

LOS INVERTEBRADOS DE HÁBITATS SUBTERRÁNEOS DE JAÉN



Investigación subterránea y catálogo

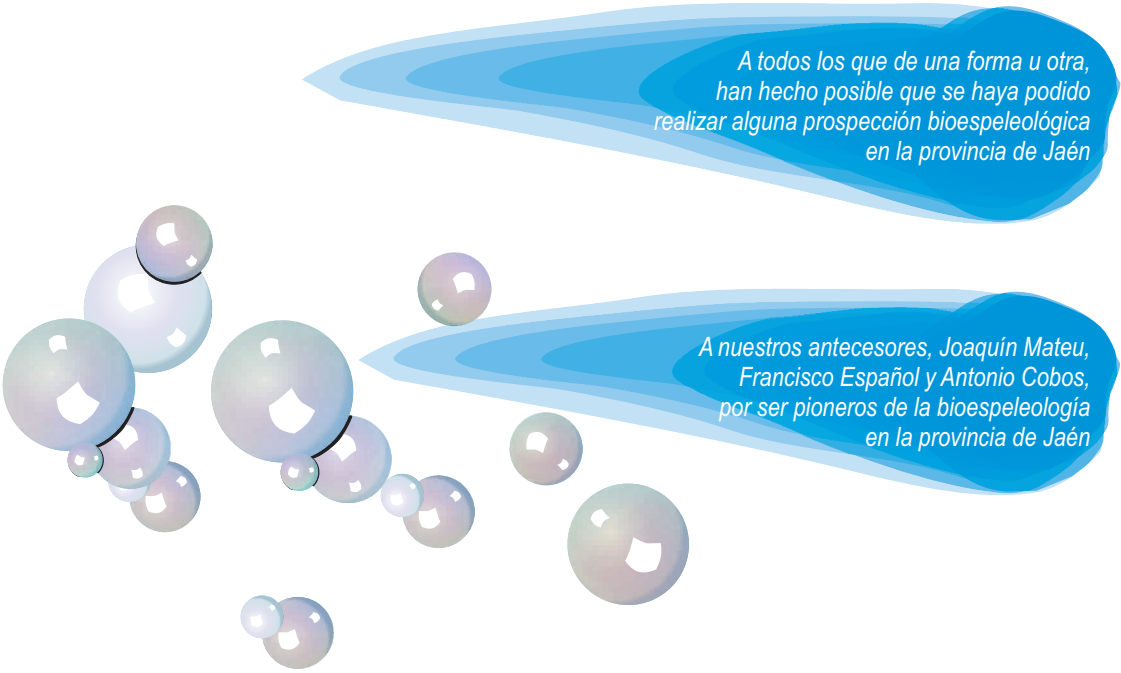
LOS INVERTEBRADOS DE HÁBITATS SUBTERRÁNEOS DE JAÉN

Investigación Subterránea y Catálogo



Grupo de Espeleología de Villacarrillo (G.E.V.)

Coordinadores: Toni Pérez Fernández y Antonio Pérez Ruiz



*A todos los que de una forma u otra,
han hecho posible que se haya podido
realizar alguna prospección bioespeleológica
en la provincia de Jaén*

*A nuestros antecesores, Joaquín Mateu,
Francisco Español y Antonio Cobos,
por ser pioneros de la bioespeleología
en la provincia de Jaén*

© Grupo de Espeleología de Villacarrillo (G.E.V.)

Grupo de Espeleología de Villacarrillo (G.E.V.)

Plaza 28 de Febrero, nº 5 - 1º - 2ª.

23300 Villacarrillo (Jaén) ESPAÑA

Email: gevillacarrillo@hotmail.com

Blog: <http://espeleovillacarrillo.blogspot.com>

Blog: <http://bioespeleologia.blogspot.com>

Coordinan: Toni Pérez Fernández y Antonio Pérez Ruiz

Diseño y Maquetación: Toni Pérez Fernández

Depósito Legal: J 448-2013

Este libro se terminó de imprimir en Agosto de 2013 en Imprenta Ruiz.

Reservados todos los derechos. No se permite reproducir, almacenar en sistemas de recuperación de la información ni transmitir parte alguna de esta publicación, cualquiera que sea el medio empleado electrónico, mecánico, fotocopia, grabación, etc., sin el permiso previo y expreso del Grupo de Espeleología de Villacarrillo (G.E.V.).

El autor de cada capítulo se hace responsable de las informaciones, citas e identificaciones expuestas en el mismo.

