Abarcan desde la fase de huevo hasta la de adulto, pasando por la de ninfa

# Estrategias vitales de las moscas de las piedras en ambientes temporales

Los cauces que se secan en verano plantean todo un desafío a sus habitantes acuáticos. ¿Cómo hacer frente al periodo anual adverso? Los plecópteros, o moscas de las piedras, son unos insectos muy ligados a los cursos fluviales y han desarrollado numerosas adaptaciones a lo largo de todo su ciclo vital para soslayar los inconvenientes de los ríos y arroyos, cada vez más estacionales, de la España mediterránea.

Texto: Manuel J. López-Rodríguez y José Manuel Tierno de Figueroa. Fotos: M.J. López-Rodríguez. I



Adulto y ninfa (foto pequeña) de Hemime-laena flaviventris, especie representativa de los medios acuáticos temporales.



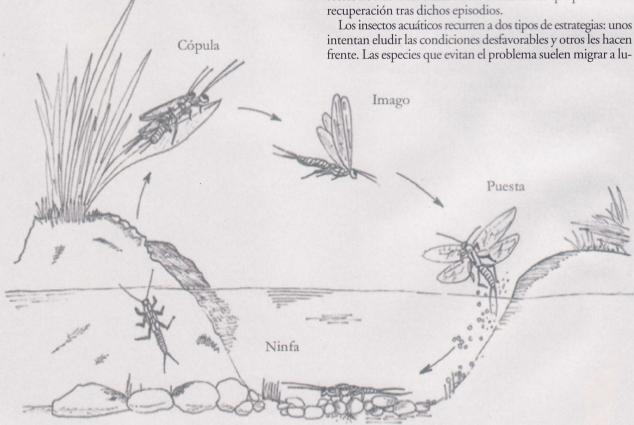
as peculiares características del clima mediterráneo, especialmente en lo que respecta a las precipitaciones, hacen que muchos ríos y arroyos españoles, en particular los del sureste peninsular, estén regidos por una gran estacionalidad y variabilidad anual. Esto se traduce en un abrupto y repentino aumento del flujo (crecida), que coincide generalmente con las primeras lluvias del otoño, y una gradual desecación que puede prolongarse durante varios meses (estiaje), capaz de hacer que desaparezca totalmente el agua en algunos arroyos. Los cursos sometidos a este régimen hidrológico se conocen como ríos o arroyos temporales. Crecidas y estiajes son los principales reguladores de la fisonomía de los ríos mediterráneos y de las estrategias vitales de los seres vivos que albergan, aunque parece que son más resistentes a las primeras que a los segundos (1). Entre otros efectos, el estiaje supone una reducción o incluso desaparición del hábitat disponible, una menor concentración de oxígeno, un incremento de la salinidad, un aumento de la deposición de sedimentos finos y, en muchos casos, una invasión del cauce por la vegetación (1)

Por tanto, muchos de los organismos que habitan en estos medios han desarrollado toda una serie de estrategias para superar la etapa crítica (2). En primer lugar, pueden buscar refugio en las escasas pozas que aún quedan con agua o bien enterrarse en el sedimento. También pueden desarrollar estados de resistencia mediante huevos durmientes o fenómenos de criptobiosis, caracterizados por una disminución de la tasa metabólica y una elevada resistencia a la desecación. En tercer lugar, pueden tener ciclos vitales rápidos, que les permitan aprovechar al máximo el periodo favorable. Y, por último, algunos aprovechan su capacidad de vuelo para dispersarse por el aire.

### ADAPTACIONES DE LOS PLECÓPTEROS A LOS CAUCES TEMPORALES

En el caso concreto de los plecópteros, orden de insectos formado por unas 3.500 especies en todo el mundo (3), las ninfas son de vida acuática mientras que los adultos son terrestres y están capacitados para el vuelo. Las ninfas viven principalmente en ríos y arroyos de aguas frías y bien oxigenadas, mientras que los adultos, que tienen una escasa capacidad de dispersión aérea, suelen encontrarse en la vegetación o sobre las rocas de las riberas (4). De ahí su nombre vulgar de "moscas de las piedras". De hecho, los plecópteros son un grupo altamente vulnerable a la alteración de su entorno, por lo que se les suele asignar altos valores de sensibilidad en los índices biológicos de calidad ecológica de las aguas (2, 5), y muchas especies se encuentran amenazadas de extinción en mayor o menor medida (3). Todo parece indicar que los ríos y arroyos temporales no reúnen las características adecuadas para ser ocupados por este orden de insectos. Sin embargo, algunas especies de moscas de las piedras se han adaptado a vivir con éxito en estos medios estresantes y para ello han desarrollado toda una serie de estrategias.

