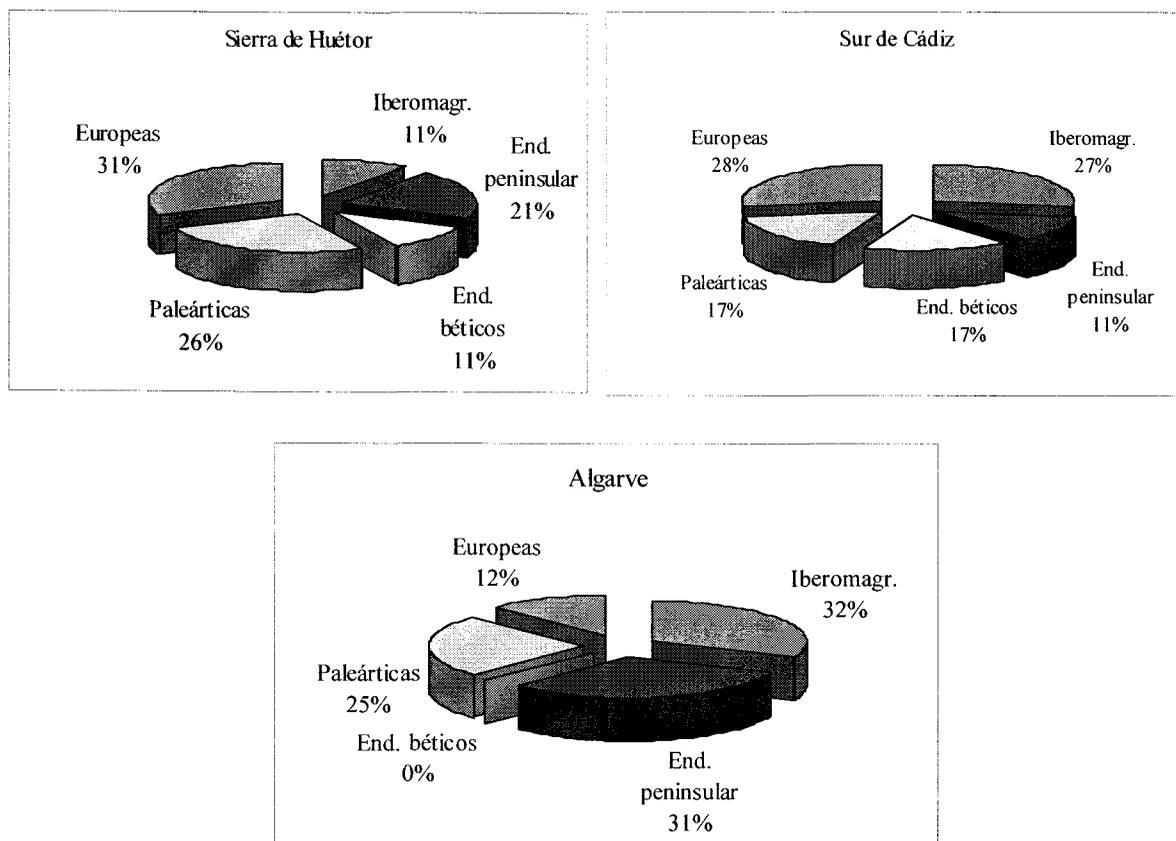


Fig. 4e. Composición corológica de los plecópteros de los sistemas montañosos del sur de la Península Ibérica. Iberomagr. = Endemismo Iberomagrebí; End. = Endemismo

En primer lugar podemos destacar la marcada afinidad faunística existente entre la Sierra de Huétor y la Sierra de Baza, ambas relativamente próximas. No obstante, por la proximidad, cabría esperar un mayor parecido entre cada una de ellas con Sierra Nevada, pero la elevada altitud de esta última explica la existencia de especies propias de áreas de mayores latitudes, como *Perlodes microcephalus* (Pictet, 1833), *Perla grandis* Rambur, 1842 o *Leuctra inermis* Kempny, 1899, que encuentran aquí su distribución más meridional, ya que Sierra Nevada debió actuar con mayor relevancia como refugio para especies más norteñas cuando éstas se vieron desplazadas durante las glaciaciones (TIERNO



Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1996). La gran afinidad entre la Serranía de Ronda y el Campo de Gibraltar, se explicaría por su proximidad, ya que el segundo constituye una prolongación geográfica de la primera.

Un grupo de áreas claramente diferenciado del resto de los macizos penibéticos, incluidos en la Fig. 4f, sería el compuesto por Sierra Morena, Algarve y Sierras Subbéticas Cordobesas. La explicación de su clara afinidad es debido a que el Algarve portugués es la continuación de Sierra Morena y presenta unas características ambientales muy similares a esta última (sustratos ácidos predominantes, presencia de media baja montaña, etc.) que hace que sus cursos de agua sean muy parecidos también. La cercanía de Sierra Morena a las Sierras Subbéticas podría ser una de las razones de su alta similaridad en cuanto a su fauna de plecópteros. No obstante, hacen falta más estudios sobre este grupo de insectos en estas tres áreas del sur peninsular para completar su lista faunística en algunas épocas del año en la que faltan datos (sobre todo en los meses de otoño).

Con respecto al resto de las áreas estudiadas, las diferencias con Sierra Morena y Algarve se pueden explicar por dos razones fundamentales: por un lado, su separación geográfica, que hace que se incluya en otro sistema montañoso (mientras que las restantes áreas estudiadas forman parte del Sistema Penibético) separados por la depresión del Guadalquivir (posible barrera geográfica para insectos propios de zonas de montaña); y, por otro, a su historia geológica, ya que Sierra Morena proviene del Macizo Hespérico, mientras que los Sistemas Penibéticos tienen su origen en el Macizo Bético-Rifeño.

En lo que respecta a las localidades del norte de África, encontramos claras afinidades entre el Rift y el Atlas por una parte, y entre Argelia y Túnez, por otra, lo cual guarda relación con su proximidad geográfica. A su vez, las cuatro localidades guardan una semejanza de casi un 40% de afinidad específica, semejante a la que presentan entre sí las distintas áreas del Sistema Penibético. La afinidad entre el norte de África y el sur Peninsular es baja a pesar de la existencia de endemismos béticorifeños. No obstante, la afinidad existente se explicaría por la separación definitiva tardía, en el



Plioceno inferior, de ambos sistemas montañosos, la Cordillera Rifeña y el Sistema Penibético, al separarse por última vez la Península Ibérica del norte de África y quedando como barrera geográfica el estrecho de Gibraltar.

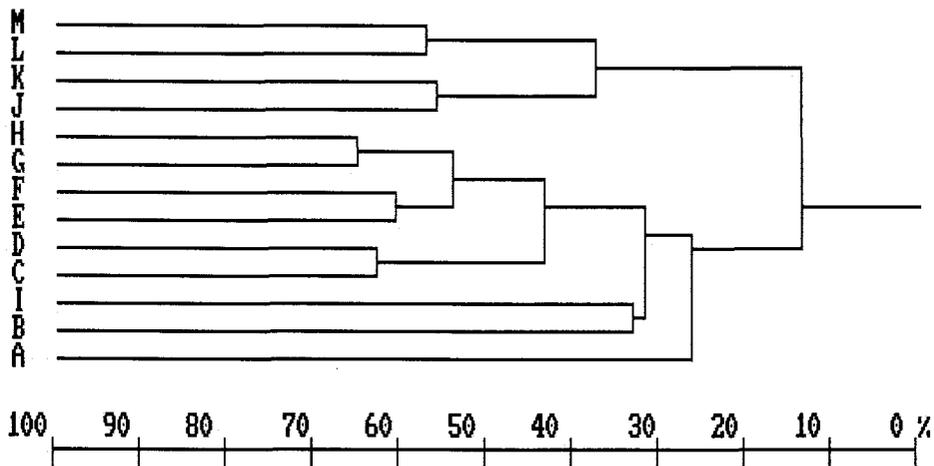


Fig. 4f. Cluster de afinidad (índice de Jaccard) entre diversas áreas del sur de la Península Ibérica y el norte de África basadas en la fauna de Plecópteros. A: Sierra Morena; B: Algarve; C: Campo de Gibraltar; D: Serranía de Ronda; E: Sierra Cazorla; F: Sierra Nevada; G: Sierra de Baza; H: Sierra de Huétor; I: Sierras Subbéticas; J: Rift; K: Atlas; L: Argelia; M: Túnez

4.12. Conservación

Los Plecópteros constituyen un grupo caracterizado por su elevada sensibilidad a la calidad de las aguas en las cuales habitan, y han sido utilizados habitualmente como bioindicadores de contaminación. Por tanto, todos los estudios encaminados a establecer su estado de conservación nos ayudarán a conocer el grado de conservación de nuestros ríos. En la actualidad se empieza a conocer un poco mejor la distribución de las especies de



este orden de insectos en la Península Ibérica y, concretamente en el sur peninsular, aunque estos estudios se han realizado principalmente en áreas de montaña (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1989; ROPERO *et al.*, 1995; TIERNO *et al.*, 1996; TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001b; y otros).

El conocimiento del estado de conservación de las poblaciones de este orden de insectos en el sur peninsular, en particular, y en el resto de la Península, en general, era escaso hasta el año 1996 (TIERNO Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1996). Como consecuencia a esto TIERNO Y SÁNCHEZ-ORTEGA (1996) para Andalucía y SÁNCHEZ-ORTEGA Y TIERNO (1996) para toda la Península Ibérica, presentaron, en función de los datos disponibles, las categorías de riesgo para los Plecópteros ibéricos.

Uno de los principales problemas de muchas especies de Plecópteros es que tienen distribuciones muy limitadas y poblaciones fragmentadas, el extremo de esto lo constituye la especie *Leuctra bidula* Aubert, 1962 que sólo se conoce en el río Genal, y su afluente el arroyo Bolaje, en la provincia de Málaga y, en todo caso, a partir de muy pocos ejemplares (AUBERT, 1962; 1963a; TIERNO *et al.*, 1996). Otro de los principales problemas que afecta a estos insectos, como a otros muchos, es la contaminación sobre todo de las partes medias-bajas de los ríos. De esta forma, casi todas las especies que habitan en estas zonas están en grave peligro de desaparición, no solo a nivel de nuestra área sino en toda su distribución mundial. Este es el caso de muchas de las especies de la familia taeniopterígidis que habitan en estos medios y también de algunos pérlicos como el género *Marthamea*, concretamente en el sur de la Península Ibérica la especie *M. selysii* (Pictet, 1841) (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002).

No obstante, con el presente estudio y otros trabajos puntuales más recientes de algunos autores (AGÜERO PELEGRÍN *et al.*, 1998, UBERO PASCAL *et al.*, 1998) se ha ampliado notablemente el conocimiento de este grupo en muchos de los sistemas montañosos del sur y, como consecuencia, algunas especies incluidas en alguna de las categorías de riesgo podrían ver modificado su estatus. Este podría ser el caso de *B. vera*



Faunística y Fenología

corduensis, *R. christinae*, *C. schilleri* y *L. franzi paenibetica* que fueron consideradas como especies vulnerables (SÁNCHEZ-ORTEGA Y TIERNO, 1996) y que parecen estar mejor representadas.



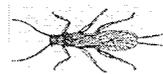


5. Taxonomía I:

Las ninfas

de

Capnioneura





5.1. Introducción

El género *Capnioneura* se compone de 11 especies y una subespecie, todas ellas de distribución paleártica (ZWICK, 1973), concretamente en la mitad sur de Europa, desde la Península Ibérica hasta los Balcanes, y por el sur hasta el norte del Maghreb. De ellas, cinco están presentes en la Península Ibérica, sin contar *C. aptera* Berthélemy, 1969 endémica del Pirineo francés y no capturada en la vertiente española hasta el momento (la ninfa fue descrita por BERTHÉLEMY, 1969):

- *C. brachyptera* Despax, 1932, endémica de los Pirineos (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002).
- *C. gelesae* Berthélemy y Baena, 1984, extendida por el sur de España (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002) que presenta sus capturas más septentrionales en Montes de Toledo (LUZÓN-ORTEGA Y TIerno DE FIGUEROA, 2002).
- *C. libera* (Navás, 1909), citada en varias áreas de la mitad norte peninsular (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1987), en tres localidades del sur de España (TIerno DE FIGUEROA *et al.*, 1997) y en Montes de Toledo (LUZÓN-ORTEGA Y TIerno DE FIGUEROA, 2002).
- *C. mitis* Despax, 1932, ampliamente distribuida por la Península y por gran parte de Europa (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002).
- *C. petitpierrae* Aubert, 1960, presente únicamente en las provincias de Córdoba y Málaga (sur de España) y norte de África (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002; GAGNEUR Y ALIANE, 1991; SÁNCHEZ-ORTEGA Y AZZOUZ, 1998).

Las restantes especies no presentes en la Península Ibérica son: *C. nemuroides* Ris, 1905, distribuida por Austria, Italia, Suiza, Francia y Montenegro; *C. caucasica* Zhiltzova, 1964 presente en el Caúcaso; *C. petricola* Giudicelli, 1967 presente únicamente en Córcega; *C. balkanica* Baumann y Kafkanski, 1975, *C. balkanica macedonica* Ikononov, 1978 y *C. volandovi* Ikononov, 1978, todas ellas de la antigua Yugoslavia. Únicamente en la primera especie ha sido descrita la ninfa (AUBERT, 1946).



Las ninfas maduras de *C. brachyptera*, *C. mitis* y *C. petitpierrae* fueron descritas por BERTHÉLEMY (1969), BOCQUET (1944) y AUBERT (1956b, 1960), respectivamente. Las ninfas de las dos especies restantes no han sido descritas con anterioridad.

El objetivo del presente capítulo es tanto describir las ninfas, machos y hembras, de *C. gelesae* y *C. libera*, como establecer una clave de las ninfas de ambos sexos del género *Capnioneur*a, a nivel de la Península Ibérica y norte de África, que facilite su identificación, ya que es en esta área en la que se concentran casi la mitad de las especies del género.

5.2. Material y métodos

Para realizar la descripción de las ninfas se procedió a examinar el siguiente material, procedente de nuestras colectas en el área de estudio:

- *C. gelesae*: **A1**, 27-11-1997, 5N. **A3**, 27-11-1997, 1N. **A7**, 27-11-1997, 1N. **A15**, 29-11-1997, 3N.

- *C. libera*: **H9**, 17-11-1996, 8N; 15-1-1997, 3N. **H10**, 17-11-1996, 10N.

Además se examinaron ejemplares pertenecientes a las restantes especies previamente descritas por otros autores:

- *C. brachyptera*: Hautes Pyrénées, Estaragne, Lavandier leg. 2N (col. Berthélemy facilitados por el Dr. A. Thomas). Source Port Venasque, 22-10-1989, España, Vinçon leg., 1N (facilitados por G. Vinçon).

- *C. mitis*: Arroyo de Ojén, Los Barrios, Cádiz, España, 300 m, UTM: 30STF702023, 6-1-1988, 17N (ROPERO *et al.*, 1995).



Taxonomía I: Las ninfas de *Capnioneura*

- *C. petitpierrae*: Arroyo a la salida de Darchaoui, Marruecos, 23-3-1992, 4N. Oued Hachef, salida de Darchouí, Tánger, Marruecos, 1000 m, 2-1-1992, 11N. Oued Laoud, Dardara, Chaouen, Marruecos, 400 m, 4-1-1992, 9N. Oued Amtras, salida Chrafah, Chaouen, Marruecos, 900 m, 5-1-1992, 10N. M. Azzouz leg.

Los ejemplares fueron observados con una lupa binocular Olympus SZ11 con zoom 1,8 a 11 aumentos y oculares 10/22X. En algunos ejemplares de las especies *C. gelesae*, *C. libera* y *C. petitpierrae* se procedió a la extracción y montaje en preparaciones con líquido de Hoyer de los paraproctos para su visualización a microscopía óptica (modelo Olympus CH-2, 10X, ocular 15X). Se observaron también a microscopía óptica (40X, ocular 15X) preparaciones de porciones del tercer terguito abdominal de ejemplares de dichas especies para observar las sedas de la superficie. En las dos restantes especies no fue necesario realizar este tipo de preparaciones, pues dicha información se hallaba en la bibliografía (BERTHÉLEMY, 1969). Las medidas corporales (longitud del cuerpo, relación anchura/longitud del fémur del tercer par de patas y relación entre longitud de las pterotecas/longitud del pronoto) fueron tomadas con el micrómetro de la lupa binocular (1X aumentos para la longitud del cuerpo y 4X aumentos en las restantes medidas, ocular 15X).

Para una mejor visualización y obtención de imágenes para realizar los dibujos se empleó el programa de análisis de imágenes Jandel Scientific para Windows 3.11 y la cámara JVG color video camera TK-C621 adaptada a la lupa binocular y conectada a un ordenador. Para los dibujos de las sedas de superficie del tercer terguito abdominal y los paraproctos se empleó también la cámara clara modelo OLYMPUS 1.25X.

5.3. Descripción de la ninfa de *C. gelesae*

Los datos biométricos aparecen recogidos en la Tabla 5a. Coloración del cuerpo no uniforme; los terguitos son pardo claro, mientras el resto de la superficie del cuerpo



es blanquecina. Patas blanquecinas, pero con el último artejo del tarso (o el final de éste) más oscuro. Aspecto robusto.

Sedas del tercer terguito abdominal cortas y gruesas, con espinas muy abundantes (Fig. 5f). Epiprocto del macho en visión dorsal (Fig. 5g) muy similar al de *C. mitis* (Fig. 5q), con forma triangular y un ligero estrechamiento en su parte media. Lateralmente, el epiprocto no forma apenas escalón respecto al extremo final del terguito anterior y presenta una ligerísima inclinación ascendente respecto al eje longitudinal del cuerpo (Fig. 5h). Paraproctos del macho (Fig. 5i) alargados, con borde interior más o menos recto y el extremo apical ligeramente curvado hacia el interior, a diferencia de *C. mitis*, cuyo extremo no aparece curvado (Fig. 5s).

Paraproctos de la hembra (Fig. 5j) con el extremo apical triangular; los bordes internos del extremo de los paraproctos forman un espacio triangular de lados muy rectos, muy similar a los de *C. mitis* (Fig. 5t), aunque se diferencian claramente de éstos por la forma de su borde externo, trapezoidal en *C. gelesae* y triangular (levemente convexo) en *C. mitis*.

Especie	Sexo	Longitud (R) n	Pron. a/l (R) n	Fém. a/l (R) n	Cab/Pron (R) n
<i>C. brachyptera</i>	♂	5,2 (4,1-5,7) 2	1,20 (1,12-1,28) 2	0,28 (0,26-0,29) 2	1,01 (0,94-1,07) 2
	♀	5,1 (-) 1	1,25 (-) 1	0,26 (-) 1	1,00 (-) 1
<i>C. gelesae</i>	♂	5,0 (-) 1	1,20 (1,12-1,28) 2	0,23 (0,22-0,24) 2	1,10 (1,09-1,10) 2
	♀	6,5 (6,0-6,8) 7	1,26 (1,13-1,42) 7	0,22 (0,20-0,24) 6	1,09 (1,03-1,19) 7
<i>C. libera</i>	♂	3,0 (2,5-3,4) 2	1,20 (1,19-1,20) 2	0,26 (-) 1	1,02 (1,00-1,04) 2
	♀	5,4 (4,4-6,4) 9	1,20 (1,03-1,43) 9	0,20 (0,16-0,28) 9	1,07 (1,00-1,16) 9
<i>C. mitis</i>	♂	5,3 (4,7-5,8) 5	1,05 (0,94-1,11) 5	0,20 (0,20-0,21) 5	1,09 (1,07-1,14) 5
	♀	6,3 (5,8-6,7) 5	1,14 (1,07-1,29) 5	0,20 (0,19-0,22) 5	1,07 (1,00-1,10) 5
<i>C. petitpierrae</i>	♂	5,4 (5,1-5,9) 5	1,16 (1,03-1,22) 5	0,23 (0,22-0,24) 5	1,06 (1,00-1,13) 5
	♀	6,3 (5,6-6,9) 5	1,12 (0,97-1,19) 5	0,22 (0,20-0,24) 5	1,07 (1,05-1,11) 5

Tabla 5a. Datos biométricos de las especies estudiadas. R: rango; n: número de ejemplares medidos; Pron. a/l: relación anchura/longitud del pronoto; Fém. a/l: relación anchura/longitud del fémur; Cab/Pron: relación anchura de la cabeza/anchura del pronoto.



5.4. Descripción de la ninfa de *C. libera*

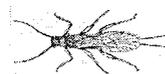
Los datos biométricos aparecen recogidos en la Tabla 5a. Coloración parda, tanto dorsal como ventralmente, más oscura que en la anterior. Patas ligeramente más claras que el cuerpo y cabeza más oscura que el resto. Aspecto notablemente más estilizado que las ninfas de las restantes *Capnioneura* ibéricas.

Sedas del tercer terguito abdominal largas y estrechas, con espinas muy abundantes, aunque algo menos densas que en la especie anterior (Fig. 5k). Epiprocto, visto dorsalmente, más corto y ancho que el de las otras ninfas de *Capnioneura* de la Península Ibérica, y con un estrangulamiento en su extremo apical (Fig. 5l). Lateralmente el epiprocto forma un pequeño escalón respecto al terguito anterior y aparece ligeramente inclinado en sentido ascendente respecto al eje horizontal del cuerpo (Fig. 5m). Paraproctos del macho (Fig. 5n) proporcionalmente más anchos que los de las ninfas de las otras especies; con el extremo apical curvado hacia el interior, dejando el margen interno ligeramente cóncavo.

Paraproctos de las hembras (Fig. 5o) con margen exterior curvo (ligeramente cóncavo) y con el extremo apical mucronado, a veces aparecen curvados hacia el interior o al exterior y otras veces rectos.

5.5. Comparación de los caracteres utilizados para la descripción de las ninfas de *C. gelesae* y *C. libera* con el resto de las *Capnioneura* ibéricas

BERTHÉLEMY (1969) señaló como caracteres distintivos de las ninfas de último estadio de *Capnioneura* del Pirineo: la relación de la longitud de las pterotecas (tanto las mesotorácicas como las metatorácicas) con la longitud del pronoto; la forma del epiprocto y de los paraproctos de los machos; la densidad y longitud de las sedas y espinas



cuticulares de la superficie del tercer terguito abdominal; y la relación anchura/longitud del fémur del tercer par de patas.

En el presente capítulo, y puesto que no nos limitamos a estudiar las ninfas a punto de emerger, hemos descartado como criterio válido de distinción entre especies las relaciones biométricas correspondientes a las pterotecas, ya que su crecimiento es alométrico a lo largo del desarrollo ninfal. Del mismo modo, el carácter longitud del cuerpo no se ha tenido en cuenta (aunque aparece recogido en la Tabla 5a), tanto por ser un carácter muy variable como por no distinguir con certeza a las ninfas de último estadio. Otros caracteres biométricos, algunos de ellos señalados anteriormente (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1990b), aparecen recogidos también en la Tabla 5a. La mayor parte de ellos, puesto que los rangos aparecen generalmente solapados entre las distintas especies, no poseen interés como criterios de diferenciación taxonómica entre las especies estudiadas. Tan sólo la relación anchura/longitud del fémur es claramente mayor en *C. brachyptera* respecto a las otras especies, hecho que había sido señalado previamente respecto a *C. mitis* (BERTHÉLEMY, 1969). Con respecto a la relación anchura/longitud de pronoto, parece observarse unos valores ligeramente inferiores en *C. mitis* y *C. petitpierrae*. Por último la relación anchura cabeza/anchura pronoto parece ser inferior en *C. brachyptera*, aunque el rango se solapa con el de otras especies.

En relación a los otros caracteres señalados y a otros nuevos, nuestro estudio muestra que si bien algunos de estos caracteres pueden ser válidos por separado para distinguir las ninfas de las especies ibéricas del género, el empleo de varios de ellos en conjunto nos permite distinguir mejor a todas ellas.

En cuanto a la coloración, la ninfa de *C. gelesae* es la única que presenta una coloración claramente diferente entre las partes dorsal y ventral. De las restantes especies, *C. petitpierrae* se diferencia por presentar un color blanquecino, *C. brachyptera* por su coloración marrón oscura y las dos restantes por una coloración intermedia (ligeramente más oscura en *C. libera* que en *C. mitis*).



Taxonomía I: Las ninfas de *Capnionaura*

Se observan diferencias entre algunas especies en el tipo y densidad de sedas cuticulares del tercer terguito abdominal (Figs. 5.1a, 5.1f, 5.1k, 5.1p, 5.1u). En cuanto a longitud y grosor, las de *C. mitis* y *C. libera* son largas, frente a las de las tres especies restantes. En cuanto a densidad de sedas, *C. mitis* y *C. gelesae* presentan la menor densidad (0,04 a 0,08 sedas/ μm^2), seguida de *C. petitpierrae* (0,04 a 0,10 sedas/ μm^2), *C. libera* (0,08 a 0,10 sedas/ μm^2) y, por último, *C. brachyptera* (0,10 sedas/ μm^2). Finalmente, es destacable la presencia de algunas sedas extremadamente finas y apuntadas, alternadas aunque en menor número con otras de tipo normal, en la superficie cuticular en *C. petitpierrae*.

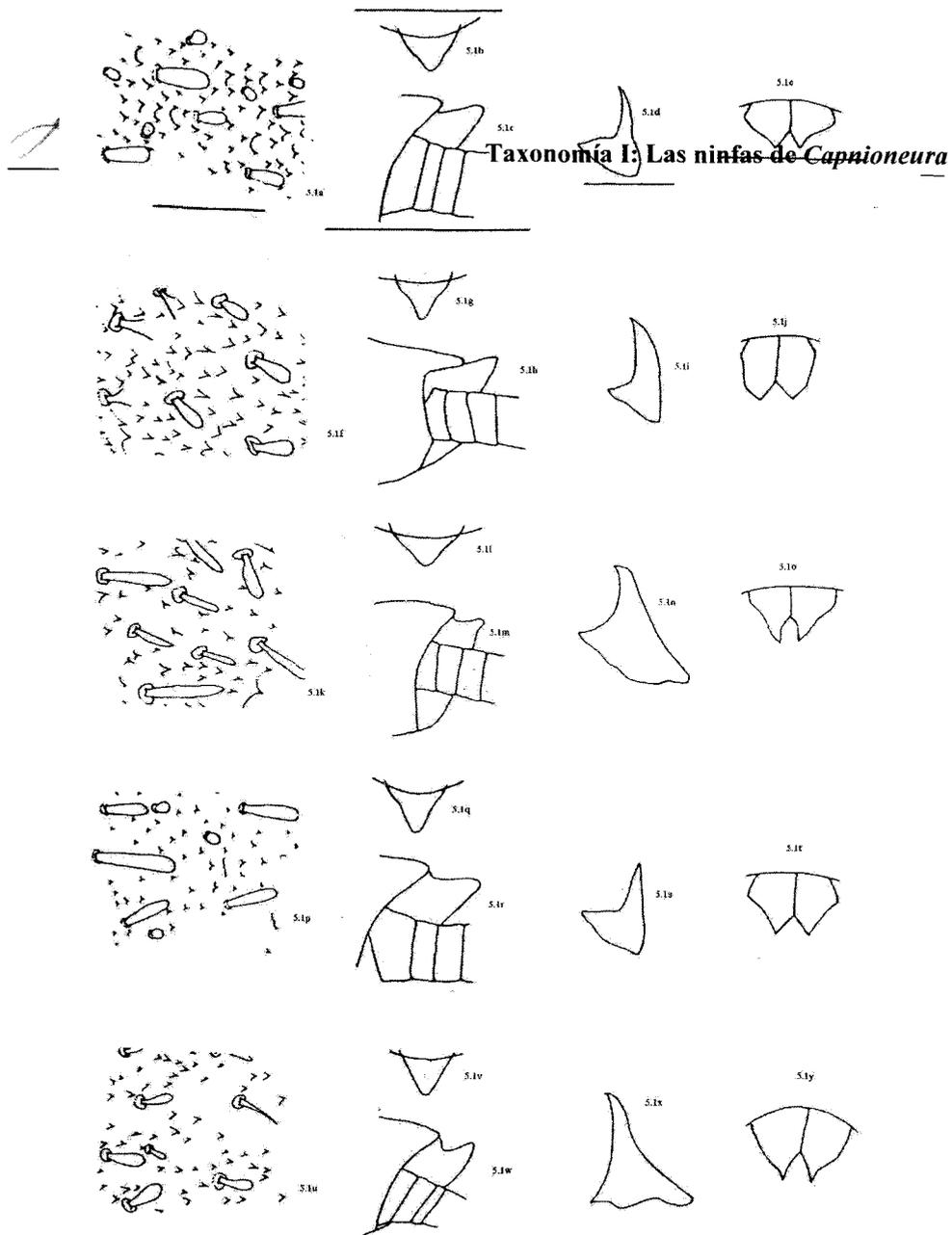
En los machos la forma del epiprocto es un carácter muy útil para diferenciar todas las especies ibéricas del género. Dorsalmente (Figs. 5.1b, 5.1g, 5.1l, 5.1q y 5.1v), los epiproctos de *C. brachyptera* y *C. libera* presentan un estrangulamiento en su último tercio, aunque el epiprocto de *C. libera* es proporcionalmente más ancho; los de *C. gelesae* y *C. mitis* tienen un estrangulamiento aproximadamente en su parte media y el de *C. petitpierrae* posee una forma triangular sin estrangulamiento aparente. Lateralmente (Figs. 5.1c, 5.1h, 5.1m, 5.1r y 5.1w), el epiprocto de *C. gelesae* es el único que no presenta un escalón respecto al plano horizontal del último terguito abdominal, aunque el borde superior del epiprocto está ligeramente inclinado respecto al eje longitudinal del último terguito abdominal. Este escalón es muy conspicuo en *C. petitpierrae*, en el cual el epiprocto forma una depresión en forma de "v" y presenta un ángulo de inclinación muy acusado. En *C. mitis* aparece escalón, pero el margen superior del epiprocto se dispone paralelo al eje longitudinal del último terguito abdominal, este margen está inclinado hacia arriba en las restantes dos especies. Por último, *C. brachyptera* puede distinguirse de *C. libera* porque en el primero el margen exterior del epiprocto es oblicuo respecto al eje horizontal del cuerpo, mientras en *C. libera* dicho margen es perpendicular al eje.