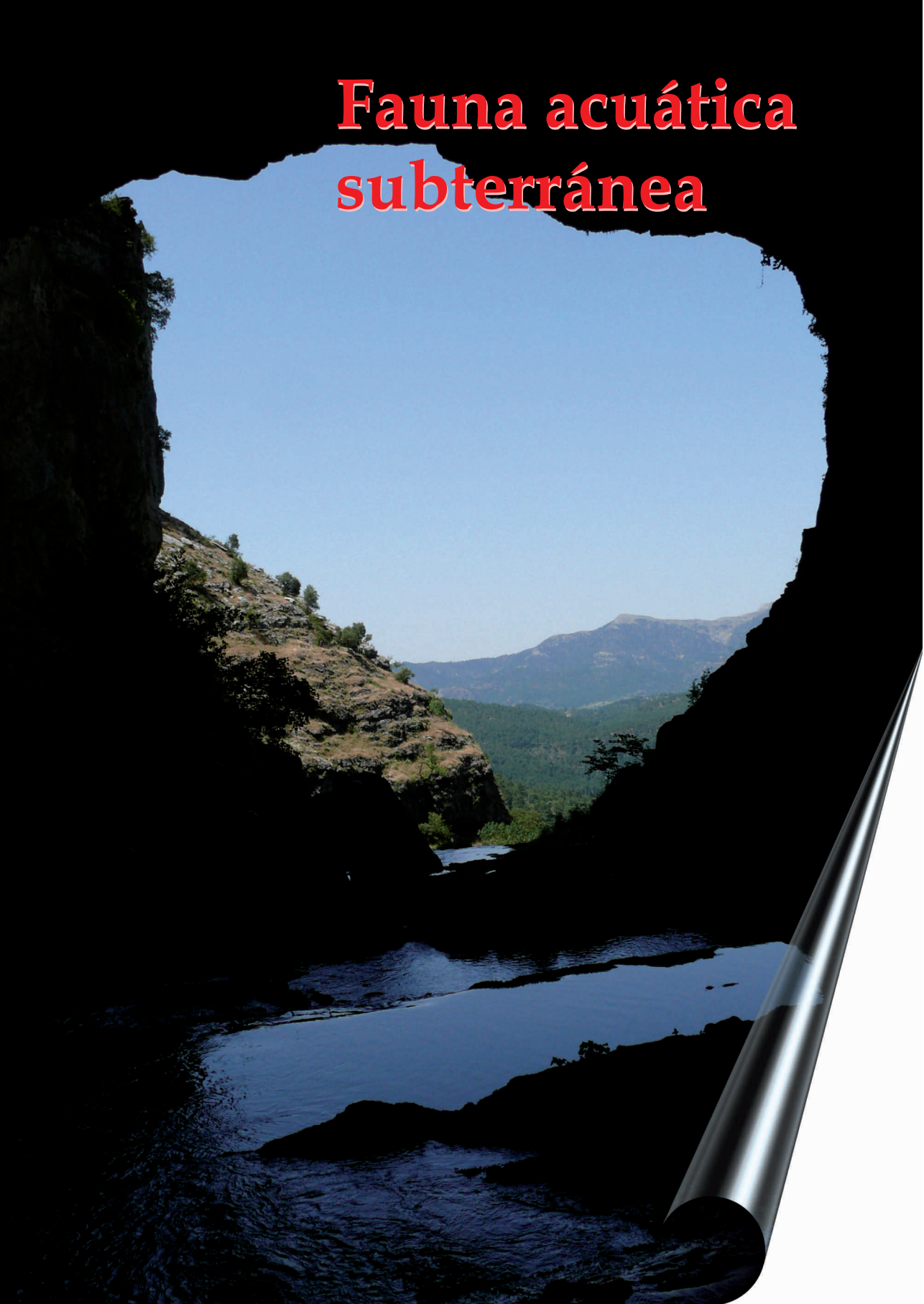
Este libro se citará como:

PÉREZ FERNÁNDEZ, T. y PÉREZ RUIZ, A. (coord.), 2013. *Los invertebrados de hábitats subterráneos de Jaén*. Grupo de Espeleología de Villacarrillo (G.E.V.) (ed.), 188 pp. Jaén.

Cada trabajo firmado de este libro se citara de la siguiente forma (ejemplo):

TIERNO DE FIGUEROA, J.M., y LÓPEZ RODRÍGUEZ, M.J., 2013. Los plecópteros (Insecta, Plecoptera) subterráneos de Jaén, pp 138-139. En *Los invertebrados de hábitats subterráneos de Jaén*, Pérez Fernández, T. y Pérez Ruiz, A. (coord.). Grupo de Espeleología de Villacarrillo (G.E.V.) (ed.), 188 pp. Jaén

Fauna acuática subterránea



La Fauna acuática subterránea de Jaén

Poco es lo que se sabe acerca de la estigofauna, fauna acuática subterránea, de la provincia de Jaén. No hemos encontrado testimonio publicado de que se hayan realizado muestreos en agua de cavidades de esta zona, así que la poca información de que se dispone proviene de muestreos llevados a cabo en otras aguas subterráneas (s.l.), pozos (Figura 1) y medio intersticial (Figura 2) asociado a ríos epigeos, de la provincia.

Los primeros muestreos que conocemos fueron realizados por el holandés Jos Notenboom, acompañado de Ines Meijers, que durante los años 1985, 1986 y 1987, muestreó en las aguas subterráneas de toda España a la búsqueda de isópodos y anfípodos subterráneos para su Tesis doctoral. Antes que ellos, en los años 1976, 77 y 1978 el francés Raymond Rouch con algunos colegas, realizó muestreos en el medio intersticial de las principales cuencas fluviales españolas, pero recogió apenas un par de muestras en arroyos de la provincia de Jaén.

Posteriormente, en 1986, Van den Hurk & Leys, holandeses también, muestrearon aguas subterráneas en Jaén para complementar



Fig.1. Muestreo en un pozo en el camino a la Laguna de Siles (Autor: C. Puch)

los muestreos de Notenboom. Ya en la década de los 2000, Camacho, Valdecasas y Jaume, en el marco de un proyecto del MICIN recogieron muestras de invertebrados acuáticos epigeos y subterráneos en la cuenca del Guadalquivir. En el transcurso de estos muestreos se estudiaron 41 muestras, 8 de pozos, 4 de fuentes y 29 del medio intersticial de 11 ríos (Guadalquivir, Guadalbullón, Cuadros, etc.) y arroyos (Centenillo, Robledillos, etc) en distintos puntos de la provincia que nos ocupa.