La mayor parte del ciclo vital de las moscas de las piedras corresponde a la fase de ninfa, junto con la de huevo en algunas ocasiones. Por tanto, son las ninfas las que están sometidas a mayores presiones ambientales en un río o arroyo. Esto ha favorecido que los plecópteros hayan desarrollado durante esta fase numerosas estrategias para evitar el periodo seco o para hacerle frente de la mejor manera posible. Pero tales estrategias no sólo están dirigidas a evitar el estiaje, sino que también ayudan a soportar otras condiciones adversas, como una crecida repentina del caudal. Ambos factores, estiaje y crecida, pueden hacer desaparecer poblaciones enteras de plecópteros si estos insectos no hubieran desarrollado mecanismos que permiten su recuperación tras dichos episodios.



➤ Ciclo vital esquemático de las moscas de las piedras (dibujo: Alejandro de la Rosa).

▼ Ejemplar adulto de un plecóptero del género Brachyptera, ampliamente representado en

los ríos estacio-

nales del sur de Europa.

gares donde la situación sea más propicia o pasan los periodos desfavorables en un estado que no se vea afectado por las presiones del medio, como podría ser la forma adulta en el caso de los plecópteros. Sin embargo, este conjunto de estrategias no son muy frecuentes en las moscas de las piedras, dado que, como ya hemos dicho, tienen una escasa capacidad de dispersión y los adultos suelen ser de vida breve, con una duración normalmente inferior al periodo de sequía. Así pues, la mayoría de las especies que habitan en medios temporales se valen de las estrategias que hacen frente a las condiciones desfavorables.

Una estrategia intermedia sería la migración de las ninfas a la zona que se encuentra bajo la superficie del lecho fluvial pero aún bañada por el agua (zona hiporreica) y sumirse en un estado de reposo metabólico (6). Dicho estado de latencia se denomina "quiescencia" cuando es relativamente facultativo y está condicionado principalmente por los factores ambientales (como, por ejemplo, alta temperatura, poca agua) y "diapausa" cuando viene determinado genéticamente, forma parte del ciclo vital de la especie y sobreviene sin que importen las condiciones del medio. De hecho,

en la mayoría de los casos el periodo de diapausa se extiende más allá de lo que duran las condiciones adversas.

### CASOS CONCRETOS DE LA FAUNA ESPAÑOLA

Esta última es la estrategia que pone en práctica *Guadalgenus franzi*, un plecóptero de gran talla (puede alcanzar los dos centímetros cuando la ninfa está completamente desarrollada) perteneciente a la familia *Perlodidae*. En un estudio llevado a cabo en el río Despeñaperros (Sierra Morena, Jaén) pudimos constatar cómo esta especie, cuyo ciclo vital dura dos años, afronta la sequía estival enterrándose en el lecho y ralentizando su metabolismo, hasta el punto de que deja de crecer durante los meses de estiaje (7). Los individuos encontrados en el río antes del verano tenían un tamaño similar a los que había

cuando llegaron las primeras lluvias y el cauce volvió a llevar agua, lo que indica que durante dicho periodo no se produjo crecimiento alguno. Pero *Guadalgenus franzi* no sólo recurre a esta estrategia. Tiene además un periodo de vuelo principalmente primaveral, de manera que las ninfas han de pasar al estado adulto durante abril y mayo, justo antes de que el arroyo se seque en junio. Tras el encuentro de la pareja y la cópula, las hembras

ponen los huevos en las escasas pozas que quedan con agua. El huevo, que también debe hacer frente a la desecación, carece del típico disco de anclaje que es habitual en la superfamilia de los *Perloidea*. Tan característica ausencia, compartida con otras especies que habitan en medios temporales, facilitaría el enterramiento del huevo en el lecho del río a medida que desciende el nivel del agua. Una vez seco el río, los huevos enterrados no están expuestos a las condiciones extremas de temperatura y falta de humedad que se dan en la superficie, sino que se encuentran relativamente aislados a varios centímetros



de profundidad. En resumen, *Guadalgenus franzi* atraviesa por una fase de diapausa durante el desarrollo de los huevos y por otra de quiescencia en estado de ninfa.