En relación a los paraproctos de los machos (Figs. 5.1d, 5.1i, 5.1n, 5.1s y 5.1x), en *C. gelesae*, *C. libera* y *C. petitpierrae* el extremo apical aparece curvado hacia el interior a



modo de gancho, en *C. brachyptera* todo el paraprocto está curvado hacia el interior, y en *C. mitis* es totalmente recto. El margen interno de los paraproctos de *C. mitis*, *C. gelesae* y *C. petitpierrae* son rectos, mientras que los de las dos restantes especies son cóncavos.

La forma de los paraproctos de la hembra (Figs. 5.1e, 5.1j, 5.1o, 5.1t y 5.1y) pueden constituir también un carácter de interés taxonómico para distinguir las ninfas de algunas de las especies. En *C. gelesae* y *C. mitis* los extremos apicales de los paraproctos son de forma triangular, mientras que en las otras tres especies son alargados. En *C. gelesae*, los bordes externos de los paraproctos son trapezoidales mientras que en *C. mitis* son triangulares. En *C. brachyptera*, los bordes internos de los paraproctos son rectos, mientras en *C. libera* y *C. petitpierrae* son cóncavos.



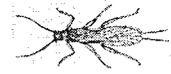
Figs. 5.1a-5.1e *C. brachyptera*: 5.1a) detalle de la superficie del tercer terguito abdominal; 5.1b) Vista dorsal del epiprocto; 5.1c) vista lateral del epiprocto; 5.1d) paraprocto del macho; 5.1e) paraproctos de la hembra (5.1a, b, c y d tomados de BERTHÉLEMY, 1969).

Figs. 5.1f-5.1j *C. geslae*: 5.1f) detalle de la superficie del tercer terguito abdominal; 5.1g) Vista dorsal del epiprocto; 5.1h) vista lateral del epiprocto; 5.1i) paraprocto del macho; 5.1j) paraproctos de la hembra.

Figs. 5.1k-5.1o *C. libera*: 5.1k) detalle de la superficie del tercer terguito abdominal; 5.1l) Vista dorsal del epiprocto; 5.1m) vista lateral del epiprocto; 5.1n) paraprocto del macho; 5.1o) paraproctos de la hembra.

Figs. 5.1p-5.1t *C. mitis*: 5.1p) detalle de la superficie del tercer terguito abdominal; 5.1q) Vista dorsal del epiprocto; 5.1r) vista lateral del epiprocto; 5.1s) paraprocto del macho; 5.1t) paraproctos de la hembra (5.1p, q, r y s tomados de BERTHÉLEMY, 1969).

Figs. 5.1u-5.1y *C. petitpierrae*: 5.1u) detalle de la superficie del tercer terguito abdominal; 5.1v) Vista dorsal del epiprocto; 5.1w) vista lateral del epiprocto; 5.1x) paraprocto del macho; 5.1y) paraproctos de la hembra.



5.6. Claves para la identificación de las ninfas de *Capnioneura* ibéricas

5.6.1. Ninfas machos

1. Epiprocto en visión dorsal sin estrangulamiento (Fig. 5v). Lateralmente el epiprocto (Fig. 5w) forma una depresión en forma de "v" y presenta un ángulo de inclinación muy acusado. Coloración blanquecina. Presencia de algunas sedas extremadamente finas y apuntadas (Fig. 5u).....*C. petitpierreae* Aubert
- Epiprocto en visión dorsal con estrangulamiento (Figs. 5b, 5g, 5l, 5q y 5v). Lateralmente el epiprocto no forma una depresión en forma de "v" y no presenta un ángulo de inclinación muy acusado (Figs. 5c, 5h, 5m, 5r y 5w). Coloración marrón. Ausencia de sedas extremadamente finas y apuntadas (Figs. 5a, 5f, 5k, 5p, 5u).....2
2. - Epiprocto en visión dorsal con estrangulamiento en su último tercio (Figs. 5b y 5l).....3
- Epiprocto en visión dorsal con estrangulamiento su parte media (Figs. 5g y 5q).....4
3. - Margen posterior del epiprocto en visión lateral perpendicular al eje longitudinal del cuerpo (Fig. 5m). Epiprocto corto (más ancho que largo) (Fig. 5l). Paraprocto grueso con el extremo apical curvado (Fig. 5n). Coloración parda clara. Sedas del tercer terguito abdominal largas (Fig. 5k).....*C. libera* (Navás)
- Margen posterior del epiprocto, en visión lateral, oblicuo al eje longitudinal del cuerpo (Fig. 5c). Epiprocto algo más largo que ancho (Fig. 5b). Paraprocto delgado y curvado en toda su longitud (Fig. 5d). Coloración marrón oscura. Sedas del tercer terguito abdominal cortas (Fig. 5a).....*C. brachyptera* Despax
4. - El epiprocto en visión lateral no forma un escalón acusado respecto al plano horizontal del último terguito abdominal (Fig. 5h). Coloración dorsal y ventralmente claramente



Taxonomía I: Las ninfas de *Capnioneura*

diferente. Sedas del tercer terguito abdominal cortas (Fig. 5f). Paraproctos con extremo apical curvado (Fig. 5i).....*C. gelesae* Berthélemy y Baena
- El epiprocto en visión lateral forma un claro escalón respecto al plano horizontal del último terguito abdominal (Fig. 5r). Coloración similar dorsal y ventralmente. Sedas del tercer terguito abdominal largas (Fig. 5p). Paraproctos rectos (Fig. 5s).....*C. mitis* Despax

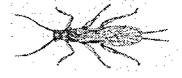
5.6.2. Ninfas hembras

1. - Extremos apicales de los paraproctos triangulares (Figs. 5j y 5t).....2
- Extremos apicales de los paraproctos alargados (Figs. 5e, 5o y 5y).....3
2. - Márgenes externos de los paraproctos trapezoidales (Fig. 5j). Terguitos claramente más oscuros que los esternitos. Sedas del tercer terguito abdominal cortas (Fig. 5f).....*C. gelesae* Berthélemy y Baena
- Márgenes externos de los paraproctos triangulares (Fig. 5t). Terguitos y esternitos aproximadamente del mismo color. Sedas del tercer terguito abdominal largas (Fig. 5p).....*C. mitis* Despax
3. - Márgenes internos de los paraproctos rectos (Fig. 5e). Coloración muy oscura.....*C. brachyptera* Despax
- Márgenes internos de los paraproctos sinuosos (Figs. 5o y 5y). Coloración no oscura.....4
4. - Coloración blanquecina. Sedas del tercer terguito abdominal cortas. Presencia de algunas sedas extremadamente finas y apuntadas (Fig. 5a).....*C. petitpierrae* Aubert
- Coloración marrón. Sedas del tercer terguito abdominal largas. Sin sedas extremadamente finas ni apuntadas (Fig. 5k).....*C. libera* (Navás)





6. Taxonomía II:
Variabilidad morfológica en
***Leuctra maroccana* Aubert, 1956**





6.1. Introducción

La existencia de polimorfismo o variabilidad en algunos caracteres morfológicos de interés taxonómico dentro de una especie ha sido estudiada en algunos taxones de plecópteros, aunque son muy escasos los estudios sobre este tema. El interés de estas investigaciones radica en la importancia de establecer los criterios más válidos para diferenciar taxones y conocer aquellos caracteres que responden sólo a variaciones intraespecíficas.

Las variaciones de un carácter dentro de un taxón pueden ser discontinuas o continuas. En el primer caso hablamos de polimorfismo mientras que en el segundo simplemente de variabilidad continua (LILLEHAMMER, 1974).

Entre los caracteres morfológicos de interés taxonómicos que sufren más variación dentro de una misma especie han sido especialmente estudiados, en el orden de los Plecópteros y otros insectos acuáticos, la longitud del ala (BRINCK, 1949; LILLEHAMMER, 1974; COSTELLO, 1988; PUIG *et al.*, 1990) y la venación alar (LILLEHAMMER, 1974; TIERNO DE FIGUEROA Y FOCHETTI, 2001b), la forma de la placa genital femenina (LILLEHAMMER, 1974; PUIG *et al.*, 1990) y la longitud del cuerpo (LILLEHAMMER, 1974; FROELICH, 1990), aunque este último carácter depende en gran medida de las condiciones ecológicas en las que se desarrolla el ciclo de vida del individuo.

LILLEHAMMER (1974) señala que entre los caracteres utilizados en la taxonomía de *Leuctridae* se emplea la forma de las partes esclerotizadas dorsales del 6º, 7º, 8º y 9º segmento abdominal del macho. Este mismo autor destaca la variabilidad existente en estos caracteres en varias especies de *Leuctra* como *L. digitata* Kempny, 1899, *L. fusca* (Linneo, 1758) o *L. hippopus* Kempny, 1898. Además recientemente, FOCHETTI Y TIERNO DE FIGUEROA (2002) han mostrado la existencia de variabilidad morfológica en los procesos esclerotizados del quinto uroterguito de *L. costai* Aubert, 1953. Esto muestra la



gran posibilidad de variación que aparece en los procesos esclerotizados de las especies del género *Leuctra*, utilizados habitualmente en su identificación taxonómica.

6.2. Material y métodos

Durante el muestreo de la fauna de plecópteros que se realizó en el Parque Natural de la Sierra de Huétor, entre septiembre de 1996 y agosto de 1997, se recolectó el material utilizado para este trabajo (ver capítulo 4.3.).

En nueve de las once localidades muestreadas en el Parque Natural de la Sierra de Huétor se capturaron individuos de la especie *L. maroccana* (ver Apéndice I al final del presente capítulo), que fue la especie más abundante entre todas las colectadas en dicho estudio (ver capítulos 4.5.2. y 4.5.8.).

Tras capturar los individuos, se identificaron en el laboratorio y se cuantificó el número de ejemplares machos y hembras. Los ejemplares machos fueron separados en función del grado de pigmentación (o esclerotización) del octavo terguito abdominal.

Se empleó un programa informático de análisis de imagen Jandel Scientific con el que se obtuvieron las imágenes digitalizadas de ejemplares con distintos grados de variabilidad en dicho carácter. Posteriormente se procedió al dibujo de los distintos modelos a partir de estas imágenes, que no habían sido modificadas por ningún tratamiento informático.

6.3. Resultados y discusión

En primer lugar se separaron aquellos individuos que presentaban una pigmentación del octavo terguito abdominal del macho similar al ejemplar tipo de la especie (AUBERT, 1956b). Aunque es un carácter de variabilidad continua se procedió a



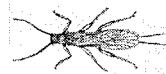
Taxonomía II: Variabilidad morfológica en *L. maroccana*

establecer tres intervalos más de intensidad de pigmentación (o esclerotización), con su correspondiente diseño diferente, del octavo terguito abdominal del macho y, según esto, se agruparon en cuatro categorías: individuos normales (grupo a, Fig. 6a), individuos con bajo grado de pigmentación (grupo b, Fig. 6b), individuos con grado medio de pigmentación (grupo c, Fig. 6c) e individuos con alto grado de pigmentación (grupo d, Fig. 6d).

Se estudiaron 742 machos de *L. maroccana*, de ellos 184 (24,8% del total) presentaron variación en el grado de pigmentación del octavo terguito abdominal respecto al diseño típico para este carácter en la descripción original de la especie (AUBERT, 1956b) y en otras referencias a la morfología de esta especie (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBATERCEDOR, 1990b). La variabilidad del carácter no se debió al hecho de tratarse de especímenes recién emergidos, que normalmente presentan una pigmentación o esclerotización general menor. Por otra parte, no se observó variabilidad en ninguno de los otros caracteres empleados en taxonomía en el género *Leuctra* (placa subgenital de la hembra, y paraproctos y epiprocto en los machos), que en todos los casos eran igual al asignado en la descripción original de la especie (AUBERT, 1956b).

El porcentaje de individuos de tipo a, modelo típico, fue del 75,2% del total de individuos con variabilidad. El número de individuos que presentó el modelo b fue de 118 (15,9%), el modelo c fue de 58 (7,8%) y el modelo d fue de 6 (0,8%). Se observa una disminución progresiva en la cantidad de ejemplares conforme difieren más del diseño típico de la especie (Fig. 6e).

El porcentaje de individuos con diseño diferente al modelo básico osciló entre un 21,6% en el mes de enero al 50% del mes de octubre. Se observa un mayor porcentaje de estos individuos al comienzo y al final del período de vuelo, pero el bajo número total de ejemplares capturados en estas épocas podría dificultar la extracción de conclusiones al ser estos resultados poco significativos. En los restantes meses, donde el número de



ejemplares capturados fue alto, la proporción se mantuvo más o menos constante sin presentar ninguna tendencia clara (Fig. 6e).

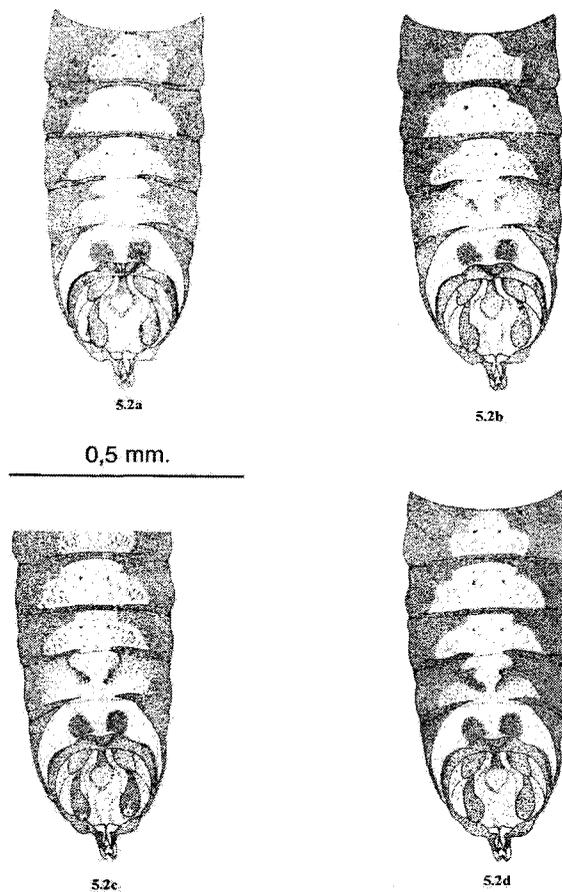


Fig. 6a-6d. Vista dorsal del abdomen del macho de *L. maroccana*. 6a) Modelo típico del octavo terguito abdominal. 6b) Modelo con bajo grado de pigmentación. 6c) Modelo con grado medio de pigmentación. 6d) Modelo con grado alto de pigmentación.



Taxonomía II: Variabilidad morfológica en *L. maroccana*

Del mismo modo, ejemplares con diseño diferente al modelo básico aparecieron en todas las estaciones donde ha sido capturada la especie. Muchas veces se describen especies con pocos ejemplares, de una localidad muy concreta y en un momento de su periodo de vuelo, con lo que es difícil detectar las posibles variaciones cuando son pocos los individuos que presentan el polimorfismo o este ocurre en un momento concreto de su periodo de vuelo.

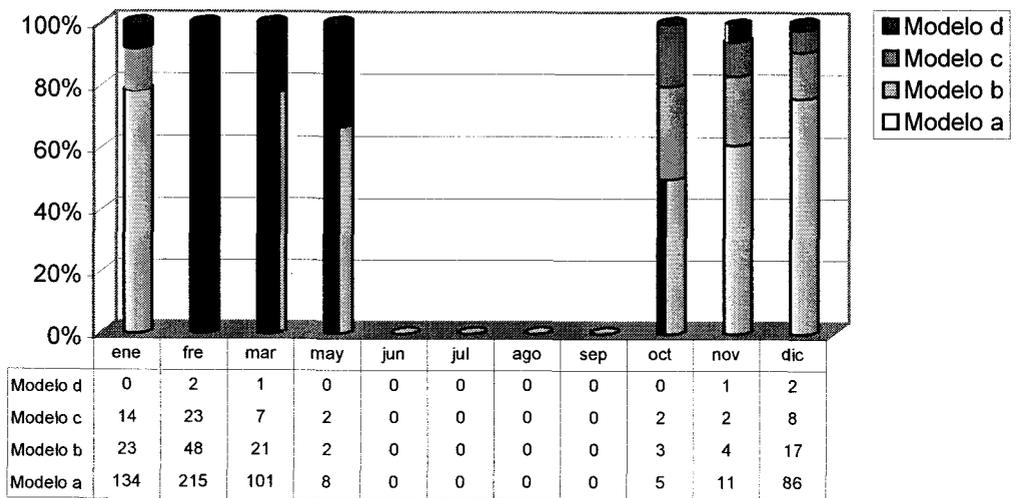


Fig. 5.2e. Histograma con los porcentajes de las distintas categorías de variación en el octavo terguito abdominal a lo largo del período de vuelo en los machos de *L. maroccana*.

Individuos con dicha variabilidad han sido detectados en otras áreas del sur peninsular (Sierra de Baza y Algarve) y en Montes de Toledo (LUZÓN-ORTEGA Y TIERNO DE FIGUEROA, 2002), por lo que esta variabilidad intrapoblacional no es exclusiva de la Sierra de Huétor sino generalizada para la especie, al menos en la mitad sur de la Península Ibérica.

La variabilidad del carácter podría tener una base genotípica, heredable, o bien fenotípica, como resultado de diferencias en el desarrollo de las ninfas, lo que provocaría



una distinta manifestación del carácter, o bien podría ser debida a causas genéticas y ambientales que actuaran en conjunto. De todos modos, no hemos encontrado un sentido adaptativo a la frecuencia de aparición de los diferentes modelos.

Un aspecto de interés que se deriva de la existencia de esta variabilidad, es la escasa consistencia que presenta este carácter en taxonomía, lo que concuerda con lo ya indicado por LILLEHAMMER (1974) en distintas especies de leúctridos. Esto último, también es apoyado por los estudios realizados sobre *L. costai* Aubert, 1953, donde la variabilidad también afecta a las partes esclerotizadas de los terguitos abdominales (FOCHETTI Y TIERNO DE FIGUEROA, 2002), o por el caso del género *Tyrrhenoleuctra* donde la variabilidad intraespecífica (en este caso en la genitalia) es superior a la que existe entre especies consideradas hasta ahora distintas (SEZZI *et al.*, 2001).

A partir de los resultados presentados y de otros casos bibliográficos podríamos señalar que:

- La validez absoluta de muchos de los caracteres tradicionalmente usados en taxonomía tiene que ser considerada con cierta reserva, y en cualquier caso deberían ir apoyados, siempre que sea posible, con estudios genéticos, bioquímicos, etológicos, etc.
- Hay que tener en consideración la existencia de variabilidad morfológica tanto inter- como intrapoblacional, y cuando sea factible estudiar el máximo número de ejemplares previamente a la descripción de un nuevo taxón y si es posible en diferentes momentos de su periodo de vuelo.
- En consecuencia, hay que ser conservador ante la descripción de un nuevo taxón, y no dar una importancia fundamental a pequeñas variaciones morfológicas que, en gran parte de los casos, son simplemente fruto de variabilidad entre individuos.



Taxonomía II: Variabilidad morfológica en *L. maroccana*

6.4. Apéndice I

Estaciones muestreadas en la Sierra de Huétor donde fue capturada la especie *L. maroccana*.

- H1. Cortijo del Despeñadero, Fuente del Despeñadero, Huétor-Santillán, 1320 m., U.T.M: 30SVG598303.
- H2. Venta del Molinillo, Arroyo de Prado Negro, Huétor-Santillán, 1220 m., U.T.M: 30SVG621292.
- H3. Fuente de los Potros, Barranco de Fuente Grande, Huétor-Santillán, 1400 m., U.T.M: 30SVG592307.
- H4. Barranco del Majalijar, Huétor-Santillán, 1320 m., U.T.M: 30SVG586287.
- H5. Acequia de Fardes, Nívar, 1380 m., U.T.M: 30SVG552263.
- H6. Cortijo de Carialfaquí, Arroyo de Fardes, Nívar, 1160 m., U.T.M: 30SVG534261.
- H7. Cortijo de Carialfaquí, Río Bermejo, Cogollos Vega, 1200 m., U.T.M: 30SVG535265.
- H8. Fuente de la Teja, Alfacar, 1260 m., U.T.M: 30SVG550242.
- H11. Cortijo del Moralejo, Río Blanco, Cogollos Vega, 1400 m., U.T.M: 30SVG548294.





7. Biología de Perloidea





7.1. Introducción a la Biología de los Perloidea

Es de destacar la escasez de estudios que existen en la literatura sobre la biología adulta de este orden de insectos. La mayoría del conocimiento que se posee sobre esta fase de vida de los plecópteros es puntual y se concentra en aspectos concretos, entre los que destaca la comunicación vibracional (RUPPRECHT, 1965, 1977, 1978, 1982, 1990, 1997; MAKETON Y STEWART, 1988; STEWART Y MAKETON, 1991; STEWART, 1997, 2001; TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999c). Otros aspectos, sin embargo, han quedado relegados, y en unos casos se están empezando a investigar con más detalle, como ocurre con la alimentación en el estado imaginal (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999b; TIERNO DE FIGUEROA Y FOCHETTI, 2001a), mientras que en otros aun es muy escaso el conocimiento que se posee (como ocurre en los procesos de agregación, ritmos de actividad o los eventos que ocurren tras la cópula) (STEWART, 1994). En este capítulo, y en el siguiente, trataremos diferentes aspectos de la biología imaginal de algunas especies de plecópteros que nos permitirán entender mejor el conjunto de eventos que ocurren en la interesante fase adulta de este grupo de insectos, que muchas veces han sido considerados como criaturas inactivas y crípticas (STEWART, 1994).

7.1.1. Alimentación

La alimentación es un aspecto de la vida adulta de los plecópteros escasamente conocido. Tradicionalmente, se ha asumido que los adultos de los Perloidea no consumen alimento (MERTENS, 1923; SCHOENEMUND, 1924; KÜHTREIBER, 1934; HYNES, 1942, 1976). No obstante, trabajos posteriores han demostrado que algunas especies de Perloidea de la familia *Chloroperlidae* (*Siphonoperla torrentium* (Pictet, 1841)) pueden metabolizar la materia ingerida durante el estado adulto (RUPPRECHT, 1990) y ganar peso (ZWICK, 1990). ZWICK (1973) y SURDICK (1985) apuntaron que el polen de las coníferas era un alimento habitual de los adultos de algunas especies de Chloroperlinae. Posteriormente, TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA (1999b)



demonstraron que una especie de *Chloroperlidae* (*Chloroperla nevada*) y dos de *Perlodidae* (*I. grammatica* e *I. nevada*) se alimentan en el estado imaginal, y comprobaron la existencia de cambios en la composición de la dieta en función de la disponibilidad de los componentes de ésta a lo largo del período de vuelo. En contraste, TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA (1999b) y TIERNO DE FIGUEROA Y FOCHETTI (2001a) encontraron que las especies de *Perlidae* y *Perlodidae* de gran tamaño que ellos estudiaron no se alimentan en estado imaginal, concretamente *Perla marginata* (Panzer, 1799), *Perla grandis* (Rambur, 1841) y *Dinocras cephalotes* (Curtis, 1827), dentro de los *Perlidae* y *Dictyogenus alpinus* (Pictet, 1842), *Besdolus ravizzarum* (Pictet, 1842), *Perlodes jurassicus* (Aubert, 1946) y *Perlodes microcephalus* (Pictet, 1833) dentro de los *Perlodidae*. A partir de esos datos, los autores (TIERNO DE FIGUEROA Y FOCHETTI, 2001a) hipotizaron que las especies de plecópteros de gran tamaño no necesitan comer durante el estado adulto y que el tamaño límite aproximado a partir del cual los adultos no ingieren alimento sería de aproximadamente 1,5 cm. La energía necesaria para su actividad adulta provendría de las reservas acumuladas durante la fase ninfal, en la cual tendría lugar además el desarrollo de los huevos. Otros *Perlodidae* de menor tamaño (como los representantes del género *Isoperla*) pese a madurar los huevos durante la etapa final de ninfa, sí necesitarían la ingestión de alimento en la etapa imaginal (TIERNO DE FIGUEROA Y FOCHETTI, 2001a). En este sentido, resulta de especial interés estudiar la dieta de los adultos de *H. flaviventris*, una especie de dimensiones intermedias entre *Isoperla*, que sí ingieren alimento en la fase adulta, y *Dictyogenus*, que no se alimenta en su etapa imaginal (TIERNO DE FIGUEROA Y FOCHETTI, 2001a).

7.1.2. Comunicación vibracional

La comunicación intersexual usando vibraciones de baja frecuencia transmitidas a través del substrato es un modo de comunicación poco estudiado en artrópodos (STEWART, 1997, 2001). La comunicación vibracional intersexual parece haber evolucionado de un modo particularmente complejo en los Plecoptera Arctoperlaria

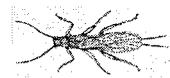


como un mecanismo facilitador del encuentro y formación de la pareja (STEWART *et al.*, 1995a; STEWART, 1997). Los plecópteros producen señales vibratorias por percusión (“drumming”), arrastre (*rubbing* o *scraping*), tremulación del abdomen o todo el cuerpo (*tremulation*), o combinaciones de los tres métodos (STEWART, 1997). Las llamadas vibratorias están genéticamente programadas y pueden ser consideradas como modelos comportamentales fijos y específicos de especie (SZCZYTKO Y STEWART, 1979a, b) útiles para inferir filogenias dentro del orden (STEWART Y ZEIGLER, 1984). Particularmente interesante es el estudio de los efectos de las presiones evolutivas en la diversificación de las llamadas vibratorias entre especies (dentro de un mismo género y entre géneros relacionados) de una misma familia compartiendo una misma área geográfica de distribución.

El “drumming” de los plecópteros se conoce desde el siglo XIX (NEWPORT, 1851) y fue cuantificado por vez primera hace algunas décadas por RUPPRECHT (1968). Desde entonces han sido estudiadas las llamadas vibratorias de aproximadamente 160 especies en todo el mundo, principalmente en Norteamérica (STEWART, 1994) y, algo menos, en Europa y Japón.

En el sur de la Península Ibérica están citadas nueve especies de *Perlodidae*: *Guadalgenus franzi* (Aubert, 1963), *Perlodes microcephalus* (Pictet, 1833), *Besdolus bicolor* (Navás, 1909), *Hemimelaena flaviventris* (Pictet, 1841), *Isoperla bipartita* Aubert, 1962, *I. curtata* Navás, 1924, *I. grammatica* (Poda, 1761), *I. nevada* Aubert, 1952 e *I. pallida* Aubert, 1963 (SÁNCHEZ-ORTEGA Y TIERNO, 1996).

G. franzi e *H. flaviventris* representan géneros monoespecíficos, el primero con una distribución ibérica y el segundo con distribución ibero-magrebí (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002).



P. microcephalus es una especie ampliamente distribuida por Europa, pero tiene una distribución relictica en el sur de la Península Ibérica, donde aparece únicamente en el macizo de Sierra Nevada y en muy escaso número (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002).