Los invertebrados estigobios más frecuentes en estas muestras son crustáceos, sobretodo Ostracoda, Copepoda (Harpacticoida y Cyclopoida), Isopoda, Amphipoda y Bathynellacea. También son habituales en este tipo de muestras algunos moluscos gasterópodos, oligoquetos y ácaros. El resto de grupos



Fig. 2. Karaman-Chappuis en la orilla del río Guadalquivir en el Merendero "El Tobazo"(Autor: C. Puch)

animales que aparecen en estas muestras no se pueden considerar fauna subterránea en sentido estricto (estigobia): se trata de algunas larvas de insectos, nematodos, turbelarios, hydras o tardígrados que son habitantes de aguas epigeas y que, con cierta frecuencia u ocasionalmente se pueden encontrar en el agua subterránea (fauna estigófila y estigoxena). Los métodos de muestreo que se emplean para recoger la fauna acuática subterránea son poco conocidos, siendo los más habituales los denominados método de Bou-Rouch y método de Karaman-Chappuis, mangleo directo, trampas con cebo, y filtro de Cvetkov para pozos (ver para más detalle Camacho, 1992).

Fauna estigobia de Jaén

Vamos a centrarnos en los crustáceos estigobios y en concreto hablaremos de las especies que se citan para la zona que nos ocupa. Al final listaremos, sin extendernos en ellas, algunas especies que habiendo aparecido en aguas subterráneas de la provincia, no pueden considerarse fauna estrictamente estigobia.

CRUSTACEA, MALACOSTRACA, EUMALACOSTRACA

Syncarida Packard, 1885 **Bathynellacea Chappuis, 1915**

Este grupo de crustáceos vive exclusivamente en aguas subterráneas y se ha encontrado en todos los continentes excepto en la Antártida. Suponen una parte importante de la fauna de estas aguas y aunque se ha considerado hasta hace poco que se trata de animales raros y poco frecuentes, lo cierto es que buscándolos en los sitios adecuados (gours y charcos del epikarst de cavidades; pozos artificiales, surgencias y medio hiporreico asociado a ríos) y con la metodología apropiada en cada caso, se encuentran con cierta frecuencia, si bien, generalmente, no se consiguen poblaciones numerosas en la mayoría de los casos. Esto quizás se deba a que no podamos acceder exactamente a su medio habitual de vida y los encontramos de forma ocasional, en momentos de crecidas subterráneas o cuando las batinelas realizan desplazamientos verticales u horizontales en hábitats de tránsito. Actualmente se conocen alrededor de 250 especies en todo el mundo, repartidas en tres familias: Parabathynellidae, Bathynellidae y Leptobathynellidae. Unas 60 especies de las dos primeras familias viven en España (18 de ellas no están todavía descritas formalmente) y en la provincia que nos ocupa conocemos dos especies de la familia Parabathynellidae y una de un nuevo género aún por describir de la familia Bathynellidae. Las tres especies son endemismos ibéricos.

Las batinelas son crustáceos sin caparazón, sin ojos, despigmentados y con 8 pares de apéndices torácicos birrámeos: siete pares de patas (sólo 6 pares de patas en un par de géneros) y el octavo par transformado en órgano copulador (pene) en los machos y se encuentra muy reducido en las hembras; pocos géneros conservan apéndices en los segmentos abdominales (pleópodos) y como mucho retienen un sólo par muy reducido, a veces se trata de simples sedas. No tienen larvas nadadoras, de vida libre, como mecanismo de dispersión, ya que todas las fases de la metamorfosis, típica de crustáceos, ocurren dentro del huevo y la forma que sale de él está muy evolucionada, es como un adulto en miniatura aunque con solo 4 ó 5 pares de patas; el desarrollo es pedomórfico, conservan el aspecto de larva durante toda la vida que puede ser larga (hasta varios años), y en sucesivas mudas van adquiriendo el número definitivo de patas, y de segmentos en los distintos apéndices (antenas, anténulas, exopodio y endopodio de las patas), así como la ornamentación de dentículos, espinas, sedas y estructuras sensoriales (aesthetes).

Familia Parabathynellidae Noodt, 1965:

Hexaiberobathynella mateusi (Galhano, 1967)
Sinónimo: *Parabathynella mateusi* e *Iberobathynella mateusi*.

Este especie se ha encontrado en Fuente el Baillo, Quesada (Jaén) y está distribuida por una franja amplia, de costa a costa, en el centro de la Península Ibérica. Recolector: Notenboom & Meijers (26-07-1984). Bibliografía: Notenboom & Meijers 1985; Camacho 1987b; Camacho 1989b; Camacho & Serban 1998; Camacho, Serban & Guil 2000; Camacho 2003 y 2006. Ha sido estudiada e identificada por A.I. Camacho (AIC).

Dado que actualmente se está comprobando (por métodos moleculares) la gran cantidad de especies crípticas que existen en este grupo de crustáceos (Guzik *et al.* 2008, Camacho *et al.* 2011, 2012; Kim *et al.* 2012), como también ocurre en otros grupos de fauna estigobionte (Jarman & Elliot, 2000; Finston & Johnson, 2004; Lefébure *et al.*, 2006; Guzik *et al.*, 2008; Trontelj *et al.*, 2009), la asignación de los ejemplares de esta localidad a esta especie está pendiente de revisión.