No obstante, encontrar especies con ciclos vitales largos no es lo más habitual en medios temporales. Lo más frecuente es que las ninfas tengan una fase de desarrollo relativamente corta y que coincida con el periodo en el que el río lleva agua. Este es el caso de especies como *Hemimelaena flaviventris, Isoperla curtata* o *Brachyptera vera cordubensis* en el río Despeñaperros, de *Rhabdiopteryx christinae* y *Nemoura lacustris* en el arroyo de Las Perdices (Sierra de Huétor, Granada) o de *Capnioneura petitpierrae* en el arroyo Bolaje (Serranía de Ronda, Málaga) (7-11). Al igual que *Guadalgenus franzi*, las dos primeras pertenecen a la familia *Perlodidae*, mientras que las cuatro restantes

La mayor parte del ciclo vital de las moscas de las piedras corresponde a la fase de ninfa, junto con la de huevo en algunas ocasiones.

son miembros de la superfamilia *Nemouroidea*. En todas estas especies la resistencia al periodo desfavorable tiene lugar en forma de huevo. Tanto *Hemimelaena flaviventris* como *Isoperla curtata*, aún perteneciendo a la superfamilia *Perloidea*, carecen de disco de anclaje, al igual que *Guadalgenus franzi*, lo que permite el enterramiento de los huevos. Además, dichos huevos atraviesan por un estado de reposo, la ya mencionada diapausa, que detiene el desarrollo embrionario durante un tiempo. De esta manera, no se ven afectados por las altas temperaturas del periodo seco, que suele coincidir con el verano.





Estas especies tienen una tasa de crecimiento bastante alta y llegan a alcanzar su tamaño máximo en pocos meses. Tampoco es raro encontrar individuos de diferente tamaño en las mismas fechas del año, como consecuencia de una eclosión de los huevos relativamente asincrónica. Una estrategia bastante frecuente entre los habitantes de aguas temporales y que impide que la llegada inesperada de las condiciones adversas elimine a toda la población. La presencia de individuos de diferente tamaño indica un largo periodo de emergencia y, por lo tanto, de vuelo de los adultos, sobre todo en las especies otoñales, invernales o de la primavera temprana. Por supuesto, la densidad de individuos no siempre es la misma a lo largo de todo ese lapso de tiempo, sino que suele registrarse un máximo que normal-

da de la especie un año tras otro. Una estrategia aún más fascinante es la de *Tyrrhenoleuctra* cf. *minuta*, especie también presente en el río Despeñaperros (8). Además de tener un crecimiento bastante rápido, incrementa su éxito mediante cierto grado de ovoviviparidad. La mayor parte del desarrollo embrionario tiene lugar en el interior de la hembra y cuando ésta pone los huevos tardan pocos minutos en eclosionar. De este modo siempre hay ninfas en el río. Esta estrategia podría representar un problema para aquellas ninfas que proceden de las puestas hechas durante los meses más cercanos al periodo seco, pero también ellas han desarrollado un mecanismo para entrar en estado de latencia y dejar de crecer, enterradas en el lecho, hasta que el agua vuelva al río.

## Los cauces temporales juegan y jugarán un papel muy importante en nuestro país, sobre todo en la España mediterránea.

mente coincide con unas fechas en las que es raro que concurran condiciones adversas. Sin embargo, en aquellas especies que vuelan al final de la primavera o a comienzos del verano, el periodo de emergencia sí suele estar bastante concentrado. Esto se debe a la proximidad del periodo seco y al hecho de que los individuos medianos o pequeños, que en condiciones normales se desarrollarían durante los meses sucesivos para emerger en verano, no lo pueden hacer por la falta de agua y mueren. Así, la sequía impone un serio castigo a aquellos que no crecen rápidamente o que eclosionan tarde, actuando como un agente selectivo en estos medios estacionales.