Besdolus bicolor (Navás, 1909) es un endemismo ibérico, cuya distribución conocida se limita al centro de España (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002), con la cita de 5 ejemplares en Andalucía (ZWICK Y WEINZIERL, 1995).

Isoperla es un género holártico de plecópteros compuesto por un elevado número de especies (ZWICK, 1973). Cinco especies de este género se pueden encontrar en el sur peninsular, de las que cuatro son endémicas de la Península Ibérica (*I. bipartita*, *I. curtata*, *I. nevada* e *I. pallida*) y una quinta está presente en toda Europa (SÁNCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002). De ellas tan sólo la llamada de “drumming” de *I. nevada* (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999c) y de *I. gramática* y concretamente, en el caso de esta última su llamada ha sido estudiada en otras partes de su área de distribución: Europa Central por RUPPRECHT (1968, 1969, 1983, 1984) y Noroeste de España por MEMBIELA Y VIDAL (1998).

En el presente capítulo, describiremos por primera vez las llamadas vibracionales de *G. franzi*, *H. flaviventris*, *I. bipartita*, *I. curtata* e *I. pallida*, y revisaremos la comunicación vibracional de siete especies de *Perlodidae* del sur de la Península Ibérica, en relación con el paradigma evolutivo de evolución de la comunicación vibracional propuesto por STEWART (2001).

7.1.3. Comportamiento de cópula

El comportamiento de cópula es uno de los aspectos de la biología imaginal de los plecópteros que menos atención se le ha prestado, a pesar de la gran variedad y complejidad de pautas existentes en eventos como la unión de la pareja, número de



cópulas o intentos de desplazamiento de la cópula (STEWART, 1994; ALEXANDER Y STEWART, 1996a; TIERNO DE FIGUEROA, 1998, 2000).

Para que tenga lugar la cópula, la pareja debe encontrarse y en este sentido la mayoría de los plecópteros utilizan la comunicación vibracional intersexual como mecanismo que facilita el contacto entre sexos. No obstante, este mecanismo tiene ciertas limitaciones referidas cómo la distancia a la que los individuos pueden detectar una señal de este tipo (ABBOTT Y STEWART, 1993; SZCZYTKO Y STEWART, 1979b; ALEXANDER Y STEWART, 1996b). Por tanto, los sexos deben estar atraídos de alguna forma a ciertos lugares donde se agregan inicialmente y que permitan que las señales vibracionales sean efectivas, en caso de usarlas, o directamente el encuentro de la pareja (STEWART, 1994). Estos sitios de agregación se denominan “lugares de encuentro” y pueden ser de muy diversa naturaleza (STEWART, 1994) o estar también relacionado con una actividad concreta de los individuos como puede ser la alimentación (ZWICK, 1990).

El apareamiento en los plecópteros ha sido estudiado por BRINCK (1956) que relacionaba características anatómicas y morfológicas de la genitalia con la cópula, aunque algunos aspectos sobre este tema han sido tratados en trabajos de temática más amplia (WU, 1923; FRISON, 1929, 1935; HYNES, 1941; BRINCK, 1949; KHOO, 1964; BENEDETTO, 1970; BERTHÉLEMY, 1979a). TIERNO DE FIGUEROA (1998, 2000) investigó la posición de cópula de varias especies de plecópteros en Sierra Nevada, incluyendo el perlódido *I. nevada*.

El tiempo necesario para que los individuos estén dispuestos a la cópula puede variar notablemente desde unos minutos hasta varios días (KHOO, 1964; HYNES, 1976). En cuanto al tiempo que la pareja permanece en posición de cópula se ha observado que en Perloidea (STEWART *et al.*, 1969; BENEDETTO, 1970; STEWART, 1976; ALEXANDER Y STEWART, 1996a; TIERNO DE FIGUEROA, 1998) es más corto y menos variable que para los Nemouroidea estudiados (BRINCK, 1949; KHOO, 1964; BERTHÉLEMY, 1979a; TIERNO DE FIGUEROA, 1998).



También ha sido observada la existencia de cópulas erróneas en plecópteros tanto entre especies distintas, de machos con otros machos de la misma especie o intentos de cópula con individuos muertos (TIERNO DE FIGUEROA, 1998, 2000).

El objetivo del presente apartado es estudiar las pautas del comportamiento de cópula de dos especies de *Perlodidae* (*H. flaviventris* e *I. curtata*). Concretamente, se hará hincapié en aspectos como la posición de cópula, número de cópulas, tiempo de duración del apareamiento, intentos de desplazamiento, etc.

7.1.4. Biometría

La mayor parte de los estudios biométricos en el orden de los plecópteros se han llevado a cabo sobre los estadios ninfales (BUTLER, 1984; SWEENEY, 1984; SWEENEY *et al.*, 1986; ELLIOT, 1987; BRITAIN, 1990; BEER-STILLER Y ZWICK, 1995), o en relación con los procesos de reducción alar que suelen presentarse en poblaciones que viven a elevadas altitudes (HYNES, 1941; COSTELLO, 1988). TIERNO DE FIGUEROA (1998) realizó un estudio biométrico (midiendo la anchura de la cabeza y pronoto, longitud del cuerpo y longitud del fémur y del ala derecha) de algunas especies de plecópteros de Sierra Nevada en las que cuantificó el grado de dimorfismo sexual en estas especies. También en este trabajo se relacionó el tamaño de los individuos con la temperatura y la altitud de las estaciones donde eran capturados, y con la fecha dentro del periodo de vuelo en la que los individuos eran colectados. TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA (manuscrito enviado) observaron y midieron la disminución progresiva del tamaño de los individuos adultos conforme avanza el periodo de vuelo, hecho previamente señalado por otros autores (KHOO, 1964; CARTHER Y GAUFIN, 1975; HYNES, 1976; ZWICK, 1986; WOLF Y ZWICK, 1989; FROELICH, 1990; HOGUE Y HAWKINS, 1991; MOREIRA Y PECKARSKY, 1994), pero escasamente demostrado estadísticamente.

Otro aspecto que ha sido tratado en algunas ocasiones es la relación existente entre el tamaño de la hembra y la fecundidad, tanto en plecópteros (BRITAIN, 1990;



PECKARSKY Y COWAN, 1991; TAYLOR *et al.*, 1998) como en otros insectos (MOHAGHEGH *et al.*, 1998; SOPOW Y QUIRING, 1998). TAYLOR *et al.*, (1998), mostraron que en *Megarcys signata* (Hagen, 1874) existe una correlación positiva entre el tamaño de la hembra y la fecundidad para hembras que copulaban una vez y este hecho suele ser general para casi todos los insectos.

En este capítulo, correlacionaremos el tamaño de las hembras y de los machos de *I. curtata* con el número de cópulas que pueden realizar y, en el caso de las hembras, relacionaremos la fecundidad con el tamaño del cuerpo medido por medio del ala y del fémur.

7.1.5. Huevos y Puestas

Algunos aspectos de los huevos de los plecópteros han sido estudiados: morfología, citología, incubación, desarrollo, etc. Todo esto ha contribuido a aportar una valiosa información sobre la biología, filogenia y taxonomía de este grupo animal (FRISON, 1935; HYNES, 1941; BERTHÉLEMY, 1964; ZWICK, 1973, STARK Y SZCZYTKO, 1982, 1988; LILLEHAMMER Y ØKLAND, 1987; NELSON, 1988; TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999a).

Tan sólo contamos con dos trabajos publicados en el que se estudien los huevos de plecópteros capturados en la Península Ibérica, concretamente los de *Guadalgenus franzi*, (STARK *et al.*, 1986) y los de 16 especies de Sierra Nevada, pertenecientes a seis de las siete familias europeas del orden, de los cuales se aportaba además información, en el caso de algunas especies, sobre oviposición y puesta (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999a). No obstante, se ha descrito la morfología de los huevos de algunas otras especies de Plecópteros presentes en la Península Ibérica, comunes a la fauna de otros países europeos (HYNES, 1941; DEGRANGE, 1957; BERTHÉLEMY, 1964; KHOO, 1964; LILLEHAMMER Y ØKLAND, 1987; ROSCISZEWSKA, 1991; ISOBE, 1997), en todos los casos a partir de ejemplares de otros países. De todos modos, generalmente sólo los huevos de las



especies de Systellognatha son descritos en detalle, ya que los de Euholognatha presentan gruesas cubiertas gelatinosas que, según el grado de hidratación y el tiempo que lleve el huevo fuera del animal, presentan un tamaño y un aspecto diferente.

Concretamente, en el caso del género *Isoperla* y otros Perloidea, los estudios de la morfología del huevo representa una útil clave para la diferenciación taxonómica entre especies críticas (BERTHÉLEMY, 1964; STARK *et al.*, 1986; LILLEHAMMER Y ØKLAND, 1987; TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999a; TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001a). Relacionado con esto, algunas especies son sólo distinguibles por medio de la morfología de la armadura peneal del macho, y en el caso de las hembras el único criterio válido para su distinción es muchas veces la morfología de los huevos maduros. De hecho, la forma de la placa subgenital de la hembra, que es el único carácter normalmente usado para diferenciar las distintas especies en las hembras de *Isoperla*, varía considerablemente entre poblaciones de la misma especie (LILLEHAMMER, 1974), con lo que su utilización no es fiable. Aun así, los estudios sobre los huevos de *Isoperla* en el sur de Europa son escasos y solamente se conocen los de las especies ampliamente extendidas.

En relación con esto, nosotros presentamos la descripción de la morfología del huevo de *H. flaviventris* y de *I. curtata*, que será comparada con la morfología de los huevos de las otras especies de *Perlodidae* en las que se ha descrito. También se aportarán datos sobre las puestas y la fecundidad de las dos especies anteriormente mencionadas.

7.2. Material y métodos

7.2.1. Colectas

En cada punto, dos personas muestreaban simultánea e independientemente por las orillas del arroyo. Para ello, se batía la vegetación riparia con una manga entomológica.



Además, algunos especímenes eran capturados directamente de la vegetación con pinzas entomológicas y en otras ocasiones eran colectados de debajo de las piedras. Los especímenes eran colocados individualmente en botes de plástico y mantenidos vivos en un recipiente isotérmico para su transporte al laboratorio donde serían estudiados. Cada individuo era sexado, etiquetado y mantenido en dicho recipiente con el fin de conservar a los individuos vivos para los estudios en el laboratorio. Parte de los individuos colectados fueron conservados en alcohol al 70% en viales de plástico y, en el laboratorio, fueron también identificados y etiquetados.

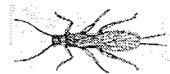
Probablemente, muchos de los especímenes capturados bajo piedras eran individuos recién emergidos, como manifestaba su color claro. Esto era especialmente evidente en el caso de *G. franzi*, *I. curtata* e *I. pallida*, en los que la mayoría de los individuos fueron capturados bajo piedras de la orilla del arroyo y presentaban escasa actividad.

En el caso de *H. flaviventris* las capturas fueron hechas durante el muestreo realizado para establecer la fenología y faunística de los plecópteros de la Sierra de Huétor (ver capítulo 4.5.2.). Los muestreos fueron llevados a cabo mensualmente desde septiembre de 1996 a agosto de 1997, pero los adultos de esta especie fueron colectados únicamente en mayo y junio. La captura del resto de las especies se realizó con muestreos puntuales en las estaciones indicadas en el apartado 7.3.1.

7.2.2. Alimentación

Para el estudio de alimentación se usaron individuos de *H. flaviventris* capturados directamente en el campo e introducidos en viales de plástico con alcohol al 80%.

Los contenidos digestivos fueron estudiados por un método de transparentación (Bello, C. L., comunicación personal) y previamente utilizados en estudios de alimentación



de adultos de este grupo de insectos (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999b, 2000a; TIERNO DE FIGUEROA Y FOCHETTI, 2001a). Los especímenes eran mantenidos en viales con líquido de Hertwig (una variación del líquido de Hoyer): 270 gr. de cloralhidrato, 19 cc. de ácido clorídrico 1N en 150 ml. de agua destilada y 60 cc. de glicerina. Posteriormente eran metidos en una estufa durante 24 horas a 65°C. Tras esto, eran montados en portaobjetos con líquido de Hoyer, cubiertos con cubreobjetos y de nuevo introducidos en la estufa durante uno o dos días. Finalmente, las preparaciones eran selladas con esmalte.

Para el análisis cuantitativo de los contenidos digestivos, el porcentaje de los diferentes tipos de alimento era estimado usando un micrómetro ocular. Los diferentes componentes del contenido digestivo eran identificados usando un microscopio Oxford Trade (60x, 150x, 600x).

Las piezas bucales de ninfas y adultos fueron estudiadas en preparaciones en líquido de Hoyer para examinar el grado de reducción presentado desde el último estadio ninfal hasta el estado adulto.

7.2.3. Comunicación vibracional

Para estudiar la comunicación vibracional intersexual, utilizamos individuos vivos traídos del campo de las especies: *G. franzi*, *H. falviventris*, *I. bipartita*, *I. curtata* e *I. pallida*.

Estos especímenes fueron transportados al laboratorio en botes contenidos en una nevera portátil. En todos los casos se recogieron las llamadas bajo condiciones de luz natural que entraba por la ventana. Las señales vibracionales de las diferentes especies fueron grabadas en los días, horas y condiciones de temperatura que se exponen a continuación:



G. franzi.- Días 2-5/05/2001 entre las 15:30 y las 18:00 horas a una temperatura de entre 23 y 26°C.

H. flaviventris.- Días 16-17/05/1997 entre las 9.00 y las 13.00 horas a una temperatura de entre 23,3 y 24,3°C.

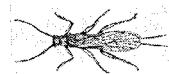
I. bipartita.- Día 24/05/1998 entre las 10:00 y las 12:00 horas a temperatura ambiente de entre 22 y 24°C.

I. curtata.- Días 2-3/05/1998 entre las 16:00 y 18.00 horas a una temperatura de entre 23 y 25°C.

I. pallida.- Días 2-5/05/2001, bajo las mismas condiciones que en el caso de *G. franzi*.

Las llamadas fueron grabadas colocando a los individuos en cajas sin fondo de 2.5x2.5x2.5 cm. descansando directamente sobre la membrana de un altavoz de 7,5 cm de diámetro, 8 ohm y 0.8 W conectado a una grabadora radio-cassette modelo Philips AZ8052. Ocasionalmente los individuos fueron estimulados a tocar mediante el golpeo con un dedo sobre la membrana del altavoz. A veces las hembras respondieron cuando eran colocadas junto a los machos en una caja similar, pero separada de la que contenía a estos últimos, permitiendo a los dos insectos recibir las llamadas.

Para la descripción de las llamadas se señaló el número de llamadas por individuo, número de batidos por llamada, número de secuencias por llamada, número de batidos o arrastres ("rubs") por secuencia, intervalos entre secuencias y entre batidos o arrastres. También se apuntó la media, la desviación estándar (SD) y el rango, para cada uno de los parámetros mencionados anteriormente. En el caso de la llamada de *H. flaviventris*, se realizó un test Lilliefors y un U-test de Mann-Whitney para evaluar si la hembra respondía con un diferente intervalo dependiendo del número de batidos con los que realizara dicha respuesta.



Las llamadas grabadas fueron analizadas usando el programa IBM-compatible Creative Wave Studio para Windows 1993. La figura 2 fue hecha usando SoundEdit™ Macrecorder® Sound system 2.0.5.

7.2.4. Comportamiento de cópula

El comportamiento reproductor se investigó en las especies *H. flaviventris* e *I. curtata*, que fueron en las que obtuvimos un número suficiente de ejemplares como para realizar estos estudios. Para ello, colocamos machos y hembras de la misma especie en cajas de plástico 7x5x5 cm. con una tapa transparente para observar sus patrones comportamentales. Se cuantificó la duración de cópula, se anotó el número de cópulas que efectuaban machos y hembras y si existían cópulas entre oviposiciones.

En algunos casos se introducían a varios ejemplares (normalmente una pareja en cópula con uno o más machos) para estudiar posibles intentos de desplazamiento de la cópula por parte de el/los macho/s que se disponían en la misma caja.

Cada individuo estudiado era colocado en diferentes ocasiones y con diferentes individuos de otro sexo hasta que se producía la cópula. Si transcurría un tiempo superior a 20 minutos sin que ocurrieran apareamientos los individuos eran retirados de las cajas. Según ABBOTT Y STEWART (1993) este es tiempo suficiente como para que se produzca el encuentro en cajas de unos 34X34X5 cm de tamaño. Dado que nuestras cajas eran de menor tamaño (ver más arriba) el tiempo de 20 minutos debe ser suficiente como para que se produjeran el encuentro de los individuos.

Después de que la pareja terminara de copular se volvían a colocar con otros individuos, ese mismo día o en días sucesivos, para observar la receptividad a un nuevo apareamiento.



Para cada especie fue calculado el número de cópulas y el tiempo de cada cópula, así como la media, el rango y la desviación estándar para cada uno de los parámetros anteriores.

7.2.5. Biometría

El estudio de biometría se centró en *I. curtata*, especie para la que obtuvimos el número necesario de datos como para realizar con significación los análisis de correlación. Para ello medimos el ala anterior de todos los individuos, machos y hembras, como un indicador del tamaño. Concretamente, medimos la longitud de ambas alas anteriores desde el extremo basal hasta la vena del sector radial (rs). Después, calculamos la media de ambas mediciones para cada individuo. Las medidas fueron tomadas con el micrómetro ocular de una lupa binocular Olympus (aumento 1X, ocular 15X). Concretamente, correlacionamos el tamaño de la hembra con el número de cópulas, con el tiempo total y medio de cópula y con la fecundidad (para su cálculo ver apartado siguiente).

El porcentaje de error de medida (%ME) y la repetibilidad (R) del carácter medido habían sido calculados previamente para otra especie cogenérica morfológicamente similar (TIERNO DE FIGUEROA, 1998): *I. nevada* ($R= 0,990$, $F_{9,10}= 191,778$; $P<0,01$; %ME= 1,037). Para ello, procedimos siguiendo a MØLLER Y ZAMORA-MUÑOZ (1997). En el caso de las mediciones del huevo también calculamos el %ME y R ($R= 0,972$; $F_{9,10}= 70,407$; $P<0,01$; %ME= 2,800). En ambas medidas, de huevo y ala, la repetibilidad fue muy alta y el %ME muy bajo. Los datos fueron analizados con el paquete STATISTICA para Windows 4.0 (1993).



7.2.6. Huevos y puestas

El estudio de los huevos y las puestas se realizó, como en el caso del comportamiento de cópula, en las especies *H. flaviventris* e *I. curtata*.

Los huevos fueron obtenidos a partir de oviposiciones en laboratorio. Para favorecer la oviposición, las hembras con huevos al final del abdomen eran colocadas en placas de Petri con agua (ver KHOO, 1964) o, en el caso de hembras muertas, la puesta era retirada del final del abdomen. En algunos casos, la puesta era liberada por la hembra directamente sobre un substrato sólido (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999a).

Para conocer el máximo número de huevos que una hembra podía producir, diseccionamos las cinco hembras con el abdomen más abultado. Calculamos también la fecundidad máxima a partir de la suma de los huevos puestos por una misma hembra en el total de puestas realizadas en el laboratorio más aquellos que quedaban dentro del insecto y que extraíamos por disección una vez muerta. No obstante, como fueron especímenes directamente capturados en el campo en estado adulto, era posible que hubieran puesto algunos huevos previamente, y por lo tanto el tamaño de puesta observado podría ser menor de la capacidad máxima de esos individuos. Pensamos de todos modos, sobre todo en el caso de *I. curtata*, que como muchos de los ejemplares estaban recién emergidos, el número obtenido de huevos podría representar bien la fecundidad real de esta especie.

En todos los casos, los huevos fueron contados con una lupa binocular modelo Zeiss (aumento 10X a 40X) y conservados en alcohol al 70% en viales de cristal.

Para observar los huevos usamos microscopio óptico y microscopio electrónico de barrido (SEM). Con este último obtuvimos también las fotografías de la superficie del huevo. Fue calculado el tamaño de los huevos de *H. flaviventris* e *I. curtata* midiendo los huevos con el micrómetro de una lupa binocular Zeiss (aumento 10X, ocular 15X). El volumen del huevo de *I. curtata* se calculó usando la fórmula de un óvalo de tres



dimensiones: $V = ab^2/6$, a = longitud del huevo (μm) y b = anchura del huevo (μm). No fue posible calcular el volumen del huevo de *H. flaviventris* ya que éste posee una forma en estrella de tres puntas que imposibilita el cálculo real de su volumen (ver apartado 7.3.5.1.).

7.3. Resultados y discusión

7.3.1. Especies colectadas

Para la realización de los diferentes aspectos de la biología imaginal de los Perloidea se estudiaron a 5 especies de *Perlodidae* de tres géneros diferentes:

- *Guadalgenus franzi*. Los especímenes fueron colectados en un arroyo estacional en el Parque Natural de Despeñaperros, Sierra Morena (Jaén) (ver capítulo 4.3.).- **MJ6**: 1-V-2001, 1♂ 1♀. Los ejemplares fueron colectados bajo las piedras de la orilla del arroyo y en el momento de su captura no presentaban actividad.
- *Hemimelaena flaviventris*. Los especímenes para la realización del presente estudio fueron colectados en dos arroyos estacionales de la Sierra de Huétor (Granada) (ver capítulo 4.3.).- **H9**: 5-V-1997, 8♂♂, 7♀♀; 15-V-1997, 18♂♂, 8♀♀; 12-VI-1997, 1♀. **H10**: 5-V-1997, 6♂♂, 5♀♀; 15-V-1997, 7♂♂, 5♀♀; 12-VI-1997, 11♂♂, 2♀♀. Los especímenes fueron capturados en su mayoría sobre la vegetación herbácea de la ribera y muchos de ellos se encontraban en la parte alta de los tallos.
- *Isoperla bipartita*. La localidad de muestreo consistió en un arroyo estacional de Sierra Morena en la provincia de Córdoba (ver capítulo 4.3.).- **MC5**: 23-V-1998. 4♂♂ 5♀♀. Los individuos se encontraban sobre la vegetación herbácea y arbustiva de la orilla del arroyo.
- *Isoperla curtata*. Los adultos fueron colectados en la confluencia del Río Despeñaperros y el Arroyo del Rey (Sierra Morena, Jaén) (ver capítulo 4.3.).- **MJ5**: 1-V-1998. 19♂♂ 30♀♀. Aunque fueron capturados individuos sobre la vegetación



de ribera, la mayoría de ellos se localizaban bajo las piedras cercanas a la orilla o del centro del río.

- *Isoperla pallida*. Las colectas se realizaron en Sierra Morena, provincia de Jaén (ver capítulo 4.3).- MJ6: 1-V-2001, 6♂♂ 4♀♀. La mayoría de los especímenes se colectaron bajo las piedras de la orilla del arroyo.

Todas las especies fueron capturadas en arroyos de régimen estacional. Además, según AUBERT (1963a), todas las especies presentes en este estudio pueden ser colectadas en la misma época y localidad (Arroyo del Rey, Despeñaperros, Jaén) e incluso a estas especies habría que añadir *I. grammatica* que también fue capturada en la misma localidad y en la misma fecha (AUBERT, 1963a).

En la mayoría de las especies no pudimos observar la existencia de lugares de agregación en un tipo de sustrato concreto. No obstante, en el caso de *I. curtata* la distribución de los individuos (tanto bajo las piedras como en la vegetación) mostró un modelo contagioso, que apoyaría la idea de la existencia de centros de agregación o lugares de encuentro en algunas especies de plecópteros (STEWART, 1994; TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2000). De igual modo, la existencia de piedras con elevada densidad de exuvias por unidad de superficie (hasta 0,75 exuvias por cm²), junto a otras casi sin presencia de exuvias, mostró la existencia de lugares fijos de emergencia que generalmente estaban relacionados con lugares de corriente rápida.

7.3.2. Alimentación

Como se indicó en la introducción del capítulo, el estudio de la alimentación fue realizado en *H. flaviventris*. Estudiamos los contenidos digestivos de diez machos y ocho hembras. En ambos sexos se detectó la reducción relativa de las piezas bucales de los adultos respecto a las ninfas, del mismo modo que ocurre en otras especies de *Perlodidae*,



como las del género *Isoperla* (BRINCK 1949, TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999b).

Solamente dos machos (20% del total) tuvieron alimento. Uno presentó una gran cantidad de alimento, consistente principalmente en cianolíquenes (98%) y algo de polen de Pinaceae (2%) y otros pólenes (cantidades menores del 1%). El otro macho presentó escaso contenido digestivo: cianolíquenes (55%) y pólenes, concretamente de Pinaceae (40%), de *Fraxinus* (2%) y otros pólenes no identificados (3%).

Entre las hembras, cuatro especímenes (50% de las hembras estudiadas) presentaron algún alimento en el tubo digestivo, el cual fue altamente variable en composición y, en todos los casos, muy escaso. En un espécimen, el 100% estuvo compuesto de cianobacterias, y en otro de ascoesporas (con un bajo porcentaje de polen, menor del 1%); en otra hembra la composición fue de ascoesporas (50%) y varios tipos de polen (25% de Pinaceae y 25% de otros pólenes no identificados); y, finalmente, la cuarta hembra con contenido digestivo contenía un 50% de materia orgánica particulada gruesa (restos vegetales), un 17% de polen de Pinaceae, un 15% de cianolíquenes y un 13% de pólenes no identificados.

Los resultados no muestran la existencia de una clara selección por el alimento y una considerable variación del mismo. Además, las exinas de los granos de polen se mantienen intactas, probablemente por que el contenido es extraído por difusión, como es común en muchos insectos comedores de polen.

Los porcentajes de especímenes con contenido digestivo en ambos sexos parece indicar que la ingesta puede ser más importante en hembras que en machos, quizá relacionado con la maduración de los huevos durante su estado imaginal. De hecho, las disecciones de ninfas maduras de *H. flaviventris* no mostraron huevos bien desarrollados (ver capítulo 7.3.6.1.), aunque son necesarios más estudios a este respecto.



A pesar de que la cantidad de comida ingerida no fue excesiva, los resultados confirman que el proceso de la alimentación forma parte de la vida adulta de esta especie, como ocurre en algunas otras especies de *Perlodidae* (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999b) pero no en las de mayor tamaño (TIERNO DE FIGUEROA Y FOCHETTI, 2001a). Esta especie estaría en una posición intermedia, en cuanto a tamaño, entre las especies de *Perlodidae* que se ha demostrado que toman alimento (género *Isoperla*) y los *Perlidae* y *Perlodidae* de mayor tamaño, en los que se ha comprobado que no ingieren alimento en la vida adulta (TIERNO DE FIGUEROA Y FOCHETTI, 2001a). Por tanto, *H. flaviventris* no debe acumular las reservas necesarias en el estadio de ninfa para la maduración de los huevos ni el desarrollo de sus funciones vitales. Los plecópteros de mayor tamaño estudiados (TIERNO DE FIGUEROA Y FOCHETTI, 2001a) presenta huevos maduros en los últimos estadios ninfales (HYNES, 1942; BRINCK, 1949; ZWICK, 1990) y la energía necesaria para desarrollar su actividad adulta parece proceder de las reservas en la etapa ninfal.

7.3.3. Comunicación vibracional

Se describen por vez primera las llamadas de “drumming” de cinco especies de *Perlodidae* del sur de la Península Ibérica pertenecientes a tres géneros diferentes.

7.3.3.1. Descripción de la llamada de *G. franzi*

Se obtuvieron un total de 19 llamadas de “drumming” de un macho de *Guadalgenus franzi* (Fig. 7.3.3a), que mostraron un modelo de llamada simple (STEWART, 1997, 2001). La señal vibracional estaba compuesta por sólo dos batidos con una duración media entre ellos de 184,32 mseg. (rango: 165-227; SD= 17,11). Esta llamada es más simple que la descrita en *H. flaviventris* (ver apartado 7.3.3.2) y la más simple descubierta en Plecoptera.



La hembra de esta especie también presentó un modelo simple de llamada consistente en sólo un batido (N= 8). Asimismo, la llamada de la hembra es más simple que la de *H. flaviventris* (ver apartado 7.3.3.2), compuesta de uno a tres batidos, y similar a la respuesta de un sólo batido de la especie norteamericana *Perlinella drymo* (Newman, 1839) (ZEIGLER Y STEWART, 1977). No fue observado solapamiento entre la llamada del macho y de la hembra. El intervalo entre la llamada del macho y la respuesta de la hembra fue muy variable y osciló entre 215 mseg. y más de 4000 mseg. Además, en el caso de la hembra repitió la llamada dos veces (con intervalos de 376 y 775 mseg.).