Se trata de una especie de tamaño medio-grande para el grupo, según las poblaciones los ejemplares

pueden medir entre 0,8 y 1,8 mm. Este género se caracteriza por tener sólo 6 pares de patas, como ocurre también en el género *Hexabathynella* Schminke, 1972 del cual se diferencia por tener el primer par de antenas (AI) de 7 segmentos y el segundo par (AII) con 3 segmentos, mientras que en *Hexabathynella* AI tiene 6 segmentos y AII tiene 5 segmentos.

Paraiberobathynella cf. *fagei* (Delamare Deboutteville et Angelier, 1950)

Sinónimo: *Parabathynella fagei* e *Iberobathynella fagei*.

Este especie se ha encontrado en el río Guadalbullón, Carchelejo, cerca de la Ermita de Santa Lucía, a 4,5 km SE. Recolector: Notenboom & Meijers (26-07-1984). Estudiada por AIC, esta especie, que ha sido considerada de amplia distribución por el sureste de Francia y gran parte del norte, este y sur de España (Camacho, 2003), hoy en día consideramos que se trata de un complejo de especies crípticas (morfológicamente indistinguibles) que se irá desentrañando a medida que los análisis moleculares sobre ellas progresen. De ahí que las estemos etiquetando como "cf". Se trata de una de las especies más grandes del grupo "iberobathynellini" pues puede llegar a medir hasta algo más de 2mm. Se caracteriza por tener AI de 7 segmentos, AII con 3 segmentos y el exopodio de todas las patas con más de 3 segmentos (lo más habitual en el grupo es tener 2 segmentos).



Fig. 3. Parabathynellidae de Andalucía, *Paraiberobathynella* cf. *fagei*, izquierda macho y derecha hembra (Autor: I. Rey, lupa binocular)

Familia Bathynellidae Chappuis, 1915

Ejemplares sin determinar encontrados en el río Guarrizas, Aldeaquemada. Recolector: J. Rodríguez y A.G. Valdecasas (20-10-2003) y estudiada por AIC.

Se encontraron sólo dos hembras en la muestra por lo que no ha podido realizarse una descripción precisa, pero se trata de un género cercano a *Clamoussella*. Son animales pequeños, de 0,8 mm, y sin muchas características distintivas, como ocurre con la mayoría de especies de esta familia en la que la convergencia de forma es extrema. Los ejemplares de esta familia tienen los dos pares de antenas de tamaño similar y dirigidas ambas hacia delante.

Peracarida Calman, 1904

Isopoda Latreille, 1817

Familia Asellidae Latreille, 1802

Familia de crustáceos exclusivamente dulceacuícola, ampliamente diversificada en aguas ibéricas (tres géneros –dos de ellos endémicos– y 72 especies descritas hasta la fecha), cuenta con dos especies estigobiontes en Jaén, ambas pertenecientes al género *Proasellus*, de distribución peri-mediterránea y con 30 especies registradas en la Península:

Proasellus aff. *escolai* Henry & Magniez, 1982

Especie de tamaño mediano (3.8 a 5.1 mm) propia del medio intersticial de la cuenca alta del Guadalquivir, principalmente en el río Genil y sus afluentes, se ha hallado también en pozos y en el medio hiporreico del Guadalquivir a la altura de Mogón (Jaén), así como también en Albacete, en la zona limítrofe con

Jaén (Cotillas), si bien el material obtenido en estas dos últimas localidades lo integraban exclusivamente ejemplares juveniles, y cabría comprobar su asignación específica (Henry & Magniez, 2003).

Proasellus lagari Henry & Magniez, 1982

Especie de talla mediana (de 3.9 a 5.2 mm) descrita originalmente a partir de material colectado en el medio hiporreico del río Argos (afluente del Segura) en Murcia, se ha hallado con posterioridad en diversas localidades de Jaén, como el río Aguamalas (Pontones) o el Arroyo del Membrillo (Santiago de la Espada), también dentro de la cuenca del río Segura (Henry & Magniez, 2003).

Familia Parasellidae Karaman, 1933

De las nueve especies ibéricas de esta familia de isópodos diminutos exclusivamente estigobionte y morfología ahusada –idónea para desplazarse entre los granos de sedimento no consolidados del medio intersticial, tanto del litoral marino como de las aguas dulces–, todas ellas pertenecientes al género *Microcharon*, sólo una se ha reportado de aguas de Jaén:

Microcharon hispanicus Pesce & Galassi, 1988

Especie diminuta (1.49-1.54 mm), se conoce únicamente del medio hiporreico del río Guadalbullón al sur de la Ermita de Santa Lucía (Carchelejo), y también del agua intersticial del manantial de Deifontes (Granada). Se le ha considerado como un inmigrante relativamente reciente (Mio-Plioceno) de las aguas subterráneas continentales a partir de un ancestro marino (Pesce & Galassi, 1988).

Familia Stenasellidae Dudich, 1924

Familia exclusivamente estigobionte, termófila y de origen marino, cuenta con 10 especies ibéricas, de las cuales dos se han citado en aguas de Jaén:

Stenasellus bragai Magniez, 1976

Especie de pequeño tamaño (3.2-3.4 mm) endémica del medio aluvial de los tramos medio y bajo del Guadalquivir. Se ha colectado en los alrededores de Mogón, y fuera de la provincia se ha capturado en la provincia de Sevilla (Magniez, 1999).