Otras especies, como *Capnioneura gelesae* en el río Despeñaperros, se desarrollan rápidamente justo cuando llegan las primeras lluvias y el río empieza a acumular agua. No conocemos el mecanismo desencadenante de la eclosión de las ninfas, que probablemente han pasado por una diapausa embrionaria. Hay que tener en cuenta, en este sentido, que los adultos aparecen en diciembre y que los huevos permanecen en el río durante siete u ocho meses, algunos de ellos de estiaje. Se trata, pues, de una estrategia arriesgada, ya que cualquier lluvia estival podría provocar la eclosión de unas ninfas que morirán cuando vuelva a secarse el río. Sin embargo, hay que decir que tiene bastante éxito, a tenor de la presencia continua-

HEMEROTECA

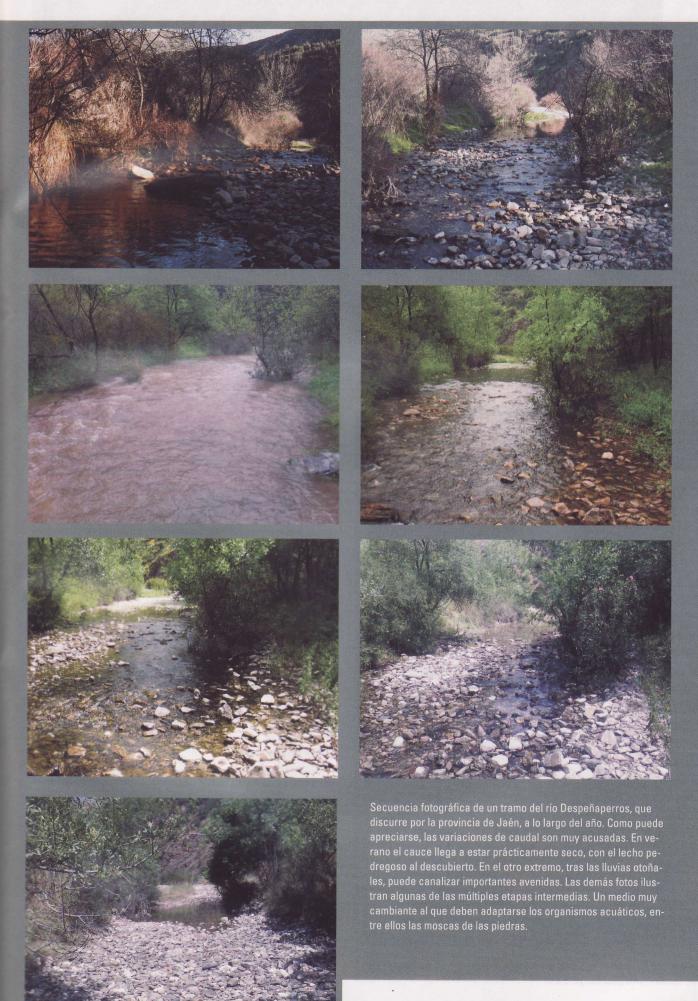
Quercus 239 (enero 2006) Ref. 5301239 / 3'90 € · Sistemas de comunicación entre moscas de las piedras. J.M. Tierno de Figueroa y otros autores.

Quercus 132 (febrero 1997) Ref. 5301132 / 3'90 € ... Importancia ecológica de las moscas de las piedras. J.M. Tierno de Figueroa y A. Sánchez-Ortega.

### FLEXIBILIDAD ADAPTATIVA

La mayoría de estas especies, principalmente las que crecen rápido y alcanzan un gran tamaño en poco tiempo, generan una considerable biomasa y arrojan, por tanto, valores de producción secundaria altos. Algunas de ellas se alimentan de detritus, algas diatomeas y restos de hojas, pero otras son depredadoras. Debido a las limitaciones de los medios temporales, dichas especies depredadoras se alimentan también de materia vegetal y en algunos casos es su principal aporte nutritivo. Incluso las que son primordialmente depredadoras no son selectivas y se alimentan de aquello que sea más abundante o les resulte más fácil obtener. Este sería el caso, por ejemplo, de Hemimelaena flaviventris, Guadalgenus franzi o Isoperla curtata (7). La primera es mayoritariamente depredadora, aunque no selectiva. La segunda, a pesar de que su aparato bucal está adaptado a capturar presas, incorpora una gran cantidad de materia vegetal a la dieta, principalmente las abundantes diatomeas que encuentra en el río. La tercera, perteneciente a un género tradicionalmente considerado depredador, se alimenta casi exclusivamente de materia vegetal, aunque hemos detectado una gran variabilidad en la composición de su dieta de un año para otro. Estos resultados apoyan el carácter generalista usualmente atribuido a las especies de aguas temporales.