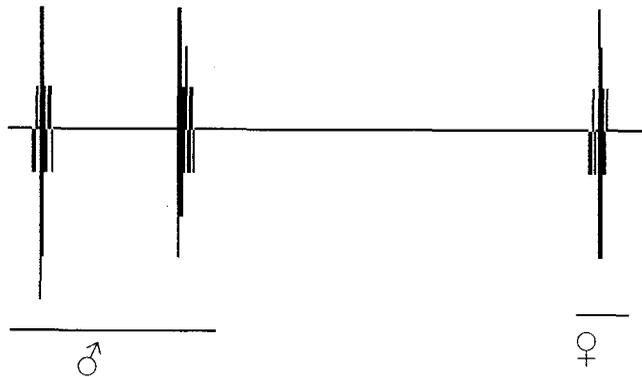
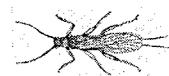


Fig. 7.3.3a. Llamada de “drumming” del macho y la hembra de *Guadalgenus franzi*



7.3.3.2. Descripción de la llamada de *H. flaviventris*

Sesenta y nueve llamadas de “drumming” de machos (de cinco individuos diferentes) y veintinueve respuestas de “drumming” de hembras (de dos individuos diferentes) fueron analizadas.

La llamada del macho está compuesta de tres batidos consecutivos con una separación temporal media entre ellos de 122,39 mseg. entre el primer y el segundo batido, y 82,25 mseg. entre el segundo y el tercer batido (Tabla 7.3.3a; Fig. 7.3.3b).

	Nº batidos/señal		I ^{1°-2°} ♂	I ^{2°-3°} ♂	I ^{♂-♀}	I ^{1°-2°} ♀	I ^{2°-3°} ♀
	♂ n = 69	♀ n = 29	n = 69	N = 69	n = 29	n = 10	n = 2
Media (mseg.)	3	1,41	122,39	82,25	210,00	97,10	120,00
SD	0	0,63	7,47	7,21	34,00	46,87	49,50
SE	0	0,12	0,90	0,87	6,31	14,82	35,00
Rango	—	1-3	107-142	69-119	168-355	68-227	85-155

Tabla 7.3.3a. Características de la llamada de “drumming” de *H. flaviventris*. I^{1°-2°}♂, intervalo entre el primer y segundo batido del macho; I^{2°-3°}♂, intervalo entre el segundo y tercer batido del macho; I^{♂-♀}, intervalo entre el tercer batido del macho y el primero de la hembra; I^{1°-2°}♀, intervalo entre el primer y el segundo batido de la hembra; I^{2°-3°}♀, intervalo entre el segundo y el tercer batido de la hembra.

La llamada de la hembra comprende de uno a tres batidos (media = 1,41; moda = 1) con un intervalo medio de tiempo entre ellos de 97,10 mseg. entre el primer y el



segundo batidos y 120,00 msec. entre el segundo y el tercero (Tabla 7.3.3a). El mismo ejemplar hembra puede responder con uno, dos o tres batidos.

El intervalo de tiempo medio entre el último batido de la llamada del macho y el primero de la de la hembra es de 210,00 msec. (Tabla 7.3.3a). Este intervalo fue significativamente mayor cuando la hembra respondía con un sólo batido que cuando lo hacía con más de uno (Lilliefors $p < 0,01$; U -test Mann-Whitney $Z = -2,86770$, $n_1 = 19$; $n_2 = 10$; $p < 0,01$) (SIEGEL Y CASTELLAN 1988).



Fig. 7.3.3b. Llamada de "drumming" del macho y la hembra de *H. flaviventris*

7.3.3.3. Descripción de la llamada de *I. bipartita*

Se grabaron once llamadas con una media de 6,73 secuencias cada una (SD= 2,10; rango= 3-10; $n = 11$) de dos machos diferentes (Fig. 7.3.3c). Cada secuencia estaba compuesta de 1 a 4 cortos arrastres ("rubs") (media= 3,11; SD= 0,77; $n = 74$). La duración media de los "rubs" fue: 40,13 msec. (SD= 8,29; rango= 24-54; $n = 23$) para la primera secuencia; 37,96 msec. (SD= 8,93; rango= 11-52; $n = 23$) para la segunda; 46,61 msec. (SD= 27,25; rango= 15-113; $n = 23$) para la tercera; 51,50 msec. (SD= 10,40; rango= 29-68; $n = 18$) para la cuarta. El intervalo de tiempo entre dos "rubs" fue: de 52 a 113 msec. (media= 89,52 msec.; SD= 13,59; $n = 23$) entre el primero y el segundo; de 15 a 126 msec. (media= 43,52 msec.; SD= 22,92; $n = 23$) entre el segundo y el tercero; y



de 15 a 68 mseg. (media= 35,28 mseg.; SD= 14,66; n= 18) entre el tercero y el cuarto; mostrando un decrecimiento de la duración de los intervalos entre arrastres. El tiempo transcurrido entre dos secuencias fue de 180,75 mseg. de media (SD= 33,75; n= 20) y osciló entre 142 y 290 mseg.

Treinta y tres respuestas fueron grabadas de una hembra (Fig. 7.3.3c). La señal estaba compuesta de un batido y un "rub" repetido cada 479,09 mseg. de media (SD= 64,56; rango= 258-544; n= 22) y entre 94 y 184 mseg. (media= 118,11 mseg; SD= 23,03; n= 18) después del último batido de una secuencia del macho. Como ha sido señalado para otras especies de *Isoperla*, la señal de la hembra puede ser considerada una respuesta estimulada por la llamada del macho y no como una llamada propia (RUPPRECHT, 1969). No se ha podido observar ninguna influencia en las características de la llamada del macho por la presencia de la hembra. Por otra parte, la respuesta de la hembra se solapó a la señal del macho.

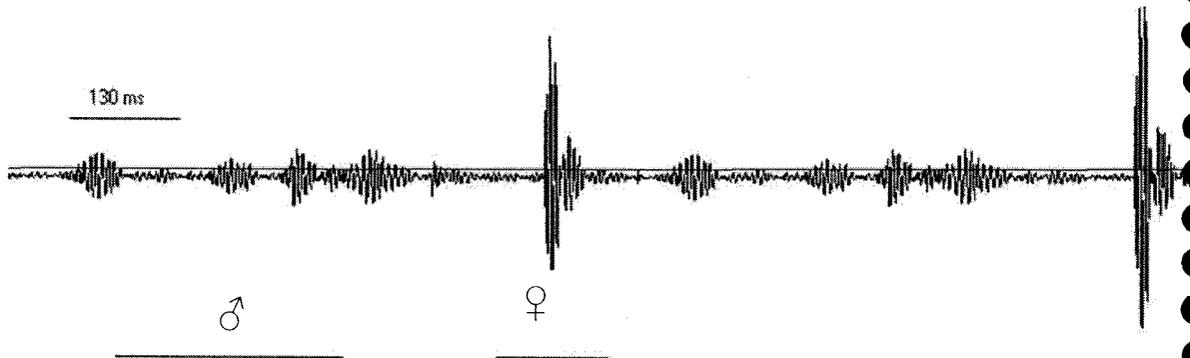


Fig. 7.3.3c. Llamada vibracional del macho y la hembra de *Isoperla bipartita*.



7.3.3.4. Descripción de la llamada de *I. curtata*

Grabamos un total de 26 llamadas de “drumming” en el laboratorio a partir de 6 machos diferentes. Fueron llamadas difásicas, consistentes en una media de 17,3 batidos por llamada (rango= 8-27; SD= 4,7) y con una duración de 792,9 mseg. por llamada (rango= 228-1312; SD= 307,9) (Fig. 7.3.3d y Fig. 7.3.3e). Los intervalos entre batidos disminuyeron substancialmente durante los primeros batidos (fase I; N= 23; número medio de batidos= 9,5; rango= 5-17; SD= 3,3; duración media= 649,9 mseg.; rango= 149-1140 mseg.; SD= 296,0), y a partir de entonces fueron relativamente homogéneos para los restantes batidos (fase II; N= 23; número medio de batidos= 8,1; rango= 3-12; SD= 2,4; duración media= 118,2 mseg.; rango= 37-185; SD= 36,9). El intervalo entre fases fue de 17,0 mseg. (N= 23; rango= 13-24; SD= 2,1) (Fig. 7.3.3e).

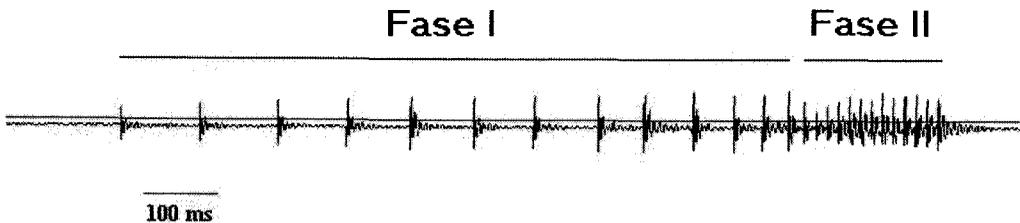


Fig. 7.3.3d. Llamada de “drumming” del macho de *Isoperla curtata*.

No registramos respuesta de la hembra, pero observamos cierta vibración del cuerpo de la hembra cuando recibía la llamada del macho.

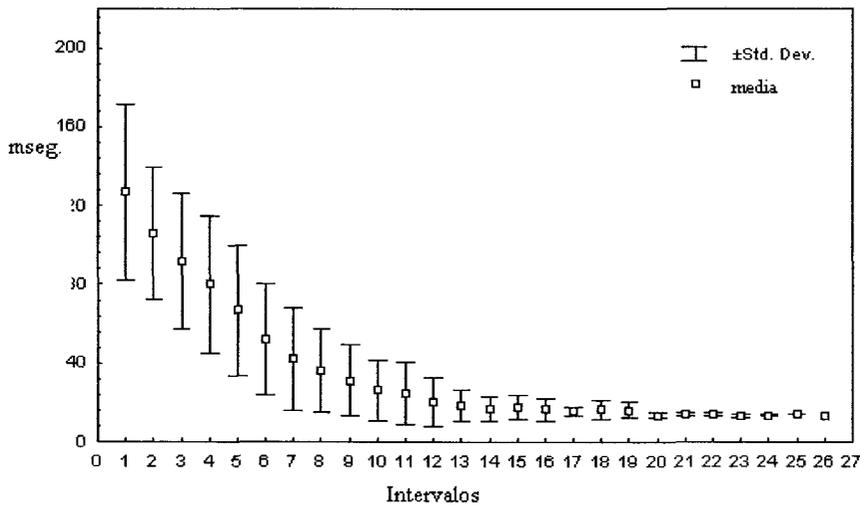
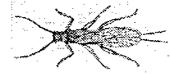


Fig. 7.3.3e. Gráfica de los intervalos entre batidos de la llamada de “drumming” del macho de *Isoperla curtata*.

7.3.3.5. Descripción de la llamada de *I. pallida*

La llamada de “drumming” del macho de *I. pallida* (no se detectó respuesta de la hembra) consistió en 65,94 batidos (rango: 25-83; SD= 15,5; N= 16) con una duración total de 1462,69 mseg. (rango: 548-1835; SD= 352,56; N= 16) regularmente repetidos a intervalos de 17-30 mseg, obtenidos a partir de seis machos diferentes (Fig. 7.3.3f).



50 mseg.

Fig. 7.3.3f. Llamada de "drumming" del macho de *Isoperla pallida*.

7.3.3.6. Discusión general a las llamadas vibracionales de los plec6pteros del sur peninsular

Ya ha sido se1alado que las llamadas vibracionales intersexuales son especifcas de especie (BERTHÉLEMY, 1979b; SZCZYTKO Y STEWART, 1979a, b) y podrían jugar un importante papel como mecanismos de aislamiento reproductivo (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999c). Esta idea podría ser apoyada por el hecho de que de las especies de *Perlodidae* presentes en el sur de la Península Ibérica, casi todas ellas pueden compartir hábitat. Así, *I. curtata* ha sido colectada por nosotros en la misma localidad y con el mismo período de vuelo que *H. flaviventris*, *I. pallida* y *G. franzi* (ver capítulo 4.3.). Lo mismo ocurre con *I. curtata* e *I. bipartita* en otros arroyos y potencialmente todos ellos pueden compartir hábitat con *I. grammatica* (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1987). No obstante, *I. grammatica* e *I. nevada* parecen presentar segregación espacial y temporal entre ellas (TIERNO *et al.*, 1994). *P. microcephalus* y *B. bicolor* presentan una distribución muy puntual en el sur de la Península Ibérica (SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR, 1987) y su morfología es muy diferente de la de las otras.



RUPPRECHT (1969; 1983) señaló que las especies simpátricas de *Isoperla* mostraban llamadas más diferentes entre sí que las especies alopátricas. Esta idea podría ser apoyada por los datos obtenidos a partir del análisis de las llamadas de las especies estudiadas en el sur de la Península Ibérica (Tabla 7.3.3b). De hecho, hemos detectado un incremento gradual en complejidad en las llamadas vibracionales de todos esos perlódidos. *H. flaviventris* y *G. franzi* son géneros monoespecíficos y muestran modelos de llamada que se desvían sólo por el número de batidos e intervalos de los modelos ancestrales (STEWART, 2001) (Fig. 7.3.3g). En otros géneros, como *Isoperla*, donde varias especies coexisten, las llamadas deben estar sujetas a presiones selectivas relacionadas con su papel como mecanismos de aislamiento reproductivo.

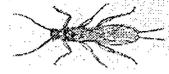
En el caso de *H. flaviventris* el modelo de llamada del macho es parecido al de otras especies de *Perlodidae*, como *Susulus venustus* Jewett, 1965 (BOTTORFF *et al.* 1989) o *Cosumnoperla hypocrena* Szczytko y Bottorff, 1987 (STEWART *et al.* 1995a) o al de otras especies de otras familias de plecópteros (STEWART Y MAKETON 1991) que coinciden en el modelo de tres batidos, aunque el intervalo entre batidos varía entre las diferentes especies.

La simplicidad de la llamada de *H. flaviventris*, monofásica y compuesta por un bajo número de batidos, le confiere un carácter primitivo y ancestral (ZEIGLER Y STEWART 1987; STEWART, 2001). Además, una llamada simple con tres batidos podría ser un modelo resultante de simplificación. Este tipo de llamadas había sido considerado como el modelo más simple que provee información suficiente, hasta la descripción que en esta misma tesis hacemos de la llamada de *Guadalgenus franzi*, con sólo dos batidos. De esta forma, incluso entre especies filogenéticamente muy relacionadas habitantes de una misma área, diferentes intervalos de tiempo entre batidos podrían actuar como mecanismo de aislamiento (STEWART *et al.* 1995a). STEWART *et al.* (1995a) indicaron que siete especies de plecópteros de diferentes géneros y familias habían tendido, en lo que podría ser considerado como “convergencia evolutiva”, a llamadas con señales de tres batidos.



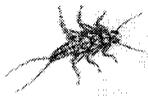
Ellos lanzaron la hipótesis de que esta tendencia hacia llamadas derivadas de tres batidos (particularmente en las familias *Peltoperlidae*, *Perlodidae* y *Perlidae*) podría representar la mínima cantidad de información (dos intervalos entre batidos) necesaria para el reconocimiento por parte de la hembra de potenciales parejas conespecíficas. Si esto es correcto, llamadas de tres batidos representarían un punto y final evolutivo de la derivación en reducción del número de batidos, con sus correspondientes alteraciones de intervalos de señales ancestrales, que podrían conseguir aislamiento comunicativo. Estos autores señalaron que los intervalos de las siete especies conocidas que presentan llamadas de tres batidos eran específicos para cada especie, sin solaparse, y que ninguno de ellos (que se sepa en la actualidad), coinciden en el tiempo ni en el espacio. Nuestros resultados aquí presentados de la llamada de dos batidos de *G. franzi* demuestran que sólo es requerido un único intervalo, al menos para el reconocimiento por parte de la hembra de esta especie. Si la duración de los intervalos es un parámetro importante para el reconocimiento en las señales producidas por percusión, como indicaron los modelos de simulación por ordenador (STEWART Y MAKETON, 1990), entonces esta llamada de dos batidos de *G. franzi* representaría la llamada producida por percusión más simple posible, que pudiera ser efectivamente derivada por simplificación de señales ancestrales monofásicas en un modo de comunicación mediante "drumming".

En Europa Central, donde los géneros *Hemimelaena* y *Guadalgenus* no están presentes, hay algunas especies de *Isoperla* (como *I. rivulorum* (Pictet, 1841) en RUPPRECHT, 1969, o *I. difformis* Klapálek, 1909 en RUPPRECHT, 1981) cuyos machos muestran modelos de llamada similares a ellos, apoyando la hipótesis sobre la importancia de los mecanismos de aislamiento reproductivo entre especies simpátricas. Igualmente, en las especies señaladas de Europa Central, las respuestas de las hembras muestran modelos relativamente similares a los de *Hemimelaena* y *Guadalgenus*.



Especies	Procedimiento de la muestra	Nº de diapositivas	EP	T. sec. de la muestra (seg.) (Media (range))	Pulsos		Reordenación de los pulsos	Intervalo entre sec. de pulsos (seg.)	Bautismo final	Parámetros		Intervalo entre pulsos
					EP	T. sec. de la muestra (seg.) (Media (range))				Enfermedad de la muestra	EP	
E. parva (Paratub. 1)	Dynamic	1	1	100, 20 (100-200)	3	3	3	No	No	Dynamic	1 (1-3)	100, 20 (100-200)
	Dynamic	1	1	200, 20 (20-300)	3	3	3	No	No	Dynamic	1 (1-3)	200, 20 (20-300)
E. caesia	Dynamic	1	2	790, 3 (200-1312) Fase I: 690, 9 (145-1740) Fase II: 17 (13-24) Fase III: 130, 1 (13-124)	3	3	3	No	No	Dynamic	1 (1-3)	790, 3 (200-1312)
	Dynamic	1	2	125 (25-334)* Fase I: 65 (25-122)* Fase II: 33 (10-117)*	3	3	3	No	No	Dynamic	1 (1-3)	125 (25-334)*
E. parva	Dynamic	2 (2-12)*	3	120, 4 (208) Fase I: 120, 4 (208) Fase II: 54 (10-117)*	3	3	3	No	No	Dynamic	1 (1-3)	120, 4 (208)
	Dynamic	2 (2-12)*	3	120, 4 (208) Fase I: 120, 4 (208) Fase II: 54 (10-117)*	3	3	3	No	No	Dynamic	1 (1-3)	120, 4 (208)
E. parva	Dynamic	2 (2-12)*	3	120, 4 (208) Fase I: 120, 4 (208) Fase II: 54 (10-117)*	3	3	3	No	No	Dynamic	1 (1-3)	120, 4 (208)
	Dynamic	2 (2-12)*	3	120, 4 (208) Fase I: 120, 4 (208) Fase II: 54 (10-117)*	3	3	3	No	No	Dynamic	1 (1-3)	120, 4 (208)

Table 7.3.3b. Descripción de las llamadas vibracionales de siete de los *Paratubidae* del sur de la Península Ibérica (sec= secuencia; T= tiempo). Para *E. graminicola*, hemos considerado la descripción de Mambela y Vidal (1998) (*) basada en individuos de la Península Ibérica, pero Rupprecht (1968, 1984) (***) apuntó una alta variabilidad en las llamadas vibracionales de esta especie.



La llamada de *I. bipartita* es un nuevo método de producción de la llamada en los *Perlodidae*, en donde hasta el momento, solo se había detectado la percusión (“drumming”) como única fórmula para la producción de las llamadas vibratorias (STEWART, 1997). Tan sólo en dos familias de plecópteros se había observado el “rubbing” (*Perlidae* y *Peltoperlidae*) como método de comunicación en el caso de los machos (STEWART, 1997). Por otra parte, la llamada de *I. bipartita* también constituye un nuevo método de formación de dúo entre sexos, que puede ser considerado, de acuerdo con STEWART (2001), como un “modelo complejo y modificado” desde un método de señalización variado compuesto por “rubbing”, ya que los machos producen llamadas de 1-4 grupos de arrastres y la hembra responde con un batido y un “rub” intercalado entre la señal del macho (Fig. 7.3.3c). Por tanto esta llamada es un modelo muy diferente de aquellas otras llamadas conocidas de *Isoperla* ibéricas (RUPPRECHT, 1984; MEMBIELA Y VIDAL, 1998; TIerno DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999c). Las diferencias entre esta llamada y las de otras especies de *Isoperla* que pueden coexistir con ella, apoya la idea de la importancia de la comunicación vibratoria intersexual como modelo comportamental de reconocimiento específico de especie (STEWART, 1997). Como se puede apreciar en la Fig. 7.3.3g el paso al modelo de *I. bipartita* podría haberse producido por dos vías (señaladas en la Fig. 7.3.3g con flechas discontinuas): desde una llamada monofásica tipo *I. pallida* como un cambio en el método de producción de la señal (la que creemos más probable); y desde una llamada difásica (tipo *I. grammatica*) en la que se produciría el arrastre (“rubbing”) por la extrema concentración del intervalo entre batidos.

La llamada del macho de *I. curtata* puede ser considerada como un carácter derivado (ZEIGLER Y STEWART, 1987) o como un modelo de llamada modificado (STEWART, 1997, 2001) ya que es difásica con dos grupos de intervalos distintos (oscilando aproximadamente de 20 a 225 mseg. en la fase I y de 10 a 37 mseg. en la fase II) (Figs. 7.3.3d y 7.3.3e). No obstante, el método de producción de la llamada, percusión o “drumming”, es considerado ancestral comparado con la tremulación o el *rubbing* exhibido por otros plecópteros (STEWART, 1997). Esta llamada es notablemente diferente a las de otras especies de *Isoperla* estudiadas, con anterioridad a esta tesis, en España: *I. grammatica* (Poda, 1761) analizada por MEMBIELA Y VIDAL (1998) e *I. nevada* Aubert, 1952 analizada por TIerno DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA (1999c),



en duración total e intervalos, y representaría un modelo comportamental específico de especie, como es general en las llamadas de los plecópteros (SZCZYTKO Y STEWART, 1979b; STEWART, 1997), ya que es diferente también de las conocidas en todas las especies holárticas.

La llamada de *I. pallida* es la más simple de las descritas del género *Isoperla* en la Península Ibérica y retienen un modelo ancestral de llamada (STEWART, 1997, 2001). La llamada es considerada monofásica (Fig. 7.3.3g) y los intervalos entre batidos son iguales a lo largo de ella, estas características la diferencia de todas las llamadas de *Isoperla* descritas y en especial de las especies de este género presentes en la Península Ibérica (MEMBIELA Y VIDAL, 1998; TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999c; y datos de la presente tesis). En las *Isoperla* peninsulares se produce una reducción en el intervalo entre batidos hacia el final de la llamada o de la secuencia, salvo en el caso de *I. nevada* (Tabla 7.3.3b, Fig. 7.3.3g). En el caso de *I. bipartita* hay un cambio en el mecanismo de producción de la llamada (ver capítulo 7.3.3.3.). Una característica de la llamada de *I. pallida* es su larga duración (1462,69 mseg. de media) que la diferencia de las demás *Isoperla* que son más cortas, menos la de *I. nevada* que puede tener varias secuencias que suman mayor tiempo total que la de *I. pallida* (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999c; Tabla 7.3.3b).

Respuestas simples de las hembras consistentes en un batido, como las de *G. franzi*, son posibles ya que proporcionan información al macho exclusivamente de la localización de la hembra y de su pertenencia a la misma especie (al reconocer la llamada del macho). Ella no requiere dar una información más compleja sobre sus características, y de hecho esa tendencia hacia llamadas más simples es menos costosa energéticamente y le ahorra recursos para la maduración de los huevos y la actividad ovípositora. La descripción de los dúos (Tabla 7.3.3b) muestra para las especies una simplificación de la respuesta de la hembra (*H. flaviventris* 1-3 batidos; *G. franzi* 1 batido) o cambio en el método de respuesta (*I. bipartita* 1 batido más un arrastre; *I. curtata* posible tremulación). En otras especies, no se ha tenido éxito en la detección o grabación de respuestas, incluyendo a *I. pallida*, estudiada en esta tesis.

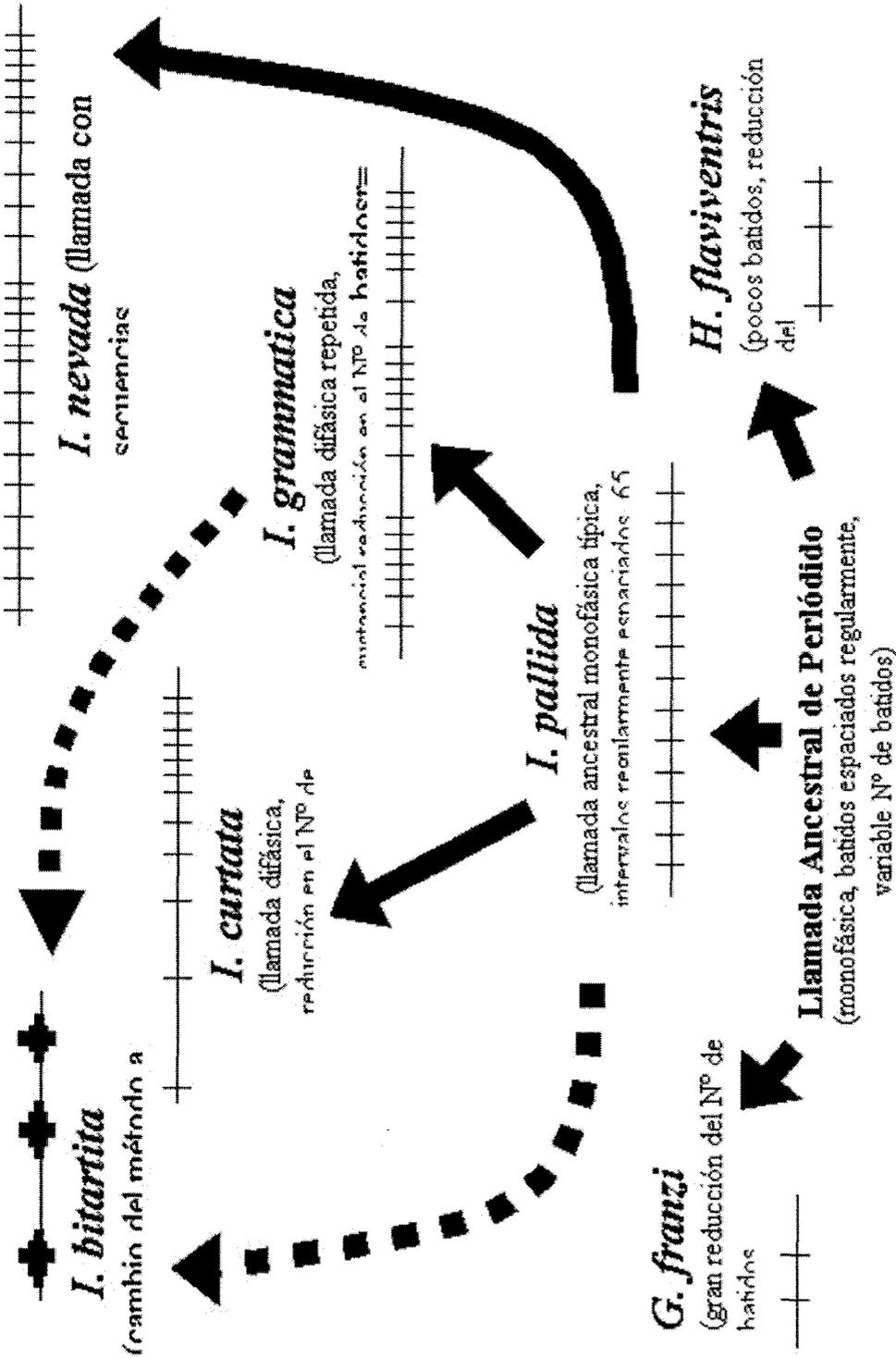
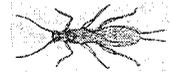


Fig. 723a Evolución de la complejidad de las llamadas vibratoriales de siete de las



7.3.4. Comportamiento de cópula

7.3.4.1. *H. flaviventris*

En el caso de *H. flaviventris* una vez que se establece el dúo de llamadas entre macho y hembra, éste se aproxima rápidamente a la hembra y monta sobre sus alas, sujetándose al tórax de ésta y comenzando la cópula. En la cópula, el macho arquea su abdomen bajo el de la hembra (adquiriendo este tagma la característica forma de "S") y adopta una posición en paralelo a ella, penetrando la apertura genital femenina con su pene y transmitiendo su esperma de modo similar a como lo hacen otras especies de *Perlodidae* (BRINCK 1956, BERTHÉLEMY 1979a). Durante el proceso de cópula, el macho toca a la hembra con sus antenas, quizá como mecanismo de estimulación táctil (STEWART *et al.* 1969). La pareja permanece inmóvil durante toda la cópula.