Stenasellus escolai Magniez, 1977

Especie bastante más robusta que la anterior (alcanza los 7.5 mm), tiene una distribución muy similar limitada a las provincias de Sevilla y Jaén. En esta última, se ha capturado en pozos del barrio de San Pedro Lope (Magniez, 1999).

Amphipoda Latreille, 1816

Salentinellidae Bousfield, 1977

Familia exclusivamente estigobionte y de distribución perimediterránea, vive principalmente en aguas dulces aunque cuenta con una especie de amplia distribución presente también en aguas salobres de la franja costera. Cuenta con diez representantes ibéricos, de los cuales sólo una especie, *Salentinella sevilienis* Platvoet, 1987 (1.1 mm) se ha citado en Jaén, en un pozo del barrio de San Pedro Lope de Mogón. Esta especie se conoce también de un pozo de Alcolea del Río, en Sevilla (Platvoet, 1987). Su distribución se circunscribe por tanto a la cuenca del Guadalquivir.

Pseudoniphargidae Karaman, 1993

Esta familia de anfípodos exclusivamente estigobionte se distribuye por la periferia del Mediterráneo occidental, Península Ibérica y islas atlánticas hasta Bermuda, contando con un total de 69 especies descritas hasta la fecha, de las cuales 31 se hallan en la Península Ibérica. De amplia tolerancia a la salinidad, ocupa desde aguas salobres costeras a manantiales de montaña a más de 1000 m de altitud. La familia es de origen marino, medio en el que aun se halla presente una especie, *Pseudoniphargus adriaticus*, en playas de arena gruesa. En Jaén se ha reconocido la presencia de cinco especies hasta la fecha:

Pseudoniphargus illustris Notenboom, 1987

Se trata de un endemismo de la provincia, donde se ha colectado únicamente en dos localidades en el río Guadalbullón, afluente del Guadalquivir, en el medio hiporreico: en Cambil cerca de la Ramona, y cerca de la Ermita de Sta. Lucía, en Carchelejo. Se trata de una especie de relativamente gran tamaño (hasta 8 mm). En ambas localidades cohabita con la especie congénérica *P. latipes* (ver más abajo).

Pseudoniphargus latipes Notenboom, 1987 (Fig. 4A)

Especie ampliamente distribuida por la cuenca del Guadalquivir, de la que es endémica. La mayoría de localidades conocidas se concentran en Jaén (Coto Ríos, Mogón, Villanueva del Arzobispo, Cambil, Carchelejo). Se ha capturado también en las provincias de Sevilla y Albacete. Alcanza hasta 9 mm de tamaño corporal.

Pseudoniphargus cazorlae Notenboom, 1987

Con un tamaño corporal de hasta 4.6 mm, se conoce exclusivamente de una localidad, el medio hiporreico del río Guadalquivir a la altura de Puente de las Herrerías, en Cazorla (Notenboom, 1987).

Pseudoniphargus vomeratus Notenboom, 1987
(Fig. 4B)

Se trata de otro endemismo exclusivo de la provincia, localizado en un manantial de la vertiente septentrional de la Sierra de Segura, a 1 km al NE de Siles, junto a la carretera que une esta localidad con Cotillas (Notenboom, 1987). Puede alcanzar un tamaño corporal de hasta 10 mm.

Parapseudoniphargus baetis Notenboom, 1988

Parapseudoniphargus es un género monotípico estrechamente emparentado con *Pseudoniphargus*, del que se distingue por su cuerpo compacto, placas coxales alargadas, y pereiópodos posteriores y urópodos

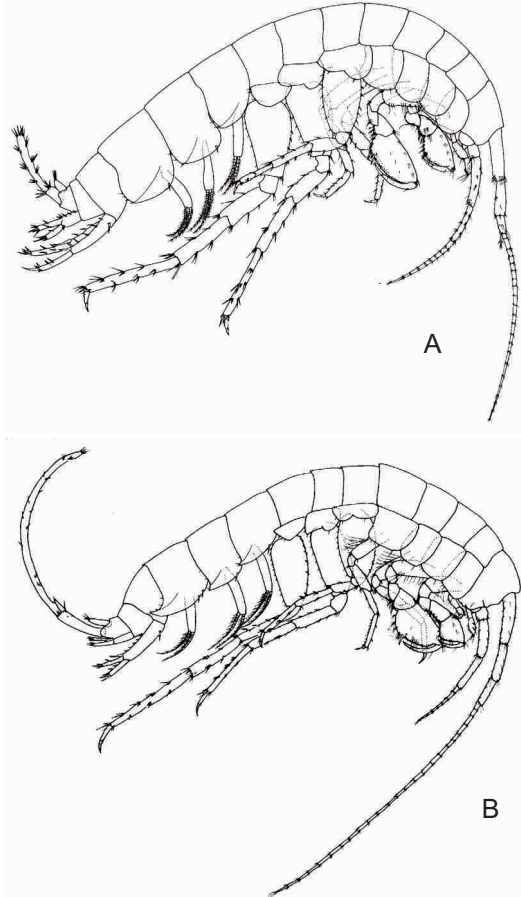


Fig. 4. Anfípodos de las aguas subterráneas de Jaén. A, *Pseudoniphargus latipes*; B, *Ps. vomeratus*. Según Notenboom (1987).

acortados, aparentemente adaptaciones a la vida en el medio intersticial (Notenboom, 1988). De tamaño mediano (hasta 5.1 mm), se distribuye en hábitats de este tipo en el río Guadalquivir, del que parece ser endémico. En Jaén se ha capturado cerca del puente situado al sur de Mogón (Villacarrillo), en Villanueva del Arzobispo, Coto Ríos (Cazorla) y río Guadalbullón cerca de la Ermita de Santa Lucía (Carchelejo). Fuera de la provincia, ha aparecido en dos localidades de la provincia de Sevilla.