Aunque las estrategias de los adultos están menos diversificadas que las de las ninfas, podemos destacar algunos detalles. Williams ha señalado que un largo periodo de vuelo (entre cuatro y seis meses de duración) es una estrategia habitual en muchas especies faunísticas de aguas temporales, ya que permite que las poblaciones sobrevivan en caso de sequías impredecibles (6). Sin embargo, nuestros estudios con plecópteros indican que aquellas especies que emergen en primavera (como *Isoperla curtata* o *Hemimelaena flaviventris*) tienen un periodo de vuelo corto, mientras que las que emergen en otoño o in-



➤ Ninfa de
Tyrrhenoleuctra cf.
minuta nada más
salir del huevo. El
adulto aparece
ilustrado en la página siguiente.



## PRINCIPALES ESPECIES DE PLECÓPTEROS IBÉRICOS QUE HABITAN EN CAUCES ESTACIONALES

ESPECIE	ÁREA DE DISTRIBUCIÓN GLOBAL
Guadalgenus franzi	Endémica de la península Ibérica
Hemimelaena flaviventris	Península Ibérica y norte de África
Isoperla bipartita	Endémica de la península Ibérica
Isoperla curtata	Endémica de la península Ibérica
Isoperla grammatica*	Europa
Isoperla pallida	Endémica de la península Ibérica
Eoperla ochracea	Circunmediterránea
Siphonoperla baetica	Endémica de la península Ibérica
Brachyptera auberti	Mediterráneo occidental
Brachyptera vera	Endémica de la península Ibérica
Rhabdiopteryx christinae	Endémica de la península Ibérica
Rhabdiopteryx thienemanni	Península Ibérica y sureste de Francia
Protonemura alcazaba*	Endémica de la península Ibérica
Protonemura meyeri*	Europa
Nemoura cinerea*	Paleártico
Nemoura fulviceps*	Península Ibérica e Italia
Nemoura lacustris	Península Ibérica, sur de Francia y norte de África
Capnia bifrons	Europa
Capnioneura gelesae	Endémica de la península Ibérica
Capnioneura libera	Endémica de la península Ibérica
Capnioneura mitis*	Europa occidental
Capnioneura petitpierrae	Península Ibérica y norte de África
Capnopsis schilleri	Paleártico occidental
Leuctra bidula	Endémica de la península Ibérica
Género Tyrrhenoleuctra	Mediterráneo occidental

<sup>\*</sup> Especies que son frecuentes en aguas permanentes, pero que puntualmente se encuentran también en aguas temporales.

vierno (como *Brachyptera vera cordubensis, Tyrrhenoleuctra* cf. *minuta* y *Capnioneura petitpierrae*) disponen de largos periodos de vuelo y el margen temporal en el que aparecen los adultos es también más dilatado. Todo esto podría explicarse por las limitaciones temporales que sufren los primeros, que deben concentrar las emergencias justo antes de la sequía (7, 8, 11).

Por otra parte, al igual que hay una mayor amplitud de tamaños en cualquier momento del ciclo de las ninfas en las especies de aguas temporales (7, 8), también es frecuente encontrar una mayor variabilidad en la talla de los adultos e incluso en la variabilidad morfológica dentro de las poblaciones. De hecho, se han llegado a detectar cambios en el grado de reducción alar (micropterismo) en plecópteros del género Tyrrhenoleuctra, lo que permitiría desarrollar diferentes estrategias reproductivas a machos y hembras en función de las condiciones ambientales (12). Por ejemplo, al inicio del periodo de vuelo predominan los machos de alas cortas (micrópteros) y las hembras de alas largas (macrópteras), de manera que éstas, una vez fecundadas, pueden dispersarse más eficazmente en busca de nuevas zonas con agua donde liberar la puesta. Sin embargo, al final del periodo de vuelo la situación se invierte: las hembras micrópteras liberan la puesta rápidamente en los lugares donde han emergido, antes de que el agua llegue a desaparecer y después de haberse apareado con unos machos que, sean o no de esa zona, han llegado hasta allí gracias a su condición macróptera (12).