El uso de llamadas de "drumming" en la naturaleza debe facilitar el encuentro entre sexos, como ocurre en otros plecópteros (ABBOTT Y STEWART 1993, ALEXANDER Y STEWART 1996a, b). No obstante, el "drumming" no parece ser un requisito obligatorio del cortejo ni un prerrequisito para el apareamiento, ya que en algunas ocasiones la cópula tuvo lugar directamente cuando el macho encuentra a la hembra sin necesidad del uso de llamadas. Esto mismo ha sido señalado para otras especies (BERTHÉLEMY 1979a, BOTTORFF *et al.* 1990). Posiblemente entren a jugar parte otros mecanismos, como la estimulación táctil por medio de las antenas y palpos, mencionado en el párrafo anterior para *H. flaviventris* o para otras especies por TIERNO DE FIGUEROA (1998, 2000).

En el laboratorio, estudiamos diez apareamientos de seis hembras diferentes. El número de cópulas observado por hembra varió de uno a tres (media = 1,7 cópulas/hembra; SD = 0,8), aunque este número podría ser mayor, ya que desconocíamos si las hembras se habían apareado previamente en la naturaleza antes de ser colectadas.

En todos los casos observados, la hembra rechazó los segundos intentos de apareamiento del macho y no estuvo receptiva de nuevo hasta que había ovipositado. La hembra podía ovipositar varias veces sin necesidad de cópulas intermedias.



La duración de la cópula fluctuó entre 2340 y 6360 segundos (media = 3780 segundos/cópula; SD = 20,6), y en ningún caso la cópula fue interrumpida por elementos ajenos (presencia de otros machos, movimientos en la caja de apareamiento, etc.). No se observó reducción ni aumento en el tiempo de cópula entre las sucesivas cópulas de una misma hembra.

7.3.4.2. *I. curtata*

Obtuvimos 36 apareamientos entre 16 machos diferentes y 20 hembras diferentes. La duración de cópula fue variable y osciló entre 131 y 3864 segundos (media= 2180,9 segundos y SD= 1027,8). El número medio de cópulas observadas por hembra fue de 1,85 (rango= 1-4 y SD= 1,0) y en machos fue de 2,25 (rango= 1-4 y SD= 1,1). Ya que machos y hembras podían aparearse más de una vez, podemos considerar a esta especie como poliándrica y poligínica, de la misma forma que *H. flaviventris*. Además, como ha sido observado en otras especies de plecópteros (BERTHÉLEMY, 1979; BOTTORFF *et al.*, 1990), incluida *H. flaviventris*, el "drumming" no es necesario como requisito previo para la cópula.

Para aparearse, el macho monta parcialmente sobre la hembra, con las tres patas de un mismo lado sobre el tórax y alas de la hembra, y con las otras tres patas sobre el substrato, adoptando una posición en "V" (Fig. 7.3.3h), diferente a la típica en paralelo de otras especies de plecópteros (incluidas otras especies de *Isoperla* y en el caso anteriormente citado de *H. flaviventris*) o en "X", también denominada *head-in-the-air* (BRINCK, 1956; TIerno DE FIGUEROA, 1998, 2000). La transmisión del esperma ocurre como se ha descrito ya para *H. flaviventris* (BRINCK, 1956; BERTHÉLEMY, 1979a; TIerno DE FIGUEROA, 1998). Durante la cópula, la pareja permanece inmóvil, aunque a veces camina durante un corto período de tiempo. También se produce la estimulación táctil por parte del macho como se ha descrito en el apartado anterior (STEWART *et al.*, 1969; TIerno DE FIGUEROA, 1998). Después del apareamiento, la hembra vibra su abdomen como señal de rechazo a un nuevo intento de cópula. No obstante, en todos los casos una misma hembra copuló más de una vez en sucesivos días, lo que constituye un comportamiento inusual en las hembras de



plecópteros (tradicionalmente se ha admitido que las hembras de los plec6pteros s6lo copulaban una vez), previamente a la oviposici6n (en dos casos una hembra se apare6 una vez m6s tras poner la primera puesta).

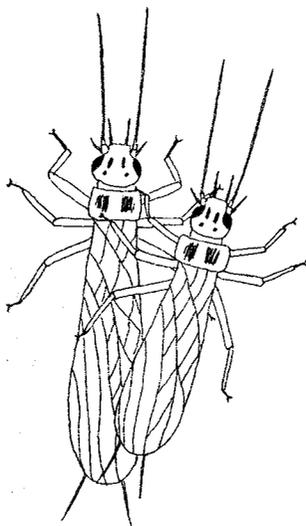


Fig. 7.3.3h. Posici6n de c6pula en *I. curata*

La prolongada duraci6n de algunas c6pulas puede ser interpretada como un mecanismo de guarda de la pareja. Observamos muchos intentos de desplazamiento por parte de machos extra6os, pero s6lo una vez el nuevo macho logr6 desplazar al que estaba previamente copulando. En todos los intentos de desplazamiento conocidos en otras especies, el macho extra6o nunca tuvo 6xito en el desplazamiento (TIERNO DE FIGUEROA, 1998, 2000).

En todos los casos, el macho comenzaba a llamar (*drum*) justamente despu6s de la c6pula y presentaba una gran actividad, del mismo modo que fue se6alado por BRINCK (1949) para otras especies de plec6pteros. Este comportamiento podr6a estar



relacionado con la necesidad, señalada para los machos de algunas especies de insectos y arácnidos que también estimulan a la hembra tras la cópula de "convencerla" de su calidad en relación con el mecanismo de "elección críptica por parte de la hembra" (ya que la elección de la hembra entre machos puede ocurrir después de que esta haya permitido al macho copular con ella, bien copulando con un nuevo macho o favoreciendo la competencia espermática) (EBERHARD, 1997).

7.3.5. Biometría

En *I. curtata*, observamos una correlación estadísticamente significativa entre el tamaño de la hembra (medido como longitud del ala) y el número de cópulas que realizaba ($r= 0,849$; $p= 0,016$) y entre el tiempo total invertido en cópula y el tamaño de la hembra ($r= 0,765$; $p= 0,045$), pero este último es sólo una consecuencia del mayor número de cópulas, ya que el tiempo medio por cópula no está correlacionado con el tamaño de la hembra ($r= 0,325$; $p= 0,477$). Esto podría estar relacionado con la necesidad de la hembra de fertilizar todos sus huevos, pero estudios previos en otra especie de plecóptero (ZEIGLER, 1990) mostraron que la hembra puede fertilizar todos sus huevos, o la mayoría de ellos, con el esperma de un sólo macho. Además, en el caso de *I. curtata*, la fecundidad no parece estar correlacionada con el tamaño de la hembra ($r= 0,129$; $p= 0,598$) como sí ocurre en otras especies de plecópteros (BRITAIN, 1990; PECKARSKY Y COWAN, 1991; TAYLOR *et al.*, 1998; TIerno DE FIGUEROA, 1998). Las otras ventajas de copular más de una vez (mayor variabilidad genética en la descendencia, una mayor cantidad de esperma si fuese necesario, favorecer la competición espermática o compensar la menor calidad del esperma del macho de la anterior cópula) son iguales para todas las hembras, independientemente del tamaño, y ya que la hembra es el recurso escaso no tendría problemas en aparearse tantas veces como quisiera. Por otra parte, no observamos ninguna correlación significativa entre el tamaño del macho y el número de cópulas que realizaba, ni entre el tamaño del macho y el tiempo total de cópula (de todos modos esto podría estar relacionado con el limitado tamaño de muestra).



7.3.6. Puestas y huevos

7.3.6.1. *H. flaviventris*

El número medio de huevos por puesta fue de 87,7 (SD = 42,8) a partir de 34 puestas obtenidas en el laboratorio. El número de huevos por puesta disminuyó en general para una misma hembra entre puestas sucesivas (Tabla 7.3.3c) y sólo en un caso el número de huevos por puestas aumentó en sucesivas puestas: 95 y 100 huevos, respectivamente. En los casos restantes, únicamente se observó una puesta por hembra.

Se detectó un máximo de cuatro puestas por hembra (en tres de las 15 hembras que ovipositaron), aunque este número podría ser mayor, ya que no sabíamos si las hembras habían ovipositado previamente a ser capturadas. El tamaño de puesta fue muy variable, oscilando entre 22 a 195 huevos.

La fecundidad máxima encontrada fue de 357 huevos por hembra diseccionada y de 386 huevos al sumar el número de huevos puestos por una misma hembra más los encontrados dentro de ella tras diseccionarla.

	1ª puesta	2ª puesta	3ª puesta	4ª puesta
Hembra 1	105	73	64	53
Hembra 2	122	33	-	-
Hembra 3	109	56	56	22
Hembra 4	103	66	-	-
Hembra 5	170	101	35	28
Hembra 6	153	66	35	-
Hembra 7	116	112	-	-
Hembra 8	120	54	-	-
Hembra 9	115	106	-	-
Hembra 10	195	61	42	-
Hembra 11	95	100	-	-

Tabla 7.3.3c. Puestas de las hembras de *H. flaviventris* en la que se produjo más de una puesta



Para calcular el tamaño de huevo, medimos el eje mayor y el eje menor de 15 huevos. Los resultados fueron: 0,545 mm de media para el eje mayor (SD = 0,012) y 0,374 mm. de media para el eje menor (SD = 0,010). Comparando con los datos conocidos para los huevos de otros *Perlodidae* (BRINCK 1949), los huevos de *H. flaviventris* son de gran tamaño.

Los huevos presentaron un color entre amarillo y pardo y una forma oval con una sección transversal en forma de estrella de tres puntas (Fig. 7.3.3i). Esta peculiar morfología del huevo podría ser un mecanismo para ahorrar espacio en el interior de la hembra, como sugirió KHOO (1964) para explicar las deformaciones que a menudo aparecen en algunos de los huevos de *I. grammatica* y que TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ ORTEGA (1999a) también han detectado en *I. nevada*, así como en otras especies de *Isoperla* europeas (TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001a). Los huevos de *H. flaviventris* no presentan el collar y disco de anclaje típicos de otros Perloidea (BRINCK 1949). BERTHÉLEMY (1973) asoció esta falta de estructura de anclaje en los huevos de *H. flaviventris* (aunque según ese mismo autor, la cita podría corresponder a *Afroperla sp.* y no a *H. flaviventris*) y en los de otras especies de aguas cálidas con la necesidad de entrar en el medio intersticial y evitar la exposición al aire cuando los arroyos llegan a secarse.

La puesta, de forma esférica, era transportada por la hembra al final del abdomen, la cual, durante la oviposición, batía con el final del abdomen en el agua para liberar la masa de huevos. Una posible interpretación de este movimiento sea el tratarse de una adaptación de estos insectos a arroyos temporales en los que la oviposición tiene lugar cuando el arroyo no tiene casi corriente, así que la hembra ayuda más activamente en la dispersión de los huevos.

Contrariamente a lo citado para muchos Perloidea (BRINCK 1949, BRITAIN 1990), no encontramos huevos maduros en las ninfas de último estadio de esta especie.

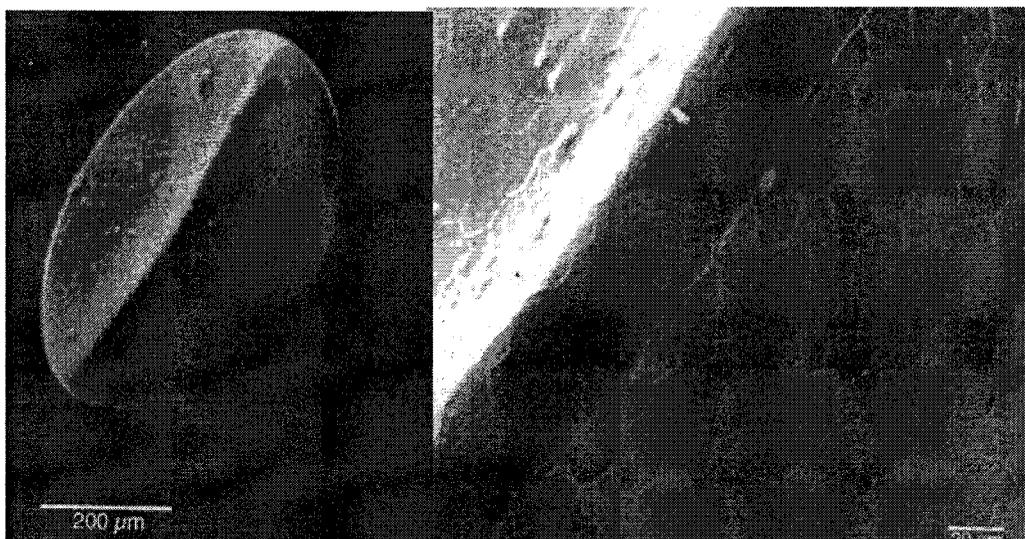


Fig. 7.3.3i. Fotografía a microscopía electrónica de barrido (SEM) del huevo de *H. flaviventris*. Izquierda: morfología del huevo. Derecha: detalle de la superficie coriónica mostrando las impresiones de las celdillas foliculares.

7.3.6.2. *I. curtata*

Obtuvimos un total de 27 puestas en el laboratorio de 12 hembras diferentes. Cada hembra puso entre una y cuatro masas de huevos (media= 2,3; SD= 1,0). El tamaño medio de puesta fue de 88,7 huevos (rango= 13-179; SD= 50,6). La fecundidad máxima detectada fue de 319 huevos (rango= 32-319; media= 203,0; SD= 89,9). En comparación con otras especies de *Isoperla* (KHOO, 1964; HARPER, 1973; DEWALT Y STEWART, 1995), el número de huevos por puesta es moderado y ligeramente inferior que en *I. nevada* (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999a). Aunque el número de puestas observadas por hembra es mayor que en *I. nevada* (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999a) y menor que en *I. grammatica* (KHOO, 1964) (3 y 5



respectivamente), la fecundidad es menor que en ambas. No ha sido observada una disminución en el número de huevos en sucesivas puestas, como sí ha sido señalado para otras especies del género *Isoperla* (KHOO, 1964) y en *H. flaviventris*, y siempre transcurrieron uno o más días entre oviposiciones. La puesta, de forma esférica, era transportada al final del abdomen. Durante la oviposición, la hembra introducía el extremo del abdomen en el agua y abandonaba la masa de huevos, que rápidamente se deshacía dispersando los huevos. En todos los casos, la hembra ovipositó bajo condiciones de luz, nunca en oscuridad.

El tamaño de huevo fue de 0,302 mm de media par el eje mayor (rango= 0,290-0,320; SD= 8,9; N= 20), y 0,225 mm de media para el eje menor (rango= 0,210-0,250; SD= 8,9; N= 20). El volumen medio de huevo fue de $80,5 \times 10^5 \mu\text{m}^3$ (rango= $71,5 \times 10^5$ - $101,4 \times 10^5$; SD= $6,8 \times 10^5$). El tamaño del huevo es muy similar al de otras especies de *Isoperla* (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999a; TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001a).

El color del huevo varió entre amarillo y marrón claro. El huevo presentaba un disco de anclaje y un collar (Fig. 7.3.3j), típico de otras especies de *Isoperla*, y *Perloidea* en general, (BRINCK, 1949; LILLEHAMMER Y ØKLAND, 1987; TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999a). Las típicas celdillas hexagonal de la superficie coriónica de los huevos de otras *Isoperla* no estaban presentes en el huevo de *I. curtata*, que en cambio presentaba celdillas de bordes lobulados exclusivas de esta especie. Proponemos éste como un interesante carácter de diferenciación taxonómica (Fig. 7.3.3j). A menudo se encontraron huevos deformados en las puestas, que podrían estar relacionados con un mecanismo de ahorro del espacio dentro del oviducto, como ha sido sugerido para otras especies de *Perloidea* (KHOO, 1964; TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999a), o en la masa de huevos.

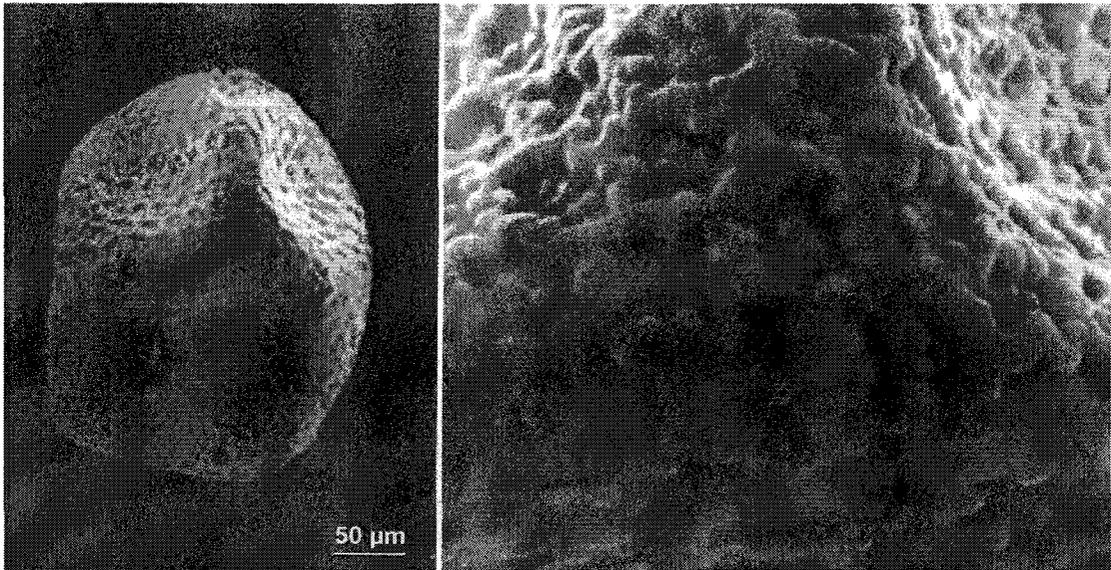


Fig. 7.3.3h. Fotografía a microscopía electrónica de barrido (SEM) del huevo de *I. cutata*. Izquierda: morfología del huevo. Derecha: detalle de la superficie coriónica mostrando las impresiones de las celdillas foliculares (escala 1 cm/20 μm).

7.3.6.3. Comparación de los huevos de *H. flaviventris* e *I. curtata* con los de otros *Perlodidae*

El número máximo de puestas por hembra fue el mismo en *H. flaviventris* e *I. curtata* (4 puestas/ hembra) y mayor que lo observado en *I. nevada* (3 puestas/ hembra) (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999a), si bien el número medio de huevos por puesta y la fecundidad máxima fue mayor en esta última especie que en las dos anteriores. En este aspecto, *H. flaviventris* posee un número mayor de huevos total por hembra que *I. curtata* (386 en la primera por 319 en la segunda). Esto podría estar relacionado con el mayor tamaño que presenta la hembra de *H. flaviventris* (12-14 mm) con respecto a la de *I. curtata* (8-10 mm), que hace que puedan albergar mayor cantidad de huevos, a pesar de que los de la primera especie sean de mayor tamaño que los de la segunda (ver apartado 7.3.5.1. y 7.3.5.2.). Los huevos de *I. curtata* son más pequeños que



los descritos para las especies de *Isoperla* estudiadas en el sur de la Península Ibérica (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999a) y otras europeas como *I. carbonaria* Aubert, 1953, *I. insularis* (Morton, 1969) e *I. tripartita* Illies, 1954 (TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001a). No obstante, algunas de las características generales que se usan para describir los huevos en este grupo son compartidas por todas ellas, incluyendo *I. curtata*: color amarillo/marrón y forma ovalada (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999a; TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001a).

En el caso de *I. curtata* los huevos presentaron disco de fijación y collar como se ha referido en el apartado anterior. Estas estructuras aparecen también en otras especies de *Isoperla* estudiadas (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999a; TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001a) aunque parece un carácter no muy específico ya que se ha comprobado que en *I. grammatica* e *I. nevada* puede o no aparecer en los huevos de una misma puesta (KHOO, 1964; TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999a).

Los huevos de *I. curtata* presentaron celdillas con los bordes lobulados, claramente diferentes del resto de las presentes en otras especies, que tienen formas, más o menos, pentagonales o hexagonales (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999a; TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001a).

El huevo de *H. flaviventris* es claramente diferente de cualquier otro de *Perlodidae* descrito. La ausencia de collar y de disco de fijación lo diferencia de los huevos de algunas *Isoperla* que si poseen estas estructuras (*I. carbonaria*, *I. curtata*, *I. grammatica*, *I. nevada* e *I. tripartita*) (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999a; TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001a), aunque *I. grammatica* e *I. nevada* no las presentan en ocasiones (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999a). También en otros *Perlodidae* (*Perlodes*, *Dyctiogenus* e *Isogenus*) (BERTHÉLEMY, 1964; STARK *et al.*, 1986) aparecen en los huevos collares que los diferencian del de *Hemimelaena*, aunque no ocurre así con el de *Guadalgenus franzi* que tampoco tiene collar o disco de fijación (STARK *et al.*, 1986). Por otra parte, la forma del huevo (en un corte transversal tiene forma de estrella de tres puntas) es diferente de los descritos en *Isoperla* con formas más o menos redondeadas (LILLEHAMMER Y ØKLAND, 1987; TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999a; TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2001a), y de otros *Perlodidae* que poseen formas más o

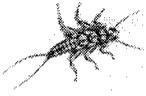


menos triangulares (BERTHÉLEMY, 1964; STARK *et al.*, 1986). La diferencia con el huevo de *G. franzi* radica en que el huevo de *Hemimelaena* tiene los dos polos iguales (simétrico en un corte transversal) (Fig. 7.3.3i), mientras que el de *Guadalgenuis* tiene un polo más ancho y con un engrosamiento en el último tercio del polo ensanchado que lo rodea (STARK *et al.*, 1986).



8. Biología de Nemouroidea





8.1. Introducción a la biología imaginal de Nemouroidea

Comparativamente a Perloidea, la biología imaginal de Nemouroidea ha sido menos estudiada, particularmente en aspectos como la comunicación vibracional, biología reproductora, huevos, etc. Concretamente, son pocos los estudios que han cuantificado la periodicidad diaria de la emergencia en este grupo (HAYASHI *et al.*, 1997), ya que es difícil realizar este tipo de trabajos, sobre todo en condiciones naturales, debido a la multitud de factores que interactúan haciendo que este proceso tenga lugar en el momento del día que menos costes suponga para el individuo. Por otra parte, son más frecuentes los estudios de la influencia de un factor concreto sobre la emergencia (NEBEKER, 1971; FLANNAGAN Y COBB, 1991; TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 2000b). Uno de los aspectos que más se ha tratado es la influencia de la luz o la hora del día en la que se produce la emergencia, pero en cualquier caso los estudios con los que se cuentan son puntuales (FLANNAGAN Y COBB, 1991; HAYASHI *et al.*, 1997). En particular, un trabajo realizado sobre algunas especies de plecópteros de Sierra Nevada (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 2000b) mediante experiencias de laboratorio ha permitido comprobar que *C. mitis* selecciona condiciones de oscuridad para llevar a cabo la emergencia.

En lo referente a la alimentación, se ha aceptado de forma general que los representantes de la Superfamilia Nemouroidea se alimentan en el estado adulto (FRISON, 1935; HYNES, 1941, 1942; BRINCK, 1949; RUPPRECHT, 1990), principalmente de líquenes y algas. En este sentido se ha demostrado el metabolismo activo del alimento ingerido en un representante de la familia *Nemouridae* (*Nemurella pictetii* Klapálek, 1900) y en un *Leuctridae* (*Leuctra nigra* (Olivier, 1811)) por medio de la medición del dióxido de carbono radiactivo respirado (RUPPRECHT, 1990). También se ha mencionado la importancia de la alimentación, en este grupo de plecópteros, para la formación de los huevos (HYNES, 1942; BRINCK, 1949; ELLIOT, 1986 EN: RUPPRECHT, 1990) o el incremento de longevidad del adulto (HYNES, 1941; RUPPRECHT, 1990). Por otra parte, TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, (2000a) y TIERNO FIGUEROA Y FOCHETTI (2001a) destacan a partir de su cuantificación que la alimentación en los Nemouroidea parece jugar importante papel, tanto en las hembras como en los machos, con lo que este proceso sería necesario para la actividad propia de los individuos. En



estos estudios aparecen los cianolíquenes y cianobacterias como componentes principales de su dieta y otros componentes como los ascomicetes o el polen (sobre todo en especies primaverales) también forman parte de su alimentación. Otro resultado destacado del estudio de la alimentación de algunas especies de Nemouroidea de Sierra Nevada (TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 2000a) fue la variación de la dieta a lo largo del año, de forma que las especies primaverales incorporan más polen en su dieta y las otoñales-invernales comen más cianolíquenes.

Se conocen las llamadas vibracionales en las cuatro familias de Nemouroidea presentes en Europa (RUPPRECHT, 1965, 1977, 1978, 1982, 1997), aunque aún son muy pocas las especies cuyas llamadas han sido descritas. Concretamente en la familia *Nemouridae* sólo se conoce, hasta la actualidad, las llamadas de “drumming” de cuatro especies: *Nemurella pictetii* (GNATZY Y RUPPRECHT, 1972), *Amphinemura sulcicollis* (Stephens, 1836) (RUPPRECHT, 1982), *Nemoura spiniloba* Jewett, 1954 (STEWART *et al.*, 1991) y *Soyedina carolinensis* Claassen, 1923 (STEWART *et al.*, 1995b). De estas, dos son especies europeas y las otras dos son norteamericanas. A pesar de lo poco que se conoce del “drumming” en esta familia es de destacar la gran variedad de sus llamadas, lo que muestra la gran diversificación que presentan con respecto a otras familias de Nemouroidea (STEWART *et al.*, 1995b).

De forma general, se ha prestado mucha más atención a aspectos como la comunicación vibracional intersexual que al comportamiento de cópula, dentro de la biología reproductora de los plecópteros. Concretamente, se han realizado algunos estudios en los que se describen algunos aspectos del comportamiento de cópula. En lo que respecta a la posición de cópula se han descrito dos posturas típicas en los Nemouroidea: la posición en paralelo, como *L. hippopus*, *C. atra* Morton, 1896 (BRINCK, 1956), *L. fusca*, *L. andalusiaca*, *P. meyeri* (TIERNO DE FIGUEROA, 1998, 2000); y la posición en “X” de *C. mitis* (TIERNO DE FIGUEROA, 1998, 2000). La duración de la cópula es muy variable entre los plecópteros, pero concretamente en los Nemouroidea se ha observado cópulas desde unos minutos hasta varias horas (BRINK, 1949; KHOO, 1964; BERTHÉLEMY, 1979a; TIERNO DE FIGUEROA, 1998). Incluso se ha comprobado la permanencia en posición de cópula por varios días (KHOO, 1964), hecho que podría estar relacionado con un comportamiento de guarda de la pareja



(ALEXANDER Y STEWART, 1996a). Aunque tradicionalmente se ha asumido que las hembras de los plec6pteros solo se aparean una vez (HYNES, 1976) se ha comprobado que las hembras de este orden de insectos pueden aparearse m1s una vez si tienen la oportunidad (STEWART *et al.*, 1969; ALEXANDER Y STEWART, 1996a). Adem1s, TIERNO DE FIGUEROA (1998) pudo observar la poliandria en especies de Nemouroidea (*L. fusca* y *L. andalusiaca*) en Sierra Nevada.

En este cap1tulo hemos estudiado diversos aspectos de la biolog1a de una especie de nem1rido, concretamente la especie *Nemoura fulviceps* Klap1lek, 1902.

8.1.1. Introducci3n a la biolog1a de *Nemoura fulviceps*

Nemoura fulviceps, es una especie de plec6ptero mediterr1nea cuya posici3n taxon3mica ha estado confundida durante un largo periodo de tiempo, por haber sido sinonimizada con *N. uncinata* Despax, 1934, y con *Nemoura navasi* Aubert, 1953, aunque en la actualidad tan solo la 1ltima sinonimia ha sido considerada (ZWICK, 1982).

El conocimiento de la biolog1a de esta especie se limitaba principalmente al estado ninfal. As1, S1NCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR (1989) apuntaron que las ninfas de *N. fulviceps* viven en Sierra Nevada en aguas calizas con escasa o muy escasa corriente y una altitud intermedia (700-1500 m). Esto tambi3n se confirma en otros sistemas monta1osos del sur de la Pen1nsula Ib3rica tales como Serran1a de Ronda, Sierra de Hu3tor y Sierra de Baza (TIERNO *et al.*, 1996, datos de la presente tesis). No obstante, ha sido encontrada a mayores altitudes en otras 1reas de su distribuci3n (En: S1NCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002).