Además de estas especies, Notenboom (1988) ha reportado la presencia de al menos otros dos anfípodos subterráneos –ambos en el medio hiporreico– en Jaén, si bien se dejó pendiente su asignación específica: *Bogidiella* sp. (Fam. Bogidiellidae) en el río Guadalbullón cerca de la Ermita de Santa Lucía (Carchelejo), y *Haploginglymus* sp. (Niphargidae) en Coto Ríos y Santiago de la Espada. Por nuestra parte, hemos capturado *Pseudoniphargus* sp. en el hiporreico del río Guarrizas, en Aldeaquemada.

Otros invertebrados encontrados en aguas subterráneas de Jaén

Mollusca Gastropoda:

Belgrandiella andalucensis Boeters, 1983 (río Guadalquivir entre Peal de Becerro y Úbeda)

Boetersiella sturmi (Rosenhauer, 1856) (Fuente de la Mata, recolector Rolan en 1989; citado en Arconada y Ramos, 2001)

Copepoda:

Diacyclops sp. gr. *crassicaudis* Sars, 1863 (río Despeñaperros puente en la autovía Jaén-Madrid, antes de Venta de Cárdenas; recolector Camacho y Bello, 1988)

Megacyclops brachypus Kiefer, 1955 (río Despeñaperros puente en la autovía Jaén-Madrid, antes de Venta de Cárdenas; recolector Camacho y Bello, 1988)

Acanthocyclops robustus (Sars, 1863) (río Guadalquivir en Cazorla; recolector Camacho y Puch, 1984).

Macrocyclus albidus (Jurine, 1820) (río Guadalquivir en Cazorla; recolector Camacho y Puch, 1984).

Acari:

Hydrachnidia:

Stygomamersopsis anisitsipalpis Cook, 1974 (río Despeñaperros cerca de Santa Elena).

Barbaxonella iberica Cook, 1974 (río Despeñaperros cerca de Santa Elena)

Limnohalacarida:

Lobohalacarus weberi Romijn et Viets, 1924 (río Despeñaperros puente en la autovía Jaén-Madrid, antes de Venta de Cárdenas; recolector Camacho y Bello, 1988).

Soldanellonyx chappuisi Walter, 1917 (río Despeñaperros puente en la autovía Jaén-Madrid, antes de Venta de Cárdenas; recolector Camacho y Bello, 1988).

Agradecimientos

Queremos dar las gracias a Carlos Puch que nos ha ayudado de diferentes maneras. Gracias también a Toni Pérez quien nos ha invitado a realizar este capítulo y sin cuyo empuje esta obra no habría visto la luz. El apoyo económico procede del proyecto de investigación del Plan Nacional del MICINN, CGL2010-15786 y CGL2012-33597.

Bibliografía

- CAMACHO, A.I. 1987. La Familia Parabathynellidae en la Península Ibérica: Taxonomía, Filogenia y Biogeografía. Tesis Doctoral (sin publicar), Universidad Autónoma de Madrid, 890 pp.
- CAMACHO, A.I. 1989. *Iberobathynella notenboomi* spec. nov. from a well in Alicante, South-East Spain. *Spixiana*, 12(2), 105-113.
- CAMACHO, A.I. 1992. Sampling the subterranean biota. Cave (aquatic environment). In: Camacho AI, editor. The natural history of biospeleology. Madrid, CSIC, p 135-168. (Monografías del Museo Nacional de Ciencias Naturales, 7).