### PLECÓPTEROS ANTE EL CAMBIO GLOBAL

Los plecópteros han sido considerados tradicionalmente como habitantes de aguas limpias y bien oxigenadas, con cierta corriente. Si bien esto es cierto para la gran mayoría de las especies, no hay que menospreciar la función que cumplen estos insectos en los medios temporales, donde muchas veces no se dan dichas condiciones. Como hemos visto, las especies que habitan en medios temporales han desarrollado multitud de estrategias para colonizar unos ríos que, en principio, pueden ser un poco más restrictivos para este orden de insectos.

En España son escasos los estudios realizados hasta la fecha sobre los medios temporales, por lo que hay poca información disponible, sobre todo respecto al grupo de los plecópteros, si la comparamos con la generada en torno a los medios de aguas permanentes. No obstante, los hábitats temporales juegan y jugarán un papel muy importante en nuestro país, sobre todo en la región mediterránea. Según auguran los estudiosos del clima, actualmente estamos inmersos en un cambio climático global que en nuestras latitudes se traduce, entre otras cosas, en un aumento de las temperaturas y en variaciones de los patrones atmosféricos generales. En lo relativo a ríos y arroyos, este proceso producirá, obviamente, un aumento de la temperatura del agua y un desplazamiento progresivo de medios permanentes a temporales. Así pues, cada vez serán más los arroyos que pasen a tener una época estival de sequía, al principio muy breve, pero poco a poco más extensa, con las consecuentes presiones ambientales para las comunidades que viven en ellos. Esto impondrá una serie de restricciones a las especies allí presentes y las que posean la capacidad de adaptarse podrían verse favorecidas por la selección natural, en detrimento de otros componentes de la comunidad.

Otra razón de peso para incrementar los estudios sobre los plecópteros en los medios temporales es su propia conservación. Dadas las peculiares características biológicas de estos insectos, pueden considerarse uno de los grupos animales más amenazados de Europa (13) y varias especies han sido incluidas ya en las listas rojas nacionales (14) y regionales (15). Por otra parte, muchos de los ríos y arroyos temporales se ven sometidos a dis-



■ Macho adulto de Tyrrhenoleuctra cf. minuta (cuya ninfa aparece en la página anterior) con una notoria reducción en la longitud de sus alas (micropterismo). Este fenómeno se interpreta como una adaptación a los medios acuáticos estacionales.

tintas alteraciones de origen humano, bien porque sus cauces se encuentran cerca de núcleos habitados o bien porque, al no llevar agua durante una parte del año, parece que no tiene tanta importancia convertir su cauce en un vertedero. Todas las sustancias nocivas vertidas al cauce seco durante el verano se lavan con las primeras lluvias y se concentran en las pozas que inmediatamente aparecen, con las correspondientes consecuencias para los organismos que inician entonces su desarrollo. No podemos dejar de mencionar que muchas de estas especies son endémicas, ya sea de la península Ibérica, de la región ibero-magrebí o de la cuenca mediterránea, como se refleja en la tabla adjunta. Si desaparecen, no sólo perderemos una especie singular y un acervo genético único, sino toda una serie de estrategias y adaptaciones que la selección natural ha ido modelando y perfeccionando durante millones de años. \*