Sobre la biolog1a adulta de esta especie hay muy pocas referencias en la literatura y tan s3lo hay algunos datos sobre la fenolog1a de *N. fulviceps*. En relaci3n a la fenolog1a parece mostrar un periodo de vuelo extendido y es posible encontrar adultos en casi todas las estaciones del a1o (TIERNO *et al.*, 1996; ver cap1tulo 4.4.).



El objetivo de este capítulo es el incrementar el conocimiento de la biología de esta especie, por medio del estudio de la emergencia, alimentación y comportamiento reproductor. Pero el propósito de este trabajo no es sólo aportar una información puntual sobre una especie en particular, sino proporcionar una importante contribución al conocimiento de la biología de los Nemouroidea, que hasta la actualidad es muy escasa. Particularmente, aspectos como la emergencia, la alimentación, el comportamiento de cópula y la comunicación vibracional intersexual han sido pobremente tratados en la literatura.

8.2. Material y métodos

8.2.1. Área de estudio y muestreo

Las ninfas maduras de *Nemoura fulviceps* fueron colectadas en la Fuente de los Potros, Sierra de Huétor (1400 m, U.T.M.: 30SVG592307; Granada, España), durante mayo de 2001, con el objetivo de obtener emergencias en el laboratorio. El lugar de muestreo coincidió con el hábitat típico de la especie mencionado por SÁNCHEZ-ORTEGA Y ALBA-TERCEDOR (1989), y apuntado en el apartado anterior. Los ejemplares fueron colectados por medio de una red de mano de 0,5 mm de luz de malla. Sólo las ninfas maduras cercanas a la emergencia (reconocibles por la presencia de pterotecas oscuras) fueron capturadas e introducidas en un bote de plástico que contenía agua fría, para su transporte al laboratorio.

8.2.2. Emergencia

En el laboratorio, las ninfas colectadas fueron introducidas en un río artificial. Este río consistía en un recipiente de 100 cm de longitud por 25 cm anchura, con un sistema de flujo continuo que mantenía el agua refrigerada a una temperatura constante de 15 °C. El reciclaje y la purificación del agua se llevó a cabo por medio de una bomba modelo Fluval 103, que tenía incorporada un filtro. Dentro del río artificial fueron colocadas tres bandejas de acero inoxidable en escalera (cada una con una profundidad de



2-3.5 cm), de forma que el agua de la bandeja superior cayera en la siguiente y así sucesivamente. Dentro de las bandejas se dispusieron contenedores de 7 cm de profundidad y 5 cm de diámetro, fabricados con una malla de plástico de 1 mm de luz de malla. Las ninfas eran introducidas en dichos contenedores, junto con piedras y materia vegetal procedente del punto de muestreo. Estos contenedores de cría fueron muy similares a los empleados por EDMUNDS *et al.* (1976) y TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA (2000b).

Fueron controladas las condiciones de luz (luz frente a oscuridad) en las cuales tenía lugar la emergencia. Para esto, cada día y a diferentes horas eran recogidos los individuos recién emergidos. En nuestro estudio, la ausencia de viento y la constancia de la temperatura del aire, del agua y de la humedad relativa, nos hizo considerar a la luz el único factor responsable del control de la emergencia. Con esto pretendíamos probar si la emergencia depende de la luz. La luz fue artificial y constante desde las 8:00 a las 20:00 horas, las restantes 12 horas fueron de oscuridad. Para el análisis de los resultados fue usado un test χ^2 no paramétrico (esperados vs, observados).

8.2.3. Alimentación

Para estudiar la alimentación y visualizar el contenido digestivo, fue empleado el método de transparentación propuesto por Dr. Bello y descrito en el apartado 7.2.2. de la presente tesis doctoral. También fue anotada la consumición de alimento y la deposición de excrementos sólidos en el laboratorio. Los excrementos fueron visualizados en un microscopio Carl Zeiss Axioscop (40,100, y 200 X de magnificación) tras hidratarlos y montarlos entre portaobjetos y cubreobjetos). Los contenidos intestinales y los restos de la alimentación de los individuos fueron analizados gracias al programa de análisis de imágenes Jandel SigmaScan Pro para Windows.



8.2.4. Comunicación vibracional

Las llamadas de “drumming” fueron grabadas siguiendo la metodología de TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA (1999c) y descrita en el apartado 7.2.3. Estas llamadas fueron gravadas el día después de la emergencia de los individuos y los días sucesivos, entre las 15:30-18:00 h. y en una habitación a temperatura ambiente (entre 20 y 24°C) con la iluminación natural producida por la luz que entraba por una ventana. Cuando eran grabados ambos sexos al mismo tiempo, tanto macho como hembra eran separados en cajas independientes, como se ha descrito con anterioridad, de esta forma permitíamos que ambos individuos recibieran las llamadas mutuamente. Las llamadas fueron reproducidas y medidas usando el programa Creative Wave Studio para Windows 4.0 (1993).

8.2.5. Comportamiento de cópula

Para realizar el estudio del comportamiento de cópula fueron introducidas las parejas en cajas de plástico de la misma forma como se describe en el apartado 7.2.4. De igual modo a como se ha descrito con anterioridad se introducían varios ejemplares macho con una hembra para estudiar los intentos de desplazamiento.

8.3. Resultados y discusión

8.3.1. Emergencia

Se obtuvieron 106 emergencias en el laboratorio (Tabla 8a). La emergencia fue independiente de las condiciones de luz (luz vs. oscuridad) en ambos sexos. Así, de acuerdo con resultados obtenidos, la necesidad de evitar específicamente a los depredadores nocturnos o diurnos no parece determinar una clara preferencia por las condiciones de luz en las cuales ocurre la emergencia, como ya había sido apuntado por TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA (2000b) para otras especies de plecópteros. Otro factor considerado como determinante en la emergencia, es la humedad ambiental



(BRINCK, 1949), que determinaría la emergencia nocturna o diurna en relación con la estación en la cual ocurre dicho proceso (RIEDERER, 1985). En el caso de *N. fulviceps*, que posee un período de vuelo extendido en el área de estudio (ver capítulo 4.4.), la humedad no parece ser un factor condicionante de la emergencia diurna/nocturna, a menos que la periodicidad diaria varíe a lo largo de las estaciones por efecto de otros factores ambientales diferentes a la luz.

En nuestro estudio, hemos demostrado que la luz, en ausencia de variación de otros componentes medioambientales, no juega un importante papel en la emergencia de *N. fulviceps*, aunque en la naturaleza otros factores (humedad, temperatura, substrato de emergencia, etc.) podrían condicionar la preferencia por una emergencia nocturna o diurna.

	Luz	Oscuridad	Nº emergencias	χ^2
Machos	21	13	34	1.882; $p < 0.17$
hembras	38	34	72	0.222; $p < 0.637$
Total	59	47	106	1.358; $p < 0.243$

Tabla 8a.- Datos del número de emergencias y de los resultados de la aplicación de un test χ^2 no paramétrico para evaluar la influencia de la luz a la emergencia en *N. fulviceps*.

8.3.2. Alimentación

Ha sido discutida en numerosas ocasiones la existencia de alimentación durante el estado adulto de los plecópteros Arctoperlaria. Ahora se acepta que los adultos de Nemouroidea y algunas especies de Perloidea se alimentan en su etapa imaginal (ZWICK, 1980; TIERNO DE FIGUEROA Y FOCHETTI, 2001a). Además, ha sido apuntado que el alimento ingerido por estos insectos está compuesto de materia vegetal, principalmente polen en Perloidea y algas, ascomicetes y líquenes en Nemouroidea (FRISON, 1935; HYNES, 1941, 1942; ZWICK, 1973; 1980; SURDICK, 1985; RUPPRECHT,



1990; TIERNO DE FIGUEROA Y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999b, 2000a; TIERNO DE FIGUEROA Y FOCHETTI, 2001a).

Hay escasos datos en la literatura sobre la alimentación de los plecópteros adultos de materia animal (FRISON, 1929; SALVEIT, 1977; ROTHERAY Y LISTON, 1985). En nuestro estudio, observamos algunas hembras alimentarse activamente de machos adultos muertos después de la cópula (concretamente ocurrió esto en dos casos y en tres casos más las hembras se alimentaron de machos muertos que les fueron proporcionados). Las hembras comieron toda o la mayor parte de las antenas, patas, alas y cabeza (Fig. 8a). En particular, ellas arrancaban las alas y las patas de los machos (Fig. 8a). En dos casos las hembras continuaron alimentándose de los machos durante dos días. Del mismo modo, este comportamiento fue observado en un macho. Los animales que se alimentaron de materia animal defecaron excrementos sólidos (Fig. 8b) cuyo análisis reveló la existencia de restos de cutícula (Fig. 8c).

La materia animal en esta especie probablemente suponga un aporte nutricional. Sin embargo, creemos que estos plecópteros son parcialmente necrófagos pero no activos predadores, al menos de organismos macroscópicos. No observamos indicios de agresión entre individuos vivos de la especie. Además, los resultados de un experimento en el cual algunos individuos vivos de Aphidae eran introducidos dentro de las cajas en donde teníamos a los individuos de *N. fulviceps*, apoyaban que éstos no se alimentan, en estas condiciones, de animales vivos ya que en ningún momento los áfidos fueron predados.

El estudio de los contenidos intestinales de los individuos adultos colectados en el campo mostró la presencia predominante de materia vegetal (principalmente cianobacterias y ascomicetes), indicando que la materia animal es probablemente un suplemento ocasional más que un componente principal de su dieta. No obstante, al estudiar los contenidos intestinales de los individuos de campo, fue encontrado un tardígrado (Fig. 8d) en el intestino de un macho, así como alguna materia posiblemente de origen animal. Esto indica que es consumida materia animal en la naturaleza.

La importancia de la alimentación en la formación y producción de huevos, la ganancia de peso de los adultos (HYNES, 1942; BRINCK, 1949; ZWICK, 1990) y el



Biología de *Nemouroidea*

incremento de longevidad (HYNES, 1941; RUPPRECHT, 1990), ha sido señalado en algunas especies de plecópteros, particularmente en el género *Nemoura*. Es posible que la ingestión de materia animal (muy nutritiva, con un alto contenido en proteínas) sea un importante aporte para la maduración de los huevos y el incremento de longevidad. En nuestro estudio, observamos que las hembras que se alimentaron de los machos muertos tuvieron una esperanza de vida de aproximadamente el doble que las hembras que no alimentaron, aunque estos datos no fueron cuantificados con precisión.

Son necesarios numerosos estudios sobre la alimentación imaginal de los plecópteros ya que este aspecto de la biología de estos animales está escasamente conocido. Los presentes datos constituyen la primera demostración satisfactoria de la ingestión y digestión de materia animal en los adultos del orden de los Plecópteros.

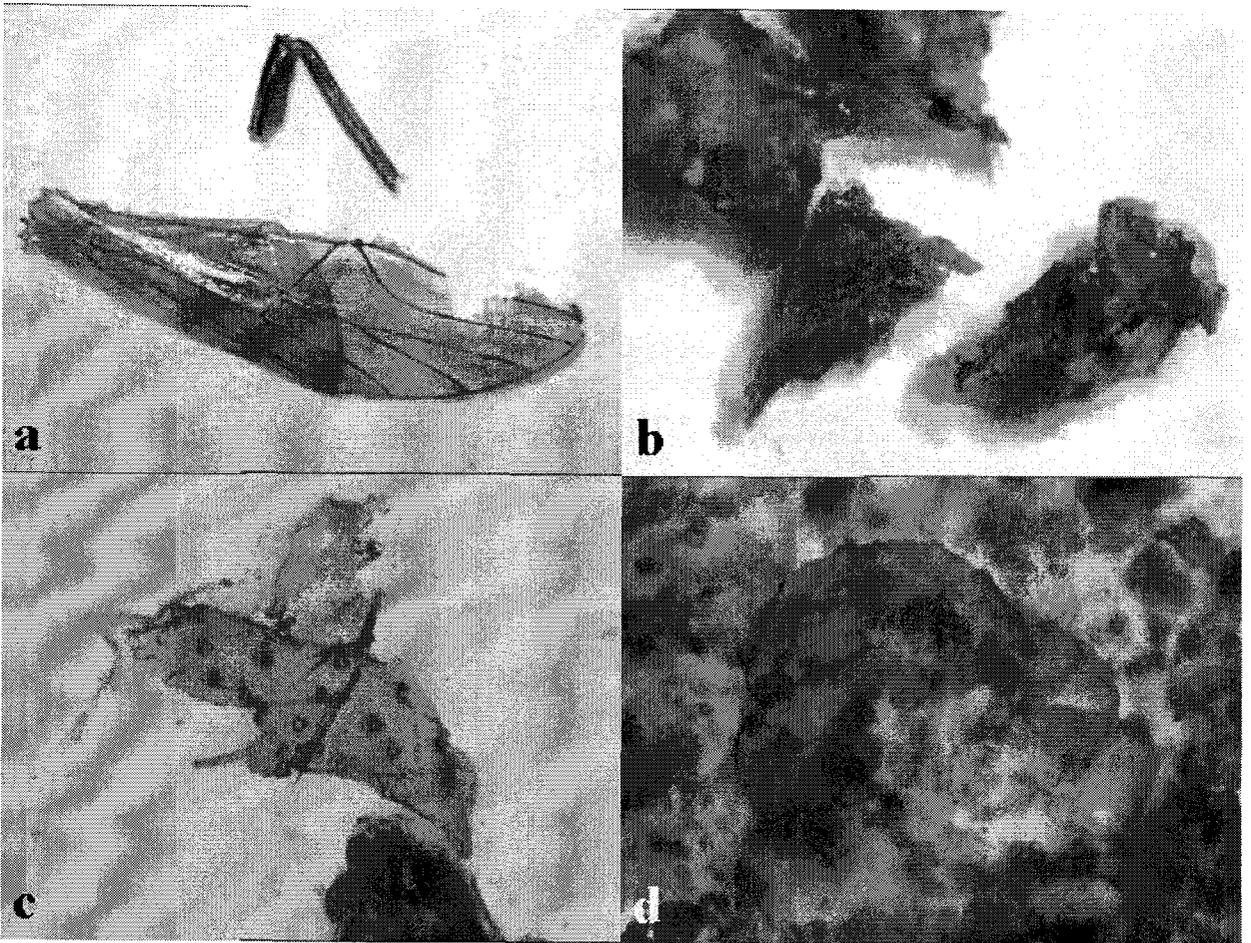
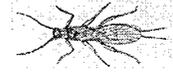


Fig. 8b-8e. *Nemoura fulviceps*: b) Alas y patas de un macho parcialmente comido por una hembra; c) Excrementos con restos de cutícula; d) Piezas de cutícula y sedas procedentes del análisis de los excrementos; e) Contenido intestinal con un tardígrado y cianobacterias.



8.3.3. Comunicación vibracional

Tanto machos como hembras, produjeron señales vibracionales (Fig. 8f) desde el mismo día de la emergencia, mostrando que no es necesario para esta especie un tiempo de maduración para llevar a cabo este proceso. La llamada del macho (de tres machos grabados) estuvo compuesta por 3-4 secuencias de 3-7 batidos cada una (media= 4,7; N= 10; SD= 1,25) con intervalos entre batidos de 17-30 mseg. (media= 22,62; N= 37; SD= 3,11). La distancia entre secuencias de batidos fue de 201,14 mseg de media (163-231; N= 7; SD= 24,75). La llamada de la hembra estuvo compuesta por una continua y larga repetición de batidos (38 en la única llamada que pudimos conseguir) con un intervalo de 19-34 mseg. entre ellos (media= 25,49; N= 37; SD= 2,06). La señal se produjo cuando el macho estuvo activo en la producción de llamadas de “drumming” (469 mseg. después del último batido de la llamada del macho), como ocurre de forma habitual en los plecópteros (ZEIGLER Y STEWART, 1987). Esta especie presenta un modelo de llamada ancestral (MAKETON Y STEWART, 1988), con un método de producción de la señal por medio de batidos, sin modificación entre intervalos (considerado como un estado plesiomórfico por ZEIGLER Y STEWART, 1987), un bajo número de batidos por señal (en la llamada del macho) y monofásica en ambos sexos (STEWART, 2001).



Fig. 8f. Dúo de “drumming” del macho y la hembra de *N. fulviceps*.



Sólo se conoce hasta la actualidad, como se señaló en la introducción del presente capítulo, las llamadas de “drumming” de cuatro especies de la familia *Nemouridae*: *Nemurella pictetii* Klapálek, 1900, por GNATZY Y RUPPRECHT (1972), *Amphinemura sulcicollis* (Stephens, 1836) por RUPPRECHT (1982), *Nemoura spiniloba* Jewett, 1954 por STEWART *et al.* (1991) y *Soyedina carolinensis* Claassen, 1923 by STEWART *et al.* (1995b). Las tres primeras poseen modelos y señales de carácter derivado y la última ha retenido un modelo ancestral (STEWART *et al.*, 1991, 1995b), reflejando que los *Nemouridae* presentan en sus llamadas intersexuales una mayor plasticidad y diversidad que otras familias de Euholognatha (STEWART *et al.*, 1995b). La llamada de “drumming” de *N. fulviceps* es muy diferente de las otras llamadas conocidas de los *Nemouridae*, incluyendo la de *S. carolinensis*, compuesta por una señal monofásica de 15,8 batidos y una media entre intervalos de 24,8 mseg. (STEWART *et al.*, 1995b). Esto supone un nuevo tipo de señal descrito para la familia y confirma lo sugerido por STEWART *et al.* (1995b) que propone la realización de más estudios de las llamadas de esta familia para cubrir el vacío existente de la variación entre llamadas ancestrales y altamente especializadas. Nuestros resultados también apoyan la idea de que esta variación existe en especies del mismo género, como es el caso de *Nemoura*, y como mencionó STEWART *et al.* (1995b), este hecho ahora confirmado, podría ser muy útil para realizar inferencias filogenéticas en el orden de los Plecópteros.

8.3.4. Comportamiento de cópula

La aproximación e inicio de la cópula es muy similar a otras especies de plecópteros (TIERNO DE FIGUEROA, 1998). Como ha sido apuntado en otras especies de plecópteros (BERTHÉLEMY, 1979a; BOTTORFF *et al.*, 1990) y en nuestro estudio en *H. flaviventris* e *I. curtata*, (ver capítulo 7.3.3.) las llamadas de “drumming” no son un requisito previo para la cópula, ya que si ocurre el encuentro accidental entre macho y hembra ellos pueden copular directamente. De hecho, sólo en un bajo número de casos en los que se produjo la cópula en el laboratorio (8,7% de las hembras, 11,5% de los machos) el “drumming” fue observado previamente a la cópula.



Tanto machos como hembras estaban preparados para la cópula desde el mismo día de su emergencia. BRINCK (1949) ya apuntó que las hembras de algunas especies (incluyendo algunas del género *Nemoura*) son receptivas poco después de la emergencia, mientras que KHOO (1964) observó un periodo de 4-7 días entre la emergencia y la cópula en *Nemoura avicularis* Morton, 1894. No obstante, KHOO (1964) también señaló que la disponibilidad de la hembra a la cópula no parecía depender de la maduración de los huevos, aunque hubo un período de maduración anterior tanto del macho como de la hembra antes de producirse la cópula. En relación con esto, HYNES (1976), en su trabajo recopilatorio sobre la biología de los plecópteros, también apuntó la existencia de un periodo de maduración o de preparación que osciló, dependiendo de las diferentes especies, desde justo después de la emergencia hasta algunos días después de que ocurriera esta. Particularmente, algunos *Nemouridae* y *Leuctridae* no son sexualmente activos hasta que tienen varios días de edad (HARPER, 1973; En: HYNES, 1976). Nuestros resultados muestran la disponibilidad de *N. fulviceps* a la cópula justo después de la emergencia, hecho que coincide con lo observado por BRINCK (1949).

A la hora de la cópula el macho monta a la hembra apoyándose sobre el pronoto y las alas, posteriormente arquea su abdomen hasta colocarlo bajo el abdomen de la hembra (con la característica forma de S). En esta posición paralela a la hembra el macho introduce su epiprocto en la apertura genital femenina para la transmisión del esperma, de la misma forma que ocurre en otras especies del género *Nemoura* en las que se ha estudiado (BRINCK, 1949, 1956; BRITAIN, 1973). La hembra usualmente arquea su abdomen para facilitar la cópula. Durante la cópula la pareja permanece inmóvil o el movimiento es muy limitado.

Cuarenta cópulas de 26 hembras y 23 machos fueron estudiadas en el laboratorio. Los resultados se muestran en la Tabla 8b. El número de cópulas por hembra osciló de una a tres, con una media de 1,5, y en todos los casos estudiados en los que se produjo más de una cópula, la hembra volvió a copular sin que se produjeran oviposiciones entre puestas.



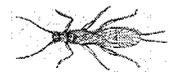
Biología de *Nemouroidea*

El número de cópulas por macho fue de 1,7 de media, con un rango de 1 a 4. Con estos datos, la especie puede ser considerada como poliándrica y poliginica (poligámica), como ha sido observado en otras especies de plecópteros (BRINCK, 1949; TIerno DE FIGUEROA, 1998, 2000). Esto demuestra que en las hembras este comportamiento es más frecuente de lo que usualmente se pensaba (HYNES, 1976).

	Macho				Hembra			
	Media	Rango	S.D.	N	Media	Rango	S.D.	N
Cop. 1	721	106-2775	669,3	23	775	106-2775	645,6	26
Cop. 2	798	182-1419	473,0	10	790	116-1419	470,0	10
Cop. 3	976	268-1277	480,5	4	1548	231-3332	1602,2	3
Cop. 4	2122	912-3332	1711,2	2	-	-	-	-
N. Cop.	1.7	1-4	1,0	39	1,5	1-3	0,7	39

Tabla 8c. – Duración de la posición de cópula en los machos y las hembras de *N. fulviceps*. Cop= duración de la posición de copula en minutos ; N. Cop= número de cópulas.

El tiempo que el macho y la hembra permanecían en la posición de apareamiento fue muy variable (Tabla 8b), pero en general fue muy prolongada, y no fue detectado incremento o decrecimiento de su duración entre sucesivos apareamientos de un mismo individuo, aunque de media si aumenta el tiempo en posición de cópula en cópulas sucesivas (Fig. 8c). BRINCK (1949) señaló que los machos y las hembras de *Nemoura* (particularmente *N. cinerea* (Retzius, 1783) y *N. erratica* Claassen, 1936) permanecen juntos en cópula por varias horas, mientras que en otros Euholognatha esto puede durar sólo unos 45-60 minutos. Este hecho también es confirmado por BRITAIN (1973), quien observó que *N. avicularis* permanecía en cópula en condiciones de laboratorio por más de 16 h., aunque la duración de cópula más usual fue de 2 h. KHOO (1964), señaló que el macho de *Nemoura* puede permanecer en posición de cópula por unos pocos días. Este último caso corresponde a un mecanismo de guarda de la pareja, como algunos autores habían descrito ya para algunas especies de plecópteros (KHOO, 1964; ALEXANDER Y STEWART, 1996b; TIerno DE FIGUEROA 1998, 2000). En nuestro



estudio, los machos no fueron observados intentando desplazar a otros machos en posición de cópula, como si se ha citado para otras especies (TIERNO DE FIGUEROA, 1998, 2000) y para el caso de *I. curtata* en la presente tesis (ver capítulo 7.3.4.2.).



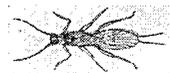
9. Conclusiones





En cuanto a la faunística:

1. Se han capturado un total de 35 especies de plecópteros de las 7 familias de la Península Ibérica, que suponen el 67,3 % de las especies presentes en el sur peninsular. Respecto del total de especies presentes en la Península Ibérica y Baleares, el sur posee un 37,68 %, aproximadamente un tercio del total (138). Esto representa una elevada riqueza específica dadas las características biogeográficas y ecológicas del grupo (de origen eurosiberiano, ligado a medios acuáticos fríos y con baja capacidad de dispersión).
2. La representación de cada familia en el área de estudio con respecto a la Península Ibérica muestra un predominio de los *Capniidae* (con el 60 % del total de especies ibéricas), posiblemente relacionado con su mayor capacidad de vuelo y dispersión, seguidos de los *Perlodidae* (40 %), relacionado con la existencia de numerosas especies de aguas temporales, *Taeniopterygidae* (35,7 %), *Leuctridae* (22,9 %), *Nemouridae* (17,1 %), *Chloroperidae* (14,3 %) y, finalmente, *Perlidae* (1,1 %). La escasez de estos últimos se explica por su relación a zonas e alta montaña y/o grandes ríos.
3. Las especies más ampliamente extendidas en el área de estudio fueron: *N. lacustris*, *C. mitis*, *G. franzi*, *H. flaviventris*, *P. alcazaba* y *P. meyeri* debido, entre otras causas, a la elevada capacidad de dispersión de algunas de ellas y a la capacidad de vivir tanto en ríos estacionales como permanentes. Entre las especies que poseen una distribución más restringida en el área de estudio destacan *I. bipartita*, *B. arcuata*, *L. hippopus*, *L. major* y *C. bifrons*, lo que podría ser debido al efecto borde, ya que estos sistemas montañosos constituyen los puntos más meridionales de sus distribuciones.
4. Se citan 16 especies por vez primera para la Sierra de Baza, con lo cual la plecoterofauna conocida consta de 19 taxones. En la Sierra de Huétor se aportan 6 nuevos taxones, lo que incrementa la lista de especies conocidas hasta 19. La fauna conocida de plecópteros de Sierra Morena asciende a 21. Las primeras citas conocidas de plecópteros en las Sierras Subbéticas Cordobesas (8) aparecen por vez primera en esta memoria de tesis. Se amplía el número de especies conocidas en la región del Algarve de 4 a 15 y número total de taxones a nivel específico de Portugal de 52 a 56.



5. El estudio corológico de la fauna de plec6pteros de los distintos sistemas montañosos del sur peninsular muestra un elevado porcentaje de especies de distribución europea y paleártica en las Sierras de Cazorla, Huétor, Baza y Sierra Nevada, que se podría explicar por haber actuado más como refugios de especies de amplia distribución que como centros de especiación, lo que explica también el bajo porcentaje de endemismos béticos. Estas sierras antes mencionadas poseen un bajo porcentaje de especies comunes a la fauna norteafricana (alrededor de tres veces menos que Sierras Subbéticas, Algarve, Serranía de Ronda, sur de Cádiz o Sierra Morena), esto se explicaría por su mayor lejanía o por la existencia de mayores diferencias en el medio. Destaca el mayor porcentaje de endemismos béticos observados de este grupo corológico de especies en el sur de Cádiz, Serranía de Ronda y Sierra Nevada, posiblemente debido a su mayor superficie respecto a las demás áreas béticas estudiadas.

6. Del estudio de afinidad de la fauna de plec6pteros entre las diversas áreas del sur peninsular y el norte de África podemos concluir:

- En lo que respecta al Sistema Penibético: existencia de marcada afinidad entre Sierra de Huétor y Sierra de Baza (ambas relativamente próximas), una menor afinidad entre éstas y Sierra Nevada debido a la elevada altitud de esta última y su papel como refugio tras las glaciaciones para especies propias de áreas de mayores latitudes, y gran afinidad entre la Serranía de Ronda y el Campo de Gibraltar por su proximidad.
- En lo que respecta a Sierra Morena, Algarve y Sierras Subbéticas Cordobesas: clara afinidad entre Algarve y Sierra Morena por ser una continuación de la otra y por compartir características ambientales muy similares, y similitud entre Sierra Morena y Sierras Subbéticas por su proximidad. Con respecto al resto de las áreas estudiadas, las diferencias con Sierra Morena y Algarve se pueden explicar por su separación geográfica por la depresión del Guadalquivir y por su origen geológico.
- La afinidad entre el norte de África y el sur Peninsular es baja a pesar de la existencia de endemismos béticorifeños. No obstante, la afinidad existente se explicaría por la separación definitiva tardía, en el Plioceno inferior, de ambos sistemas montañosos, la Cordillera Rifeña y el Sistema Penibético.