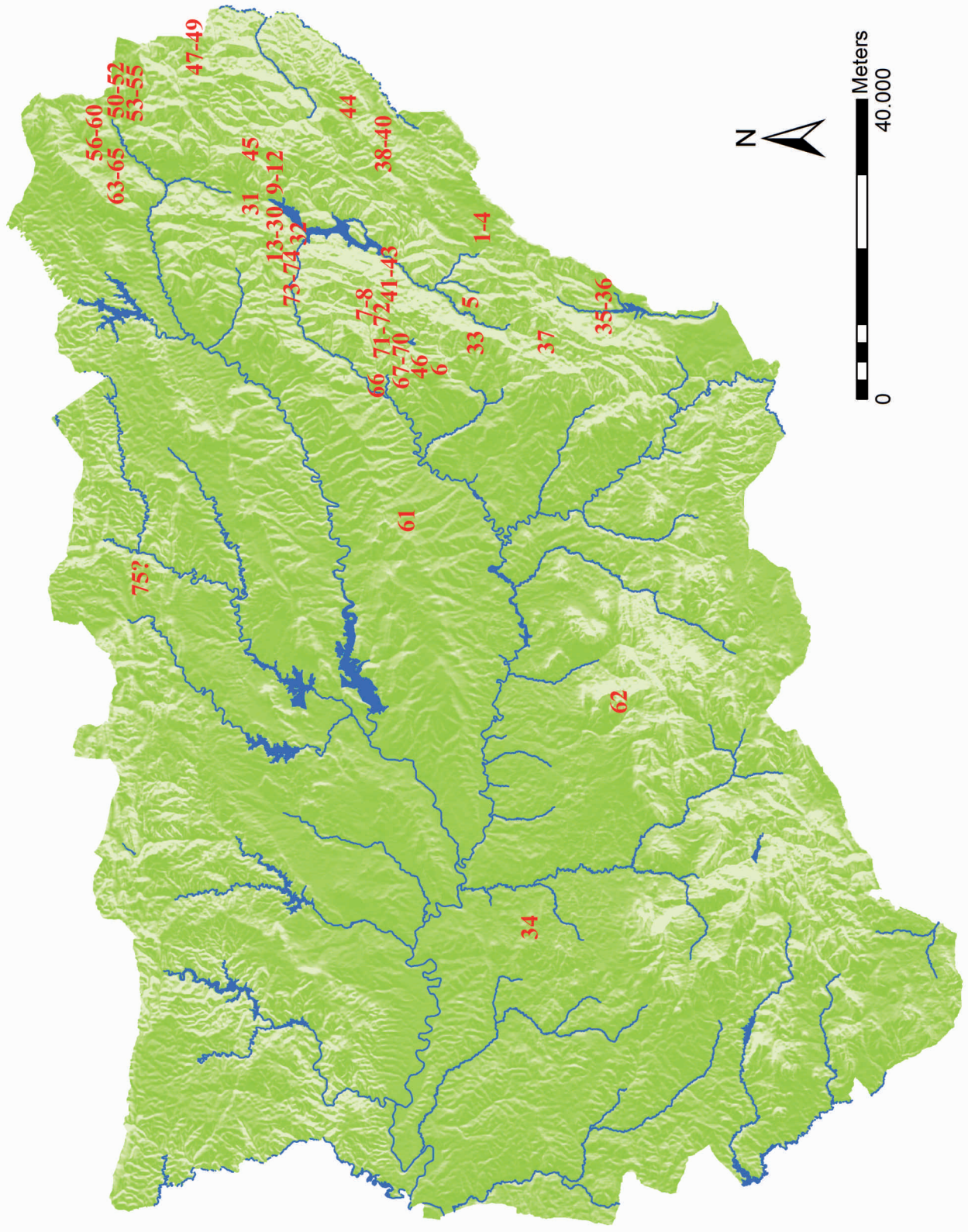
- CAMACHO, A.I. 2003. An overview of the distribution of the Parabathynellidae (Crustacea Syncarida Bathynellacea) on the Iberian Peninsula and Balearic Islands. *Graellsia*, 59(1): 63-78.
- CAMACHO, A.I. 2006. An annotated checklist of Syncarida (Crustacea, Malacostraca) in the world. *Zootaxa*, 1374: 1-54.
- CAMACHO, A.I. & SERBAN, E. 1998. Tribu des Iberobathynellini nov., diagnoses des taxa nouveaux (Parabathynellidae, Bathynellacea, Podophallocarida). *Travaux de l'Institut de Spéologie "Émile Racovitz"*, 34:15-75.
- CAMACHO, A.I., SERBAN, E. & GUIL, N. 2000. Revisión del grupo *Iberobathynella* (*Iberobathynella*) Camacho & Serban, 1998 (Crustacea, Syncarida, Parabathynellidae) endémico de la Península Ibérica. *Graellsia*, 56, 35-48.
- CAMACHO, A.I., DORDA, B.A. & REY, I. 2011. Identifying cryptic speciation across groundwater populations: first COI sequences of Bathynellidae (Crustacea, Syncarida). — *Graellsia*, 67(2): 7-12.
- CAMACHO, A.I., DORDA, B.A. & REY, I. 2012. Undisclosed taxonomic diversity of Bathynellacea (Malacostraca: Syncarida) in the Iberian Peninsula revealed by molecular data. — *Journal Crustacean Biology*, 32(5): 816-826.
- FINSTON, T.L. & JOHNSON, M.S. 2004. Geographic patterns of genetic diversity in subterranean amphipods of the Pilbara, Western Australia. *Marine and Freshwater Research*, 55: 619-628.
- GUZIK, M.T., ABRAMS, K.M., COOPER, S.J.B., HUMPHREYS, W.F., CHO, J.-L. & AUSTIN, A. 2008. Phylogeography of the ancient Parabathynellidae (Crustacea: Bathynellacea) from the Yilgarn region of Western Australia. Subterranean Connections. *Invertebrate Systematic*, 22: 205-16.
- HENRY, J. P. & MAGNIEZ, G. 2003. Isopodes Aselloïdes d'Espagne, III - Le genre Proasellus: B - Espèces anophtalmes. *Beaufortia*, 53: 129-157.
- JARMAN, S.N. & ELLIOTT, N.G. 2000. DNA evidence for morphological and cryptic Cenozoic speciations in the Anaspididae, "living fossils" from the Triassic. *Journal of Evolutionary Biology*, 13, 624-633.
- ABRAMS, K., GUZIK, M.T., COOPER, S.J.B., HUMPHREYS, W.F., KING, R.A., CHO, J.-L. & AUSTIN, A.D. 2012. What lies beneath: molecular phylogenetics and ancestral state reconstruction of the ancient subterranean Australian Parabathynellidae (Syncarida, Crustacea). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 64:130-144.
- LEFÉBURE, T., DOUADY, C.-J., GOUY, M., TRONTELJ, P. & BRIOLAY, J. 2006. Phylogeography of a subterranean amphipod reveals cryptic diversity and dynamic evolution in extreme environments. *Molecular Ecology*, 15:1797-1806.
- MAGNIEZ, G. 1999. Isopodes aselloïdes d'Espagne, IV. Stenasellidae: Taxonomie, histoire évolutive et Biogéographie. *Beaufortia*, 49: 115-139.
- NOTENBOOM, J. & MEIJERS, I. 1984. Research on the groundwater fauna of Spain: list of stations and first results. Verslagen en Technische Gegevens, N° 42, Instituut voor Taxonomische Zoologie-Zoologisch Museum, Amsterdam, Nederland, pp 94.
- NOTENBOOM, J. 1987. Species of *Pseudoniphargus* Chevreux, 1901 (Amphipoda) from the Betic Cordillera of Southern Spain. *Bijdragen tot de Dierkunde*, 57: 87-150.
- NOTENBOOM, J. 1988. *Parapseudoniphargus baetis*, new genus, new species, a stygobiont amphipod crustacean from the Guadalquivir river basin (southern Spain), with phylogenetic implications. *Journal of Crustacean Biology*, 8: 110-121.
- PESCE, G.L. & GALASSI, D.P. 1988. Microparasellids of Spain (Crustacea: Isopoda: Janiroidea). *Stygologia*, 4: 307-331.
- PLATVOET, D. 1987. The genus *Salentinella* Ruffo, 1947 (Crustacea, Amphipoda) in Spain. *Stygologia*, 3: 217-240.
- TRONTELJ, P., DOUAD, J.C., FISHER, C., GIBERT, J., GORICKI, S., LEFÉBURE, T., SKET, B. & ZAKSEK, V. 2009. A molecular test for cryptic diversity in ground water: how large are the ranges of macro-stygobionts?. *Freshwater Biology*, 54: 727-744.