- (1) Tierno de Figueroa, J.M.; Luzón-Ortega, J.M. y López-Rodríguez, M.J. (2007). Los ríos mediterráneos diversidad y conservación de su fauna. En Biodiversidad y conservación de la fauna y flora mediterranea, 785-838. J.M. Barea y otros editores. Sociedad Granatense de Historia Natu-
- (2) Fenoglio, S. y Bo, T. (2005). Lineamenti di ecologia fluviale. Città Studi Edizioni. Novara.
- (3) Fochetti, R. y Tierro de Figueroa, J.M. (2008). Global diversity of stoneflies (Plecoptera; Insec-
- (4) Tierno de Figueroa, J.M. y otros autores (2003). Plecoptera. En Fauna Ibérica, Vol. 22. M.A. Ra-Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). Madrid. mos y otros editores. Mus
- (5) Tierno de Figueroa, J.M. y Sanchez-Ortega, A. (1997). Importancia ecológica de las moscas de las piedras, Quercus, 132, 15-17
- (6) Williams, D.D. (2006). The biology of temporary waters. Oxford University Press. Oxford (UK).
- (7) López-Rodríguez, M.J. y otros autores (2009). Life strategies of 3 Perlodidae species (Plecoptera, Insecta) in a Mediterranean seasonal stream of Southern Europe. Journal of the North merican Benthological Society, 28 (3): 611-625
- (8) López-Rodríguez, M.J.; Tierno de Figueroa, J.M. y Alba-Tercedor, J. (2009). Life history, feeding and secondary production of two Nemouroidea species (Plecaptera, Insecta) in a tempo rary stream of Southern Iberian Peninsula. Fundamental and Applied Limnology (Archiv für Hydrobiologie), 175 (2): 161-170.
- (9) López-Rodríguez, M.J. y Tierno de Figueroa, J.M. (2006). Life cycle and nymphal feeding of Rhabdiopteryx christinae Theischinger, 1975 (Plecoptera, Taeniopterygidae). Annales de la Société entomologique de France, 42 (1): 57-61.
- (10) López-Rodríguez, M.J. y Tierno de Figueroa, J.M. (2005). Ciclo de vida y composición de la dieta de Nemoura lacustris Pictet, 1865 (Plecoptera, Nemouridae). Boletín de la Asociación Española de Entomología, 29 (1-2): 87-97.
- (11) Navarro-Martínez, D.; López-Rodríguez, M.J. y Tierno de Figueroa, J.M. (2007). The life cycle and nymphal feeding of Capnioneura petitpierrae Aubert, 1961 (Plecoptera, Capniidae). Illiesia, 3 (8): 65-69
- (12) Puig, M.A.; Ferreras-Romero, M. y García-Rojas, A. (1990). Morphological variability of Tyrrhenoleuctra minuta (Klapálek, 1903) in South-Spain. En Mayflies and Stoneflies: life histories and biology, 357-360. I.C. Campbell (ed.). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht (Holanda).
- (13) Fochetti, R. y Tierno de Figueroa, J.M. (2006). Notes on diversity and conservation of the European fauna of Plecoptera (Insecta). Journal of Natural History, 40 (41-43): 2.361-2.369

- (14) Verdú, J.R. y Galante, E. (2006). Libro Rojo de los Invertebrados de España. Ministerio de Medio Ambiente, Madri
- (15) Barea-Azcón, J.M.; Ballesteros-Duperón, E. y Moreno, D. (2008). Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla



■ Manuel Jesús López-Rodríguez (derecha) y José Manuel Tierno de Figueroa, los dos firmantes de este artículo, en el cauce del río Desneñanerros (Jaén) escenario de buena parte de su trabajo de campo.

Manuel Jesús López-Rodríguez es doctor en Zoología por la Universidad de Granada y actualmente disfruta de una beca postdoctoral en la Università del Piemonte Orientale (Italia). Su principal línea de investigación se centra en la biología de las ninfas de insectos acuáticos, especialmente las de plecópteros. Parte de su trabajo ha estado orientado precisamente a los ambientes temporales y también se interesa por la faunística, la conservación, la taxonomía y la biología de los insectos adultos.

José Manuel Tierno de Figueroa es profesor titular de Zoología en la Universidad de Granada. Los plecópteros constituyen su principal grupo de estudio, a los que ha dedicado numerosos trabajos y cuatro libros, entre ellos los volúmenes correspondientes a las series Fauna Ibérica y Fauna d'Italia. Sus principales líneas de investigación están orientadas a las estrategias reproductivas, la comunicación intersexual, la alimentación de adultos y ninfas, los ciclos vitales y la fenología, el estado de conservación, la ultraestructura de los espermatozoides, la morfología de los huevos y la descripción de nuevas especies de plecópteros.

### Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto Estudio de la biología preimaginal de las familias europeas de Plecópteros (Insecta): una aproximación integradora (CGL2008-02221) del Ministerio de Ciencia e Innovación (Subdirección General de Proyectos de Investigación).

Dirección de contacto: Departamento de Biología Animal - Facultad de Ciencias -Universidad de Granada · Campus de Fuentenueva, s/n · 18071 Granada · Correo electrónico: manuilr@ugr.es