7. Los resultados de la aplicación de los índices de solapamiento en las diferentes áreas estudiadas muestran: elevados valores de solapamiento entre las especies más extendidas, o entre aquellas que comparten sus requerimientos ecológicos en cuanto a la estacionalidad o no de los cursos de agua. Esto último ocurre en *H. flaviventris*, *R. christinae* y *C. libera* (estacionales en la Sierra de Huétor), *A. triangularis*, *L. geniculata* y *L. iliberis* (permanentes en la Sierra de Huétor), *I. pallida*, *G. franzi* y *H. flaviventris* (estacionales en Sierra Morena) y *H. flaviventris*, *B. auberti* y *N. lacustris* (estacionales en Sierras Subbéticas Cordobesas).

8. En lo que respecta a la fauna asociada a arroyos temporales y permanentes, son mayoría las que pueden habitar en ambos (en todo el área de estudio). Mientras que en las Sierras de Baza y Huétor dominan las exclusivamente limitadas a aguas permanentes sobre las que sólo habitan medios estacionales, la situación se invierte en el caso de Sierra Morena y Sierra Subbética Cordobesa. Respecto a las asociaciones ecológicas señaladas por AUBERT (1963b) predominan las orófilas en las dos primeras sierras (además de en Sierra Nevada), las termófilas en Sierra Morena y Subbéticas Cordobesas y aparecen equilibradas en el Algarve (a las que habría que añadir el Sur de Cádiz y la Serranía de Ronda).

9. A partir de los datos obtenidos podemos concluir que las especies *B. vera cordubensis*, *R. christinae*, *C. schilleri* y *L. franzi paenibetica* que fueron consideradas como vulnerables en cuanto a su estado de conservación previamente, aparecen mejor representadas en el área de estudio.

- En cuanto a la fenología:

1. Las especies de plecópteros capturadas en la Sierra de Baza se pueden agrupar según su fenología en seis categorías diferentes de período de vuelo: otoñal-invernal (*L. fusca*, *L. iliberis*, *C. libera*, *C. mitis*, *C. schilleri* y *C. nigra*), invernal-primaveral (*L. andalusiaca*), primaveral (*A. triangularis*, *N. cinerea* y *N. lacustris*), primaveral-estival (*I. nevada* y *C. nevada*), estival-otoñal (*L. franzi paenibetica*) y extendido (*P. alcazaba*, *P. meyeri*, *N. fulviceps*, *L. maroccana* e *I. nevada* (en E7)). La mayor parte de las especies



(65%) están presentes en otoño e invierno, seguidas por las presentes en primavera (59%) y por último en verano (35%).

2. Las especies de plecópteros capturadas en la Sierra de Huétor se pueden agrupar según su fenología en siete categorías diferentes de período de vuelo: otoñal (*L. fusca* y *L. geniculata*), otoñal-invernal (*C. libera*), invernal (*R. christinae*, *C. bifrons* y *C. schilleri*), invernal-primaveral (*L. andalusiaca*), primaveral (*H. flaviventris*, *P. marginata*, *A. triangularis*, *N. cinerea* y *N. lacustris*), primaveral-estival (*I. nevada*) y extendido: *P. alcazaba*, *P. meyeri*, *N. fulviceps*, *C. mitis*, *L. iliberis* y *L. maroccana*. La mayor parte de las especies están presentes en los meses primaverales (74%), seguido por los invernales (58%), después estarían los otoñales (53%) y, por último, los estivales (26%, de estas especies el 80% son primeras capturas de especies otoñales).

3. De la comparación del número de especies que están presentes en cada estación del año entre las Sierras de Baza y Huétor, destaca el mayor porcentaje de especies primaverales y menor de estivales en la primera respecto a la segunda, posiblemente debido al mayor estiaje que sufren en la Sierra de Huétor los ríos y arroyos.

4. En lo que respecta a los períodos de vuelo de las especies presentes en Sierra Morena, Algarve y Sierras Subbéticas Cordobesas, y en general para todo el área de estudio, se produce en relación a otras áreas más septentrionales un adelanto de las especies primaverales y estivales (relacionados con el estiaje) y un retraso en algunas especies otoñales (relacionado con las mayores temperaturas de las zonas meridionales respecto a las más norteñas).

- En cuanto a la taxonomía:

1. Se describen y figuran por primera vez las ninfas de *Capnioneura gelesae* y *C. libera* y se realiza una clave de identificación para las ninfas, macho y hembra, del género presentes en la Península Ibérica y norte de África (cinco especies) mediante el uso de caracteres empleados tradicionalmente (coloración, sedas de superficie, forma del



epiprocto y paraproctos del macho), así como otros nuevos, tales como la forma de los paraproctos de la hembra.

2. El estudio del grado de pigmentación y el diseño dorsal del octavo terguito abdominal de una población de *Leuctra maroccana* pone de manifiesto la existencia de una elevada variabilidad morfológica en un carácter tradicionalmente usado en la taxonomía del género. Esta variabilidad también se presenta entre poblaciones. A partir de estos resultados, junto con otros datos de variabilidad inter- e intrapoblacional presentes en la literatura, podemos concluir que: 1) la validez absoluta de muchos de los caracteres tradicionalmente usados en taxonomía tiene que ser considerada con cierta reserva, y en cualquier caso deberían ir apoyados, siempre que sea posible, con estudios genéticos, bioquímicos, etológicos, etc., 2) hay que tener en consideración la existencia de variabilidad morfológica tanto inter- como intrapoblacional, y cuando sea factible estudiar el máximo número de ejemplares previamente a la descripción de un nuevo taxón y si es posible en diferentes momentos de su periodo de vuelo, y 3) en consecuencia, hay que ser conservador ante la descripción de un nuevo taxón, y no dar una importancia fundamental a pequeñas variaciones morfológicas que, en gran parte de los casos, son simplemente fruto de variabilidad entre individuos.

- En cuanto a la Biología de Perloidea:

1. Los adultos, machos y hembras, de *H. flaviventris* consumen alimento durante el estado adulto y este consiste en una gran variedad de componentes (granos de polen, cianobacterias, cianolíquenes, etc) que indican una escasa selectividad. La alimentación adulta en esta especie jugaría un importante papel en la maduración de los huevos.

2. A partir de la descripción de las llamadas vibracionales intersexuales de las cinco especies descritas en la presente memoria (*H. flaviventris*, *G. franzi*, *I. bipartita*, *I. curtata* e *I. pallida*) y de dos previamente analizadas en la literatura (*I. grammatica* e *I. nevada*) se obtiene una aproximación evolutiva para explicar la diversificación de la comunicación vibracional en los perlódidos del sur peninsular. Se observa una gradual complejidad desde la más simple llamada encontrada en todo el orden Plecoptera



(mostrada por *G. franzi*) hasta otras muy complejas como las de *I. nevada* e *I. bipartita* que, además, muestra un nuevo método de producción de señales (“rubbing” o arrastre) para esta familia de plecópteros (que previamente sólo se conocía en pérlicos y peltopérlicos), pasando por las llamadas de intermedia complejidad de otras especies de *Isoperla*. Este esquema evolutivo resulta coincidente con el “Paradigma de Evolución del Drumming” propuesto por Stewart (2001).

3. Los dúos de “drumming” de *G. franzi* y *H. flaviventris* son modelos simples y monofásicos compuestos por sólo dos batidos en la llamada del macho y uno en la respuesta de la hembra, en el caso de la primera, y por tres batidos con reducción en el intervalo entre batidos en el macho y de uno a tres batidos en la hembra, en la segunda. El macho de *I. pallida* muestra un modelo ancestral de llamada, más simple que el descrito en las restantes especies ibéricas de *Isoperla*, monofásica y con elevado número de batidos. *I. curtata* presenta una llamada de “drumming” difásica (como también ocurre en *I. grammatica*) con aumento de la frecuencia de batidos. Por último la señal de *I. bipartita* es un modelo notablemente diferente, producida por grupos de arrastres (“rubbing”) en el macho y un batido y un arrastre (“drumming” más “rubbing”) en la respuesta de la hembra solapada con la llamada del macho.

4. En lo respecta al comportamiento de cópula, tanto *H. flaviventris* como *I. curtata*, muestran poliandria y poliginia, confirmando la existencia de dichos comportamientos en el orden Plecoptera. Las pautas de aproximación y realización del apareamiento son similares a otros Perloidea, aunque *I. curtata* adopta una posición en “V” peculiar, diferente a la descrita en otros plecópteros. Existen intentos de desplazamiento de cópula por parte de otros machos en *I. curtata*, pero con un bajo éxito de logro.

5. En la hembra de *I. curtata* existe una correlación estadísticamente significativa entre el tamaño de la hembra y el número de cópulas que realiza, que no se observa en el macho.

6. El huevo de *H. flaviventris*, de sección con forma de estrella de tres puntas, no presenta collar ni disco de anclaje, posiblemente relacionado con su enterramiento en el substrato al ser una especie de período de vuelo primaveral de aguas temporales. El



huevo de *I. curtata* se diferencia del de las restantes especies de *Isoperla* por la presencia de celdillas coriónicas de bordes lobulados.

7. El número de puestas puede ser de hasta 4 en *H. flaviventris* e *I. curtata* y la fecundidad máxima fue mayor en la primera (357 huevos/hembra) que en la segunda (319 huevos/hembra).

- En cuanto a la Biología de Nemouroidea:

1. En condiciones de laboratorio, la emergencia de *N. fulviceps* es independiente de las condiciones de luz (luz vs. oscuridad).

2. La alimentación adulta de *N. fulviceps* consiste principalmente en cianobacterias y ascomicetes, aunque se comprobó la ingestión de materia animal en laboratorio y en la naturaleza. Además, los especímenes que consumen materia animal incrementan su longevidad, lo que implica asimilación de dicha materia. Los presentes datos constituyen la primera demostración satisfactoria de la ingestión y digestión de materia animal en los adultos del orden de los Plecópteros.

3. El dúo de comunicación vibracional mediante “drumming” del macho y la hembra de *N. fulviceps* muestra un modelo ancestral monofásico, consistente en grupos de batidos con frecuencia regular, confirmando la elevada variabilidad observada hasta el momento en las llamadas de Nemouridae.

4. El tiempo que transcurre el macho de *N. fulviceps* en posición de cópula es muy variable y puede superar dos días, lo que constituye, sin duda, un mecanismo de guarda de la pareja. Machos y hembras de esta especie son poligámicos.







10. Bibliografía





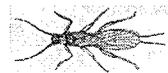
- ABBOTT, J. C. & STEWART, K. W. 1993. Male search behavior of the stonefly, *Pteronarcella badia* (Hagen) (Plecoptera: Pteronarcyidae), in relation to drumming. *Journal of Insect Behavior*, 6(4): 467-481.
- AGÜERO PELEGRÍN, M.; HERRERA GRAO, A. F. & FERRERAS ROMERO, M. 1998. Plecópteros y odonatos de la cuenca del Río Hozgarganta. *Almoraima*, 241-248.
- ALBA-TERCEDOR, J. 1979. Larvas de Plecópteros de las estribaciones de Sierra Nevada (Granada). Factores que intervienen en su distribución. *Bol. Asoc. Esp. Entom.*, 3: 193-198.
- ALBA-TERCEDOR, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *IV SIAGA*, Almería, II: 203-213.
- ALBA-TERCEDOR, J. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnetica*, 4: 51-56.
- ALEXANDER, K. D. & STEWART, K. W. 1996a. Description and theoretical considerations of mate finding and other adult behaviors in a Colorado population of *Claasenia sabulosa* (Plecoptera: Perlidae). *Ann. ent. Soc. Am.*, 89(2): 290-296.
- ALEXANDER, K. D. & STEWART, K. W. 1996b. The mate searching behavior of *Perlinella drymo* (Newman) (Plecoptera: Perlidae) in relation to drumming on a branched system. *Mitt. Schweiz. Ent. Gessells. Bull. Soc. Ent. Suisse*. 69: 77-94.
- AUBERT, J. 1946. Les Plécoptères de la Suisse romande. *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.*, 20: 7-128.
- AUBERT, J. 1948. Plécoptères décrits par le R. P. L. Navás S.J. 10 note sur quelques types du Musée de Barcelone. *Bull. Soc. Ent. Suisse*, 21(1): 180-184.



- AUBERT, J. 1952a. Plécoptères décrits par le R. P. L. Navás. 20 note: note sur quelques types del Museums de Barcelone et de Paris. *Bull. Soc. Ent. Suisse*, 25(3): 239-241.
- AUBERT, J. 1952b. Plécoptères décrits par le R. P. L. Navás S. J. 3. des espèces de la Peninsule Ibérique. *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.*, 25: 242-250.
- AUBERT, J. 1952c. Plécoptères récoltés par Mr. F. Schmid en Espagne. *Eos*, 28: 249-270.
- AUBERT, J. 1953. Plécoptères européens nouveaux. *Mitt. Schweiz. Ent. ges.*, 26: 72-76.
- AUBERT, J. 1954a. Quelques *Nemouridae* espagnols nouveaux. *Mitt. Schweiz. Ent. ges.*, 27: 115-123.
- AUBERT, J. 1954b. *Dinocras klapaleki* n. sp. et la répartition des *Dinocras* en Suisse et en Europe (Plécoptères, Perlidae). *Mitt. Schweiz. Ent. ges.*, 27: 437-440.
- AUBERT, J. 1956a. Contribution à l'étude des Plécoptères d'Espagne. *Mem. Soc. vaudoise Sc. nat.*, 11(5): 209-276.
- AUBERT, J. 1956b. Contribution à l'étude des plécoptères d'Afrique du Nord. *Bull. Soc. Ent. Suisse*, 29: 419-436.
- AUBERT, J. 1957. Les Plécoptères du Musée de Barcelone. *Trav. Mus. Zool. Barcelona, Nov. ser. Zool.*, 2(3): 1-6.
- AUBERT, J. 1959. *Plecoptera*. *Insecta helvetica* I. Lausanne, 140 pp.
- AUBERT, J. 1960. Contribution a l'etude des Plécoptères du Maroc. *Bull. Soc. Ent. Suisse.*, 33: 213-22.



- AUBERT, J. 1961. Los Plecópteros del Instituto español de Entomología. *Graellsia*, 19: 91-94.
- AUBERT, J. 1962. Quelques *Leuctra* nouvelles pour l'Europe (Plécoptères, *Leuctridae*). *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.*, 35: 155-169.
- AUBERT, J. 1963a. Les Plécoptères de la Péninsule Iberique. *Eos*, 39: 23-107.
- AUBERT, J. 1963b. Les Plécoptères des cours d'eau temporaires de la Péninsule Ibérique. *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.*, 35: 301-315.
- AUBERT, J. 1963c. Deux *Protonemura* nouvelles de France et d'Espagne. *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.*, 36: 123-126.
- AZZOUZ, M. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1994. Primera captura de *Leuctra franzi paenibetica* Sánchez-Ortega & Roperó-Montero, 1993 (Insecta, Plecoptera: Leuctridae) en el norte de África. *Graellsia*, 50: 167.
- BAENA, M. 1983. Plecópteros de la provincia de Córdoba. *Resúmenes II Congreso Español de Limnología*. Murcia 14-16 de Abril de 1983.
- BEER-STILLER, A. & ZWICK, P. 1995. Biometric studies of some stoneflies and a mayfly (Plecoptera and Ephemeroptera). *Hydrobiologia*, 299: 169-178.
- BENEDETTO, L. 1970. Notes about the biology of *Jewettoperla munoai* Benedetto (Plecoptera, Gripopterygidae). *Limnologica*, 7: 383-389.
- BERTHÉLEMY, C. 1964. Intérêt taxonomique des oeufs chez les *Perlodes* européens. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*. 99: 529-537.
- BERTHÉLEMY, C. 1965. Note faunistique sur les Plécoptères du Massif Central. *Annales de Limnologie*, 1(2): 221-237.

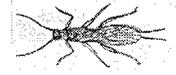


- BERTHÉLEMY, C. 1966. Reserches écologiques et biogéographiques sur les Plécoptères et Coléoptères d'eau courante (Hydraena et Elminthidae) des Pyrénées. *Annales de Limnologie*, 2: 227-458.
- BERTHÉLEMY, C. 1969. Les *Capnioneura* des Pyrénées (Plecoptera). *Annl. Limnol.*, 5(1): 25-47.
- BERTHÉLEMY, C. 1973: Données préliminaires sur les Plécoptères de Tunisie. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 18: 1544-1548.
- BERTHÉLEMY, C. 1979a. Accouplement, période d'incubation et premiers stades larvaires de *Brachyptera braueri* et de *Perlodes microcephalus* (Plecoptera). *Ann. Limnol.*, 15: 317-335.
- BERTHÉLEMY, C. 1979b. Mating calls and taxonomy in pyrenean *Isoperla*. *Gewasser*, 64: 71-72.
- BERTHÉLEMY, C. & BAENA, M. 1984. On some Plecoptera from southern Spain. *Annl. Limnol.*, 20(1-2): 21-24.
- BERTHÉLEMY, C. & GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. 1983. Les *Taeniopterygidae* du bassin du Duero (Insecta: Plecoptera). *Annl. Limnol.*, 19(1): 9-16.
- BERTHÉLEMY, C. & WHYTTON DA TERRA, L. 1980. Plécoptères du Portugal (Insecta). *Annl. Limnol.*, 16(2): 159-182.
- BERTRAND, H. & AUBERT, J. 1952. Récoltes de Plécoptères dans les Pyrénées. *Ann. Soc. Ent. France*, 121: 93-106.
- BERTRAND, H. & AUBERT, J. 1955. Récoltes de Plécoptères dans les Pyrénées (note complémentaire). *Bull. Soc. Ent. France*, 60: 146-149.



Bibliografía

- BOCQUET, C. 1944. Liste des Plécoptères de la région de Valence (Drôme) et description de trois nymphes nouvelles. *Trav. Lab. Hydrob. Piscis. Univ. Grenoble*, 1942-1944: 1-14.
- BOHIGAS, H. 1917. Catalog des Insectes del Museo (Barcelona). *Publ. Junta Cien. Nat. Barcelona*, 2: 309-310.
- BOLÍVAR, I. 1902. Apuntes para el estudio de los Pérlidos de España. *Bol. R. Soc. esp. Hist. Nat.*, 2: 204-207.
- BOTTORFF, R. L.; STEWART, K. W. & KNIGHT, A. W. 1989. Description of drumming of *Susulius*, a new genus of stonefly (Plecoptera: Perlodidae) from California. *Ann. ent. Soc. Am.*, 82(5): 545-554.
- BOTTORFF, R. L.; SZCZYTKO, S. W.; KNIGHT, A. W. & DIMICK, J. J. 1990. Drumming behavior of four western nearctic *Isoperla* species (Plecoptera: Perlodidae). *Ann. ent. Soc. Am.*, 83(5): 991-997.
- BRINCK, P. 1949. Studies of Swedish Stoneflies (Plecoptera). *Opusc. ent.*, suppl. 11: 1-250.
- BRINCK, P. 1956. Reproductive system and mating in Plecoptera. *Opusc. ent.*, 21: 57-128.
- BRITAIN, J. E. 1973. The biology and life cycle of *Nemoura avicularis* Morton (Plecoptera). *Freshwat. Biol.*, 3: 199-210.
- BRITAIN, J. E. 1990. Life history strategies in Ephemeroptera and Plecoptera. En: I. C. Campbell (Ed.): *Mayflies and Stoneflies*. 1-12. Kluwer Academic Publishers.
- BRULLE. 1832. Partie des Insectes dans l'ouvrage de la Comission Scientifique de la expedition de Morée. Paris.

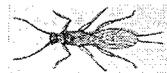


- BUTLER, M. G. 1984. Life Histories of Aquatic Insects. 24-55. In: Resh & Rosenberg (ed.): *The ecology of Aquatic Insects*. Praeger, N.Y.
- CATHER, M. R. & GAUFIN, A. R. 1975. Life history and ecology of *Megarcys signata* (Plecoptera: Perlodidae), Mill Creek, Wasatch Mountains, Utah. *Great Basin naturalist*, 35(1): 39-48.
- COSTELLO, M. J. 1988. Preliminary observations on wing-length polymorphism in stoneflies (Plecoptera: Insecta) in Ireland. *Irish Natur. J.*, 22: 474-478.
- DEGRANGE, C. H. 1957. L'Oeuf et le mode d'éclosion de quelques Plécoptères. *Trav. Lab. Hydrobiol. Grenoble.*, 48/49: 37-49.
- DESPAX, R. 1945. Une forme brachyptère du genre *Leuctra* Stephens: *Leuctra carpentieri* n. sp. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 80: 231-234.
- DESPAX, R. 1949. Une nemoire nouvelle pour la faune espagnole (Plecoptera). *Bull. Soc. Ent. France*, 54: 47-48.
- DEWALT, R. E. & STEWART, K. W. 1995. Life histories of stoneflies (Plecoptera) in the Río Conejos of Southern Colorado. *Great Basin Naturalist*, 55(1): 1-18.
- EBERHARD, W. G. 1997. Sexual selection by cryptic female choice in insects and arachnids. En: J. C. Choe & B. J. Crespi (eds). *The Evolution of Mating System in Insects and Arachnids*. 32-57. Cambridge Academic Press.
- EDMUNDS, G. F. JR.; JENSEN, S. L. & BERNER, L. 1976. The mayflies of North and Central America. Univ. of Minnesota Press. Minneapolis. pp. 330.
- ELLIOTT, J. M. 1986. The effect of the temperature on the egg incubation period of *Capnia bifrons* (Plecoptera: Capniidae) from Windermere (english Lake District). *Holarctic Ecol.*, 9: 113-116.



Bibliografía

- ELLIOTT, J. M. 1987. Life cycle and growth of *Leuctra geniculata* (Stephens) (Plecoptera: Leuctridae) in the river Leven. *Entomol. Gaz.*, 38: 129-1134.
- FLANNAGAN, J. F. & COBB, D. G. 1991. Emergence of stoneflies (Plecoptera) from an unstable stream in Manitoba, Canada. En: J. Alba-Tecedor y A. Sánchez-Ortega (eds.): *Overviews and Strategies of Ephemeroptera and Plecoptera*. 343-352.
- FOCHETTI, R. 1994. Biochemical Systematics and Biogeographical Patterns of the Italian and Corsican Species of the *Protonemura corsicana* Species Group (Plecoptera: nemouridae). *Aquatic Insect*, 16(1): 1-15.
- FOCHETTI, R.; DE MATTHAEIS, E.; KETMAIER, V.; OLIVERIO, M.; TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & SEZZI, E. 2001. Electrophoretic studies on the mediterranean genus *Tyrrhenoleuctra* (Plecoptera, Insecta). *2001 International Joint Meeting on Ephemeroptera and Plecoptera*. Perugia (Italy), 5-11 August. 61-62.
- FOCHETTI, R. & TIERNO DE FIGUEROA, J. M. 2002. Redescription of *Leuctra costai* Aubert, 1953 and considerations about its morphological variability (Plecoptera, Leuctridae). *Aquatic Insects*, in press.
- FRISON, T. H. 1929. Fall and winter stoneflies, or Plecoptera, of Illinois. *Illinois Nat. Hist. Surv. Bull.*, 18(2): 240-409. Solo un trozo: 359-365.
- FRISON, T. H. 1935. The stoneflies or plecoptera of Illinois. *Nat. Hist. Surv. Bull.*, 20: 277-471.
- FROELICH, C. G. 1990. Size variation in *Kempnyia* (Plecoptera: Perlidae). En: I. C. Campbell (ed.): *Mayflies and Stoneflies Biology*. 347-350. Kluwert Academic Publishers.
- GAGNEUR, J. & ALIANE, N. 1991. Contribution á la connaissance des Plécoptères d'Algerie. 311-323. En: J. Alba-Tecedor & A. Sánchez-Ortega (Eds.): *Overview and Strategies of Ephemeroptera and Plecoptera*.



- GALLARDO MAYENCO, A. 1990. Distribución de los Plecópteros en el río Guadiamar (Sevilla). *Ecología*, 4: 333-337.
- GARCÍA DE JALÓN, D. 1979. Estudio de las comunidades de macroinvertebrados especialmente del orden Trichoptera, del río Lozoya. Tesis Doctotal, Universidad de Madrid. 231 pp.
- GARCÍA DE JALÓN, D. & GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. 1982. Introducción a una zoosociología del macrobentos en los ríos de la Sierra de Guadarrama. *Boletín de la Estación central de Ecología*, 11(21): 63-71.
- GARCÍA DE JALÓN, D. & GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. 1986. Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera de los principales ríos de Málaga. *II Simposio sobre el agua en Andalucía*, 2: 331-346.
- GNATZY, W. & RUPPRECHT, R. 1972. The vesicle of *Nemurella pictetii* Klapálek (Insecta, Plecoptera). *Z. Morphol. Tiere*. 73: 325-342.
- GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. 1984. Distribution of Plecoptera in the Duero basin (Spain). *Annls. Limnol.*, 20(1-2): 49-56.
- GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. & GARCÍA DE VIEDMA, M. 1983. Consideraciones acerca de los Ephemeroptera, Odonata y Plecoptera del Coto Nacional de las Sierras de Cazorla y Segura. *Misc. Zool.*, 7: 53-66.
- HARPER., P. P. 1973. Emergence, reproduction and growth of setipalpiian Plecoptera in southern Ontario. *Oikos*, 24(1): 94-107.
- HAYASHI, Y.; ISOBE, Y. & OISHI, T. 1997. Diel periodicity of emergence of *Sweltsa* sp. (Plecoptera; Chloroperlidae). En: *Ephemeroptera and Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics*. P. Landolt & M. Sartori (Eds). 52-59.



- HOGUE, J. N. & HAWKINS, C. P. 1991. Morphological variation in adult aquatic insects: associations with developmental temperature and seasonal growth patterns. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 10: 309-321.
- HYNES, H. B. N. 1941. The taxonomy and ecology of the nymphs of British Plecoptera, with notes on the adults and eggs. *Trans. R. ent. Soc. Lond.*, 91: 459-557.
- HYNES, H. B. N. 1942. A study of the feeding of adult stoneflies (Plecoptera). *Proc. R. ent. Soc. London*, ser. A, 17: 81-82.
- HYNES, H. B. N. 1976. Biology of Plecoptera. *Ann. Rev. Ent.*, 21: 135-153.
- ILLIES, J. 1954. Zwei neue arten der Plecopterengattung *Leuctra* aus Spanien. *Mitt. Schweiz. ent. Ges.*, 27: 410-412.
- ILLIES, J. 1965. Phylogeny and zoogeography of the Plecoptera. *Ann. rev. Entomol.*, 10: 117-140.
- ISOBE, Y. 1997. Anchors of stonefly eggs. En: *Ephemeroptera and Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics*. P. Landolt & M. Sartori (Eds). 349-361.
- JÁIMEZ-CUÉLLAR, P.; LUZÓN-ORTEGA, J. M. & TIERNO DE FIGUEROA, J. M. 2000. Contribución al conocimiento de los Hemípteros acuáticos de la Sierra de Huétor (Granada). *Zoologica baetica*, 11: 115-126.
- KHOO, S. G. 1964. *Studies on the biology of Stoneflies*. Ph. D. thesis, Univ. Liverpool. 162+vii pp.
- KLAPÁLEK, F. 1901. O nových a málo známých družích palaearkických Neuropteroid. *Rospravy Ceske Akad.*, 10²¹: 1-19.
- KLAPÁLEK, F. 1902. Tres pérlidos de España. *Bol. Soc. Españ. Hist. Nat.*, 2: 111-115.



- KLAPÁLEK, F. 1907. Die europäischen arten der gattung *Perla* Geoffr. *Bull. int. Acad. Sc. Bohême*, 12: 117-138.
- KÜTREIBER, J. 1934. Die Plekopterenfauna Nordtirols. *Ber. Naturw. Med. Ver. Innsbruck*, 44: 1-219.
- KUUSELA, K. 1976. On the emergence biology of *Taeniopteryx nebulosa* (L.) (Plecoptera). *Ann. Entomol. Fenn.*, 42: 121-132.
- LESTAGE, J. A. 1923. La présence de *Nephelopteryx nebulosa* L. en Espagne et sa date d'apparition. *Bull. Soc. Ent. Belgique*, 5: 55-56.
- LILLEHAMMER, A. 1974. Norwegian stoneflies. I. Analysis of the variations in morphological and structural characters used in taxonomy. *Norsk ent. Tidsskr.* 21: 59-107.
- LILLEHAMMER, A. & ØKLAND, B. 1987. Taxonomy of stonefly eggs of the genus *Isoperla* (Plecoptera, Perlodidae). *Fauna Norv.*, Ser. B, 34(2): 121-124.
- LUZÓN-ORTEGA, J. M. & TIerno DE FIGUEROA, J. M. 2002. Los Plecópteros (Insecta, Plecoptera) de Montes de Toledo (España). *Bol. S.E.A.*, 30: 175-176.
- MAGALHÃES, F. 1993. Macroinvertebrates of lotic systems -Malcata Natural Reserve- (Portugal). *Actas VI Congreso Español de Limnología* (Granada, mayo de 1993): 339-346.
- MAKETON, M. & STEWART, K. W. 1988. Patterns and evolution of drumming behavior in the stonefly families Perlidae and Peltoperlidae. *Aquatic Insects*, 10: 77-98.
- MEMBIELA, P. 1990a. Contribución al conocimiento faunístico de los Plecópteros de Galicia (Plecoptera). *Boln. Asoc. esp. Ent.*, 14: 89-103.



- MEMBIELA, P. 1990b. Las larvas del género *Perla* (Plecoptera, Perlidae) en la Península Ibérica. *Misc. Zool.*, 14: 65-68.
- MEMBIELA, P. 1990c. Los Plecópteros de Galicia (España): Distribución altitudinal y períodos de vuelo. *Limnetica*, 6: 131-136.
- MEMBIELA, P. 1996. *Inventario dos Plecópteros de Galicia (Insecta: Plecoptera)*. Cadernos da área de Ciencias Biolóxicas (Inventarios). Seminario de Estudos Galegos, Vol. XIII. O Castro-Sada. A Coruña. Ed. do Castro, 33pp.
- MEMBIELA, P. & VIDAL, M. 1998. Las llamadas sexuales de *Isoperla grammatica* (Poda, 1761) (Plecoptera: Perlodidae). *Boln. Asoc. esp. Ent.*, 22(1-2): 15-21.
- MERTENS, H. 1923. Biologische und morphologische Untersuchungen an Plecopteren. *Arch. Naturgesch. Berlin*. 89: 1-38.
- MOHAGHEGH, J.; DE CLERCQ, P. & TIRRY, L. 1998. Body size and fecundity in two strains of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera, Pentatomidae) with a different rearing history. *6^o European Congress of Entomology*, República Checa, August 23-29, 1998: 283.
- MØLLER, A. P. & ZAMORA-MUÑOZ, C. 1997. Antennal asymetry and sexual selection in a cerambycid beetle. *Anim. Behav.*, 54: 1509-1515.
- MOREIRA, G. R. P. & PECKCARSKY, B. L. 1994. Multiple developmental pathways of *Agnatina capitata* (Plecoptera: Perlidae) in a temperate forest stream. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 13(1): 19-29.
- NAVÁS, L. 1899. Notas entomológicas. III. Ortópteros del Montseny (Barcelona). *Actas Soc. Españ. Hist. Nat.*, 1899: 92-96.
- NAVÁS, L. 1901. Notas neuropterológicas. IV. Perlidos de España. *Bull. Inst. catal. Hist. nat.*, 1 (6): 46-50.



- NAVÁS, L. 1913. Notas entomológicas. 5. Cuatro pequeñas colecciones de Neurópteros de la Península Ibérica. *Bol. Soc. Aragon. Cienc. Nat.*, 11: pag. 80.
- NAVÁS, L. 1917. Neurópteros nuevos o poco conocidos (90 serie). *Mems. R. Acad. Cienc. Artes Barcelona*, 13(26): 395-398.
- NAVÁS, L. 1924. Insectes de l'excursio de D. Ascensi Codina a Castella i Andalusia al Juny de 1923. *Trab. Mus. Cienc. Nat. Barcelona*, 4(11): 5.
- NAVÁS, L. 1938. Los Plecópteros de la Península Ibérica. *Asoc. Esp. Progr. Cien. Nat.*, Sec. 4, 151-161.
- NEBEKER, A. V. 1971. Effect of temperature at different altitudes on the emergence of aquatic insects from a single stream (Ple.). *J. Kansas ent. Soc.*, 44 (1): 26-35.
- NELSON, C. H. 1988. Note on the phylogenetic systematics of the family Pteronarcyidae (Plecoptera), with a description of the eggs and nymphs of the Asian species. *Ann. ent. Soc. Am.*, 81(4): 560-576.
- NEWPORT, G. 1851. On the anatomy and affinities *Pteronarcys regalis*, Newm.: with a postscript containing descriptions of some American Perlidae, together with notes on their habits. *Trans. Linn. Soc.*, 20: 425-451.
- PARDO, I. 1992. *Estudio comparado de la macrofauna bentónica (ambientes lóticos) de los ríos Louro y Tea (Pontevedra)*. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. 443 pp.
- PARDO, I.; EIROA, E. & NOVOA, F. 1991. Contribution to the Stonefly Fauna of Galicia. En: Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega (Eds). *Overview and Strategies of Ephemeroptera and Plecoptera*: 325-327.



Bibliografía

- PECKARSKY, B. L. & COWAN, C. A. 1991. Consequences of larval intraspecific competition to stonefly growth and fecundity. *Oecologia*, 88: 277-288.
- PICAZO MUÑOZ, J. 1995. *Caracterización y calidad de las aguas de los cauces de la cuenca del Río Guadiana Menor. Aspectos físico-químicos y macroinvertebrados acuáticos*. Tesis doctoral. Universidad de Granada. 256 pp.
- PICTET, A. E. 1865. *Synopsis des Néuroptères d'Espagne*. Gèneve.
- PICTET, F. J. 1841. *Histoire naturelle générale et particulière des insectes Néuroptères. famille des Perlides, Kessman*. Genève. 423 pp.
- PUIG, M. A. & FERRERAS, M. 1983. Plecópteros de Sierra Morena central (Córdoba): datos preliminares. *Actas del I Congreso Ibérico de Entomología*, 2: 609-612.
- PUIG, M. A., FERRERAS-ROMERO, M. & GARCÍA-ROJAS, A. 1990. Morphological variability of *Thyrrhenoleuctra minuta* (Klapalek, 1903) in Spain. En: I. C. Campbell (ed.). *Mayflies and Stoneflies: life histories and biology*. Kluwer Academic Publishers: 357-360.
- PUIG, M. A. & GALLARDO, A. 1985. Selección de hábitat de la población de Plecópteros del río Guadamar (S-España). *Resúmenes 3^{er} Congreso de la Asociación Española de Limnología*, León 2-5 de Julio de 1985. pp: 121-122.
- RAMBUR, M. P. 1842a. *Histoire naturelle des insectes Néuroptères*. Libraire encyclopédique de Roset, paris.
- RAMBUR, M. P. 1842b. *Fauna entomologique de l'Andalusie*. Paris.
- RAUŠER, J. 1971. A contribution to the question of the distribution and evolution of plecopterological communities in Europe. *Acta faun. ent. Mus Nat. Pragae*, 14: 33-63.



- RAVIZZA, C. 1998. Plecoptera Capniidae of the Italian Region. (Insecta). *Atti Soc. it. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat. Milano*, 139(1): 73-95.
- REAL, R. 1992. Las tendencias geográficas de la riqueza específica. In: VARGAS, REAL & ANTÚNEZ (Eds.), *Objetivos y Métodos Biogeográficos. Aplicaciones en Herpetología*. Asociación Herpetológica Española. Monogr. Herpetol, 2. 85-94.
- RIEDERER, R. A. A. 1985. Emergence behaviour of some mayflies and stoneflies (Insecta: Ephemeroptera and Plecoptera). *Verh. Int. Ver. Limnol.*, 22: 3260-3264.
- ROPERO, J. M.; PEÑA, M. P. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1995. Composición y fenología de la fauna de Plecópteros (Insecta, Plecoptera) del sur de la provincia de Cádiz. *Boln. Asoc. esp. Ent.* 19 (3.4): 149-162.
- ROSCISZEWSKA, E. 1991. Ultrastructural and histochemical studies of the egg capsules of *Perla marginata* (Panzer, 1799) and *Dinocras cephalotes* (Curtis, 1827) (Plecoptera: Perlidae). *Int. J. Insect Morphol. Embryol.*, 20: 189-204.
- ROSENHAUER, W. G. 1856. *Die Thiere Andalusiens*. Erlangen.
- ROTHERAY, G. E. & LISTON, A. D. 1985. Predation in an adult stonefly (Plecop., Chloroperlidae). *Entomol. Monthly Mag.*, 121: 237.
- RUPPRECHT, R. 1965. Trommeln als verständigungsmittel bei steinfliegen (Plecoptera). *Z. Naturf. Tübingen*, (20b)12: 1258-1260.
- RUPPRECHT, R. 1968. Das trommeln der Plecopteren. *Z. vergl. Physiol.*, 59: 38-71.
- RUPPRECHT, R. 1969. Zur Artspezifität der Trommelsignale der Plecopteren (Insecta). *Oikos*, 20: 26-33.
- RUPPRECHT, R. 1977. Nachweis von trommelsignalen bei einem europäischen vettertor der steinfliegenfamilie Leuctridae (Plecoptera). *Entomol. Gen.*, 3: 333-336.



- RUPPRECHT, R. 1978. Proof of drumming-signals in a European species of the stonefly family Leuctridae (Plecoptera). *Entomol. Ger.*, 3: 333-336.
- RUPPRECHT, R. 1981. A new system of communication within Plecoptera and a signal with a new significance. *Biol. Int. Wat.* (Proc. 7th Internat. Symposium on Plecoptera), n°2: 19-43.
- RUPPRECHT, R. 1982. Drumming signals of Danish Plecoptera. *Aquatic Insects*, 4(2): 93-103.
- RUPPRECHT, R. 1983. Kommunikationssignale von Arten der Gattung *Isoperla* (Plecoptera) und deren Einung zur Abgrenzung von Arten. *Verh. Dtsch. Zool. Ges.*, 1983: 198.
- RUPPRECHT, R. 1984. *Isoperla grammatica* Poda, 1761. Beschreibung eines neotypus (Plecoptera). *Ann. Limnol.*, 20(1-2): 81-90.
- RUPPRECHT, R. 1990. Can adult stoneflies utilize what they eat?. pp. 119-123. En: I. C. Campbell (ed.): *Mayflies and Stoneflies: life histories and biology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. Holanda. 119-123.
- RUPPRECHT, R. 1997. An attempt to explain different drumming signals within *Capnia bifrons*. En: *Ephemeroptera and Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics*. P. Landolt & M. Sartori (Eds). 93-98.
- SALVEIT S J. 1977. Felt- og laboratoriestudier på steinfluer (Plecoptera) i Sørkedalselven med spesiell vekt på slekten *Amphinemura*. Ph. D. Thesis. Univ. Oslo.
- SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1986. *Taxonomía, Ecología y Ciclos de vida de los Plecópteros de Sierra Nevada*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 428 pp.
- SÁNCHEZ-ORTEGA, A. & ALBA-TERCEDOR, J. 1987. *Lista faunística y bibliográfica de los Plecópteros (Plecoptera) de la Península Ibérica*. Listas de la flora y fauna de



las aguas continentales de la Península Ibérica. *Asoc. Esp. Limnol. Publicación N° 4*. 133 pp.

SÁNCHEZ-ORTEGA, A. & ALBA-TERCEDOR, J. 1989. Características de fenología y distribución de las especies de Plecópteros de Sierra Nevada (Insecta: Plecoptera). *Boln. Asoc. esp. Ent.*, 13: 213-230.

SÁNCHEZ-ORTEGA, A. & ALBA-TERCEDOR, J. 1990a. Life cycles of some species of Plecoptera in Sierra Nevada (South of Spain). En: Campbell, I. C. (ed.). *Mayflies and Stoneflies: Life histories and biology*. Kluwer Academic Publishers: 43-52.

SÁNCHEZ-ORTEGA, A. & ALBA-TERCEDOR, J. 1990b. Los Plecópteros de Sierra Nevada (Granada, España). *Zool. baetica*, 1: 77-146.

SÁNCHEZ-ORTEGA, A.; ALBA-TERCEDOR, J. & TIerno DE FIGUEROA, J. M. 2002. *Lista faunística y bibliográfica de los Plecópteros (Plecoptera) de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Listas de la flora y fauna de las aguas continentales de la Península Ibérica. *Asoc. Esp. Limnol.* En prensa.

SÁNCHEZ-ORTEGA, A. & AZZOUZ, M. 1998. Faunistique et phénologie des Plécoptères (Insecta, plecoptera) du Rif marocain (Afrique du Nord). Relations avec les autres aires de la région méditerranéenne occidentale. *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.*, 71: 449-461.

SÁNCHEZ-ORTEGA, A.; PEÑA-CUENCA, M. P. & ROPERO-MONTERO, J. M. 1990. Sobre la distribución de *Leuctra iliberis* Sánchez-Ortega y Alba-Tercedor, 1988 (Plecoptera. Leuctridae). *Boln. Asoc. esp. Ent.*, 14: 269.

SÁNCHEZ-ORTEGA, A. & ROPERO-MONTERO, J. M. 1991. Nuevos datos sobre la distribución de *Rhabdiopteryx christinae* Theischinger, 1975 (Plecoptera, Taeniopterygidae) en la Península Ibérica. *Eos*, 66(2): 229-230.



- SÁNCHEZ-ORTEGA, A. & ROPERÓ-MONTERO, J. M. 1993. *Leuctra franzi paenibetica* n. ssp. del sur de la Península Ibérica. (Insecta: Plecoptera). *Graellsia*, 49: 119-121.
- SÁNCHEZ-ORTEGA, A. & TIERNO, J. M. 1996. Current situation of stonefly fauna (Insecta: Plecoptera) in the Iberian Peninsula and the Balearic Islands. *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.*, 69: 77-94.
- SCHOENEMUND, E. 1924. Plecoptera. *Biol. Tiere Deutschlands*, 32: 1-34.
- SCHOENEMUND, E. 1930. Beitrag zur Kenntnis der Ephemeropteren und Plecopterenfauna Spaniens. *Zool. Anz.*, 90: 62-63.
- SEZZI, E.; FOCHETTI, R. & CACCONE, A. 2001. Mitochondrial DNA rates and phylogeny in the genus *Tyrrhenoleuctra* (Plecoptera, Insecta). *2001 International Joint Meeting on Ephemeroptera and Plecoptera*. Perugia (Italy), 5-11 August. 60-61.
- SIEGEL, S. & CASTELLAN, N. J. JR. 1988. *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. 2nd ed. McGraw-Hill. New York. 399 pp.
- SIMPSON, G. G. 1964. Species density of North America recent mammals. *Syst. Zool.*, 13: 57-73.
- SOPOW, S. L. & QUIRING, D. T. 1998. Body size of spruce-galling adelgids is positively related to realized fecundity in nature. *Ecological Entomology*, 23: 476-479.
- STARK, B.P., GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. & SZCZYTKO, S.W. 1986. Systematic studies on western palaeartic Perlodini (Plecoptera: Perlodidae). *Aquatic Insects*, 8(2): 91-98.
- STARK, B. P. & SZCZYTKO, S. W. 1982. Egg morphology and phylogeny in Pteronarcyidae (Plecoptera). *Ann. Ent. Soc. Am.*, 75(5): 519-529.



- STARK, B. P. & SZCZYTKO, S. W. 1988. Egg morphology and phylogeny in Arcynopterygini (Plecoptera: Perlodidae). *J. Kansas Entomol. Soc.*, 61(2): 143-160.
- STEWART, K. W. 1976. Mating behavior of *Paracnetina fumosa*, *Perlinella drymo* and *Hydroperla crosbyi*; with special emphasis on external sperm transfer in *H. crosbyi*. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 88: 413-414. (Buscar en Bauman, 1976).
- STEWART, K.W. 1994. Theoretical considerations of mate finding and others adult behaviors of Plecoptera. *Aquatic Insects*, 16(2): 95-104.
- STEWART, K.W. 1997. Vibrational Communication in Insects. Epistome in the language of Stoneflies?. *American Entomologist*, summer 1997: 81-91.
- STEWART, K.W. 2001. Vibrational communication (drumming) and mate-searching behavior of stoneflies (Plecoptera); evolutionary considerations. Pp. 217-225. En: E. Domínguez (ed). *Trends in Research in Ephemeroptera and Plecoptera*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2001.
- STEWART, K. W.; ABBOTT, J. C. & BOTTORFF, R. L. 1995a. The drumming signals of two stonefly species *Cosumnoperla hypocrena* (Perlodidae) and *Paraperla wilsoni* (Chloroperlidae); a newly discovered duet pattern in plecoptera. *Ent. News*, 106(1): 13-18.
- STEWART, K. W., ABBOTT, J. C.; KIRCHNER, R. F. & MOULTON, S. R. 1995b. New descriptions of North American Euholognathan stonefly drumming (Plecoptera) and first Nemouridae ancestral call discovered in *Soyedina carolinensis* (Plecoptera, Nemouridae). *Ann. Ent. Soc. Am.*, 88(2): 234-239.
- STEWART, K. W.; ATMAR, G. L. & SOLON, B. M. 1969. Reproductive morphology and mating behavior of *Perlesta placida* (Plecoptera: Perlidae). *Ann. Ent. Soc. Am.*, 62(6): 1433-1438.



- STEWART, K. W., BOTTORFF, R. L., KNIGHT, A. W. & MORING, J. B. 1991. Drumming of four North American Euholognathan Stonefly species, and a new complex signal pattern in *Nemoura spiniloba* Jewett (Plecoptera: Nemouridae). *Ann. Ent. Soc. Am.*, 84(2): 201-206.
- STEWART, K. W. & MAKETON, M. 1990. Intraspecific variation and information content of drumming in three Plecoptera species. 259-268. En: I. C. Campbell (ed.): *Mayflies and Stoneflies Biology*. Kluwer Academic Publishers.
- STEWART, K. W. & MAKETON, M. 1991. Structures used by nearctic stoneflies (Plecoptera) for drumming, and their relationship to behavioral pattern diversity. *Aquatic Insects*, 13(1): 33-53.
- STEWART, K. W. & ZEIGLER, D. D. 1984. The use of larval morphology and drumming in Plecoptera systematics, and further studies of drumming behavior. *Ann. Limnol.*, 20(1-2): 105-114.
- SURDICK R. F. 1985. Nearctic genera of Chloroperlinae (Plecoptera, Chloroperlidae). Illinois Biological Monographs, 54. University of Illinois Press, Urbana. pp. 146.
- SWEENEY, B. W. 1984. Factor influencing life-history patterns of aquatic insects. 56-100. En: *The Ecology of Aquatic Insects*. Resh & Rosenberg ed. Praeger Publishers. 625 pp.
- SWEENEY, B. W., VANNOTE, R. L. & DODDS, P. J. 1986. The relative importance of temperature and diet to larval development and adult size of the winter stonefly, *Soyedina carolinensis* (Plecoptera: Nemouridae). *Freshwat. Biol.*, 16(1): 39-48.
- SZCZYTKO, S. W. & STEWART, K. W. 1979a. Drumming behavior of four western nearctic *Isoperla* (Plecoptera) species. *Ann. Ent. Soc. Am.*, 72(6): 781-786.



- SZCZYTKO, S. W. & STEWART, K. W. 1979b. Stonefly drumming as a model classroom study of aquatic insect behavior. En: Resh & Rosemberg (eds). Innovative teaching in aquatic entomology. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 43: 31-37.
- TAYLOR, B. W.; ANDERSON, C. R. & PECKARSKY, B. L. 1998. Effects of size at metamorphosis on stonefly fecundity, longevity, and reproductive success. *Oecologia*, 114: 494-502.
- THEISCHINGER, G. 1975. *Rhabdiopteryx christinae* n. sp., eine neue Steinfliege aus Spanien (Plecoptera: Taeniopterygidae). *Z. Arbem. österr. Ent.*, 27(1-2): 25-30.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. 1998. *Biología imaginal de los Plecópteros (Insecta, Plecoptera) de Sierra Nevada 8Granada, España*. Ph. D. thesis, Univ. granada. 312 pp.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. 2000. Biología reproductora de algunos grupos de insectos acuáticos. *Bol. S.E.A.*, 27: 121-125.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M.; BELARDINELLI, M.; FAUSTO, A. M.; FOCHETTI, R. & MAZZINI, M. 2001a. Egg description of three Mediterranean *Isoperla* species (Plecoptera, Perlodidae). *Boln. Asoc. Esp. Ent.*, 25(3-4): 67-72.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & FOCHETTI, R. 2001a. On the adult feeding of several European stoneflies (Insecta, Plecoptera). *Ent. News*. 112(2): 128-132.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & FOCHETTI, R. 2001b. Variabilidad en la venación alar de *Dictyogenus alpinus* (Pictet, 1842) (Plecoptera, Perlodidae). *Zoologica Baetica*, 2001, 12: 185-188.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. Y LUZÓN-ORTEGA, J. M. 2001. *Isoperla nevada* Aubert, 1952 (Plecoptera, Perlodidae) en Pirineos (Huesca, España). *Bol. S.E.A.*, 28: 127.



- TIERNO DE FIGUEROA, J. M.; LUZÓN-ORTEGA, J. M. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1997. Presencia de *Captioneura libera* (Navás, 1909) (Insecta, Plecoptera) en el sur de la Península Ibérica. *Bol. Asoc. esp. Ent.* 21(3-4): 277-278.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M.; LUZÓN-ORTEGA, J. M. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 2001b. Fenología de los Plecópteros (Insecta, Plecoptera) de Sierra Nevada (Granada, España). *Zool. Baetica*, 12: 49-70.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M.; PALOMINO MORALES, J. A. & LUZÓN-ORTEGA, J. M. 2000. Spatial distribution in river banks of *Isoperla nevada* (Plecoptera, Perlodidae), *Chloroperla nevada* (Plecoptera, Chloroperlidae) and *Sericostoma cf. vittatum* (Trichoptera, Sericostomatidae). *Italian Journal of Zoology*, 67 (4): 355-358.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M.; PALOMINO-MORALES, J. A. & LUZÓN-ORTEGA, J. M. 2002. La fauna de plecópteros (Insecta, Plecoptera) de Extremadura (España). *Bol. S. E. A.* 30: 111-113.
- TIERNO, J. M.; PÉREZ, T. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1996. Composición faunística y fenología de la Plecópteros (Insecta: Plecoptera) de la Serranía de Ronda (Málaga). *Bol. Asoc. esp. Ent.* 20 (3-4): 47-58.
- TIERNO, J. M. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1995. Contribución al conocimiento de la fauna de Plecópteros (Insecta: Plecoptera) de Extremadura. *Zool. Baetica*, 6: 149-156.
- TIERNO, J. M. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1996. Revisión de la distribución y el estado de conservación de la fauna de Plecópteros (Insecta, Plecoptera) de los sistemas montañosos andaluces, con especial referencia a Sierra Nevada. En: J. Chacón y J. L. Rosúa (eds), *Actas I Conferencia Internacional Sierra Nevada: Conservación y Desarrollo Sostenible*. 3: 69-74.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. Y SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1997a. Importancia ecológica de las moscas de las piedras. *Quercus*, 132: 15-17.



- TIERNO, J. M. Y SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1997b. Sobre la distribución de *Isoperla nevada* Aubert, 1952 (Plecoptera, Perlodidae) en la Península Ibérica. *Bol. Asoc. esp. Ent.*, 21 (1-2): 102-104.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1999a. Huevos y puestas de algunas especies de pleópteros (Insecta, Plecoptera) de Sierra Nevada (Granada, España). *Zool. Baetica*, 1999, 10: 161-184.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1999b. Imaginal feeding of certain Systellognathan Stonefly species (Insecta: Plecoptera). *Annals of the Entomological Society of America*, 92(2): 218-221.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1999c. The male drumming of *Isoperla nevada* Aubert, 1952 (Plecoptera, perlodidae). *Aquatic Insects*.21(1): 33-38.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 2000a. Imaginal Feeding of Twelve Nemouroidean Stonefly Species (Insecta, Plecoptera). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 93(2): 251-253.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 2000b. La luz y la emergencia en *Capnionura mitis* Despax, 1932 y otras especies de plecópteros (Insecta, Plecoptera). *Bol. Asoc. esp. Ent.*, 2000: en prensa.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. ms. Implications of imaginal-size variation over the flight period in stoneflies (Insecta, Plecoptera). *Annales de la Société Entomologique de France*: enviado.
- TIERNO, J. M.; SÁNCHEZ-ORTEGA, A. & PICAZO-MUÑOZ, J. 1994. Sobre la distribución espacial y temporal de *Isoperla nevada* Aubert, 1952 (Insecta: Plecoptera). *Zool. baetica*, 5: 107-112.



- UBERO-PASCAL, N. A.; PUIG, M. A. & SOLER, A. G. 1998. Los plec6pteros (Insecta, Plecoptera) de la Cuenca del R6o Segura (S. E. de Espa6a): 1. Estudio faun6stico. *Graellsia*, 54: 9-17.
- VINÇON, G. & RAVIZZA, C. 1998. Three new *Protonemura* species from the Cordillera Cantabrica, Spain (Plecoptera, Nemouridae). *Nouv. Revue. Ent.* (N. S.), 15(3): 249-255.
- VINÇON, G. & RAVIZZA, C. 1999. The genus *Rhabdiopteryx* in the Iberian Peninsula, with the description of *R. antoninoi* sp. n. (Plecoptera, Taeniopterygidae). *Nouv. Revue. Ent.* (N. S.), 16(2): 187-193.
- VINÇON, G. & RAVIZZA, C. 2000. New micropterous micro-endemic *Leuctra* species and subspecies from the Spanish Cordillera Cantabrica (Plecoptera, Leuctridae). *Boll. Asoc. entomol. ital.*, 132(3): 195-203.
- WHYTTON DA TERRA, L. S. 1972. Algunos registros de Efemer6pteros, Plec6pteros e Tric6pteros de Portugal. *Estudos Inf. Dir. ger. Servs. flor. aquic.*, 261: 47 pp.
- WHYTTON DA TERRA, L. S. 1979. Notes on the portuguese Plecoptera. *Gewässer und Abwässer*, 64: 60-68.
- WOLF, B. & ZWICK, P. 1989. Plurimodal emergence and plurivoltinism of Central European populations of *Nemurella pictetii* (Plecoptera: Nemouridae). *Oecologia*, 79: 431-438.
- WU, C. F. 1923. Morphology, anatomy and ethology of *Nemoura*. *Bull. Lloyd. Libr., Cincinnati. Ent.*, 23: 1-81.
- ZEIGLER, D. D. 1990. Observations pertinent to the role of sexual selection in the stonefly *Pteronarcella badia* (Plecoptera: Pteronarcyidae). *Ent. News*, 101(5): 283-287.



J. M. Luzón Ortega

- ZEIGLER, D.D. & STEWART, K.W. 1977. Drumming behavior of eleven nearctic stonefly (Plecoptera) species. *Ann. Ent. Soc. Am.*, 70(4): 495-505.
- ZEIGLER, D. D. & STEWART, K. W. 1987. Behavioral characters with systematic potential in stoneflies (Plecoptera). *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 89(4): 794-802.
- ZWICK, P. 1967. Revision der gattung *Chloroperla* Newman (Plecoptera). *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.*, 40: 1-26.
- ZWICK, P. 1972. Plecoptera (Ins.) aus dem Mittelmeergebiet, vor allem aus Portugal und Spanien. *Ciencia biol.*, 1: 7-17.
- ZWICK, P. 1973. *Insecta: Plecoptera. Phylogenetische system und Katalog. das Tierreich*, 94: XXXII+465 pp.
- ZWICK, P. 1978: Steinfliegen (Insecta, Plecoptera) aus Griechenland und benachbarten Ländern- 2. Teil. *Mitt schweiz ent Ges* 51: 213-239.
- ZWICK, P. 1980. Plecoptera (Steinfliegen). 1-115. En: *Handb. Zool. Berlin*, 26. Walter de Gruyter, Berlin.
- ZWICK, P. 1981. Das Mittelmeergebiet als glaziales refugium für Plecoptera. *Acta entomologica Jugoslavica*, 17(1-2): 107-111.
- ZWICK, P. 1982. The stonefly collection of F. Klapalek in Prague, with notes on the *Nemouridae* (Plecoptera). *Aquatic Insects*, 4(1): 39-48.
- ZWICK, P. 1986. Size variation of *Leuctra prima* (Plecoptera) along a 2 km stretch of stream. 167-170. *Proceeding og the 3rd European Congress of Entomology*. Amsterdam 1986.



Bibliografia

- ZWICK, P. 1990. Emergence, maturation and upstream oviposition flights of Plecoptera from the Breitembach (Hese, Germany), with notes on the adult phase as a possible control of stream insect populations. *Hydrobiol.*, 194: 207-223.
- ZWICK, P. 2000. Phylogenetic system and zoogeography of the Plecoptera. *Annu. Rev. Entomol.*, 45: 709-746.
- ZWICK, P. & WEINZIERL, A. 1995. Reinstatement and revision of genus *Besdolus* (Plecoptera: Perlodidae). *Ent. Scand.*, 26(1): 1-16.



Biblioteca Universitaria de Granada



01053397