Ana Isabel Camacho
Departamento de Biodiversidad y Biología
Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC

Damian Jaume
IMEDEA, CSIC
Islas Baleares

Apéndice: Mapa provincial de situación de cavidades

Término Municipal de Cazorla		(41)	Cueva SE-20
(1)	Cueva de la Navilla de Fuente Acero	(42)	Cueva SE-21
(2)	Cueva Secreta del Poyo Manquillo	(43)	Sima Quemada
(3)	Cueva Moreno	(44)	Cueva del Cinorrio
(4)	Sima de las 4 Diaclasas	(45)	Cueva Covarona
(5)	Cueva del Nacimiento del Guadalquivir		
Término Municipal de Chilluévar		(46)	Cueva G.E.V.-2
(6)	Abrigo de Cañamares Chico		
Término Municipal de Iznatoraf		(47)	Sima de la Lastra
(7)	Sima La Fuente	(48)	Sima ERE S-04
(8)	Sima Los Tejos	(49)	Sima ERE S-05
Término Municipal de Hornos			
(9)	Sistema de la Murcielaguina	(50)	Cueva del Nacimiento del Arroyo de San Blas
(10)	Sima SIES 71	(51)	Sima GEV 2000
(11)	Sima A.P.R.	(52)	Sima Curva del Espino
(12)	Cueva del Agua	(53)	Sima Canané I
(13)	Sima del Campamento	(54)	Sima Canané II
(14)	Sima de la Fractura 2	(55)	Sima de los 30 Años
(15)	Sima de la Tubería	(56)	Fractura de las Chimeneas
(16)	Sima El Órgano	(57)	Fractura del Castillo
(17)	Sima de los Moluscos	(58)	Cueva de Peñafleita
(18)	Sima de los Alharinos	(59)	Sima de los Cosacos
(19)	Sima del Calamar	(60)	Sima Daniel
(20)	Sima Irene		
(21)	Sima del Pino Seco		
(22)	Sima del Laberinto	(61)	Galería Subterránea de Torreperogil
(23)	Complejo 25 Aniversario		
(24)	Sima de los Huesos		
(25)	Sima Pepe I		
(26)	Sima HO-50	(62)	Cueva del Morrón
(27)	Sima HO-55		
(28)	Sima Rara		
(29)	Sima del Abrevadero		
(30)	Sima Jesúsín	(63)	Sima de los Caballos
(31)	Sima La Secreta	(64)	Sima de las Muelas
(32)	Cueva del Pantano	(65)	Sima Estrecha
Término Municipal de La Iruela			
(33)	Cueva Secreta del Sagreo	(66)	Cueva de la Morciguilla
Término Municipal de Jaén		(67)	Cueva del Acebuche
(34)	Cueva de Jabalcuz	(68)	Cueva de Jesús
		(69)	Túnel Tubo de los Chorros
		(70)	Cueva Honda
		(71)	Sima del Muerto
		(72)	Cueva de la Fuente del Tejo
Término Municipal de Peal de Becerro			
(35)	PB-2		
(36)	PB-4		
(37)	Cueva-Sima de los Ladrones	(73)	Sima de Fuente Negra (VA-9)
		(74)	Sima de las Colmenas
Término Municipal de Santiago de la Espada-Pontones			
(38)	Cueva del Jabalí		
(39)	Sima de las Praeras	(75)	Cueva Sin Nombre
(40)	Cueva del Agua de Poyotello		
Término Municipal de Santo Tomé			
Término Municipal de Segura de la Sierra			
Término Municipal de Siles			
Término Municipal de Torreperogil			
Término Municipal de Torres			
Término Municipal de Torres de Albánchez			
Término Municipal de Villacarrillo			
Término Municipal de Villanueva del Arzobispo			
Sierra Morena (Sin localización)			



Meters
0 40.000

EDITA:



PATROCINA:

