

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/351275024>

El género *Cristarmadillidium* Arcangeli, 1935, en la península ibérica, y descripción de una nueva especie *C. alticola* n. sp. de Sierra Nevada (Oniscidea, Armadillidiidae)

Article in *Boletín - Asociación Española de Entomología* · April 2021

CITATIONS

3

READS

270

1 author:



J. Cifuentes

87 PUBLICATIONS 178 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Geometridae [View project](#)



IBERIAN CAVE FAUNA [View project](#)

El género *Cristarmadillidium* Arcangeli, 1935, en la península ibérica, y descripción de una nueva especie *C. alticola* n. sp. de Sierra Nevada (Oniscidea, Armadillidiidae)

The genus *Cristarmadillidium* Arcangeli, 1935, in the Iberian Peninsula, and description of a new species *C. alticola* n. sp. from Sierra Nevada (Oniscidea, Armadillidiidae)

JULIO CIFUENTES

Departamento de Biología (Zoología), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, 28049 Cantoblanco, Madrid, España. jcifcol@gmail.com ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-0002-9569-6973>

Recibido: 01-12-2020. Aceptado: 15-04-2021.
ISSN: 0210-8984

Publicado online 30-04-2021.

RESUMEN

Se describe una nueva especie de la familia Armadillidiidae Brandt, 1833, perteneciente al género *Cristarmadillidium* Arcangeli, 1935, *C. alticola* n. sp., a partir de los ejemplares capturados en una trampa de tipo pitfall emplazada en el medio subterráneo superficial (MSS) en los Peñones de San Francisco (Sierra Nevada, Granada a 2.505 m.s.n.m.), cota que alcanzan muy pocos isópodos en Europa. Entre otras características, se reconoce por su pigmentación, sus pereonitos lisos, los tres primeros pares de pereiópodos del macho con brochas de largas sedas afiladas y su carácter de especie de montaña, frente a los tegumentos granulados, la ausencia de brochas de sedas y el carácter troglófilo en zonas de baja altitud de las otras tres especies del género. Por sus características morfológicas y su hábitat, *C. alticola* n. sp. podría ser la especie más primitiva del género, resto de una fauna terciaria que evolucionó en el área mediterránea.

Palabras clave: Isópodos terrestres, Oniscidea, Armadillidiidae, taxonomía, nueva especie, Sierra Nevada, Granada, península ibérica.

ABSTRACT

A new species of the family Armadillidiidae Brandt, 1833 is described, pertaining to the genus *Cristarmadillidium* Arcangeli, 1935, *C. alticola* n. sp. The specimens were captured in a pitfall trap located in a mesovoid shallow substratum (MSS) at Peñones de San Francisco (Sierra Nevada, Granada at 2.505 m.a.s.l.), which is located at an altitude that not many isopods are able to reach in Europe. Among other things, it can be recognised by its colour, its smooth pereonites, the three first pairs of pereopods of the male with brushes of the long sharply setae and its mountainous location. On the contrary, the other three species of this genus have grainy pereonites, they are lacking brushes of setae and are troglophilic species in low altitude areas. This morphological characteristics and its habitat make *C. alticola* n. sp. the possible oldest species in the genus, which could be a remnant of a terciarian fauna that evolved in the mediterranean area.

Key words: terrestrial isopods, Oniscidea, Armadillidiidae, taxonomy, new species, Sierra Nevada, Granada, iberian peninsula.

INTRODUCCIÓN

Sierra Nevada, es un macizo de más de 90 km de longitud por 35 km de anchura perteneciente a la cordillera Bética (Fig. 1A), con 19 cumbres por encima de los 3.000 m.s.n.m., que se vió afectado por varias glaciaciones del cuaternario, dejando huellas de su actividad hasta la cota de los 1.700 m.s.n.m., la última de las cuales es la denominada Würm, cuyos hielos glaciares se retiraron hace 14 a 15 kabp (PALAUDE *et al.*, 2011), y afectó a cotas superiores a los 1.950 m.s.n.m. Posteriormente otro periodo frío, aunque de corta duración, el Younger Dryas mantuvo las condiciones glaciares en alta montaña hasta hace 11,5 kabp (ALLEY, 2000). Incluso los testimonios árabes de los siglos X-XII (GÓMEZ ORTIZ & PLANA CASTELLVÍ, 2006) se refieren a la persistencia de la nieve en Sierra Nevada, la *Yabal-al-Taly* (montaña de la nieve) o *Yabal Sulayr* (montaña del sol) tanto en verano como en invierno. Posteriormente, la Pequeña Edad del Hielo (S. XIV-XIX) mantuvo al último glaciar conocido del Veleta (véase OLIVA, 2012), y a los neveros que como los de los Peñones de San Francisco abastecían de hielo durante el verano a Granada y su comarca ya desde S. XIV hasta comienzos del siglo XX (MARÍN LECHADO *et al.*, 2017). La retirada del hielo, permitió que se desarrollase la dinámica periglacial, que se manifestaría a partir de los 2.500 m.s.n.m. (OLIVA, 2012; GÓMEZ ORTIZ *et al.*, 2015), que con la gelifracción, el proceso de hielo-deshielo continua fragmentando los materiales. Esta retirada glaciar también se acompañó de un descenso de las precipitaciones invernales y de su incremento durante el verano (GÓMEZ ORTIZ *et al.*, 2005).

La familia Armadillidiidae Brandt, 1833, es desde el punto de vista evolutivo muy reciente, su origen se situaría en el Mioceno en el área mediterránea (VANDEL, 1943). Dentro de esta familia, la subfamilia Elumiinae Vandel, 1962 agrupa a las especies que presentan los caracteres más primitivos, y entre estos caracteres VANDEL (1954b, 1962) indica dos que presenta el género *Cristarmadillidium*, Arcangeli, 1935 el céfalon de tipo elumeano (ausencia de

la línea post-escutelar) y sin *schisma* (entrante que recibe el borde anterior del segundo pleuroepímero cuando el animal forma una bola) en el primer terguito del pereion. Para VANDEL (1962) en esta subfamilia solamente dos géneros son epígeos, *Schizidium* Verhoeff, 1901, localizado en el mediterráneo oriental: Armenia, Azerbaiyán, Chipre, Grecia, Irán, Iraq, Israel, Líbano y Turquía (ARCANGELI, 1948; VANDEL, 1962, 1965; SCHMALFUSS, 1988, 2003, 2005, 2008) y *Eluma* Budde-Lund, 1885, de distribución bético-rifeña: Argelia, España, Francia y Portugal, y que ha sido introducida en otras partes del mundo como las islas Canarias, Azores, Madeira y las islas Británicas, e incluso Tasmania y la Guayana francesa (VANDEL, 1962; SCHMALFUSS, 2003). El resto de géneros de la subfamilia llevan una vida endógea o cavernícola.

El género *Cristarmadillidium*, hasta el presente trabajo encuadraba a tres especies localizadas en el Este de la península ibérica, como ya se ha tenido ocasión de comentar en un trabajo anterior (CIFUENTES & PRIETO, 2020): *C. breuili* Vandel, 1954; *C. muricatum* (Budde-Lund, 1885) y *C. zaragozai* Cifuentes & Prieto, 2020. Estas tres especies han encontrado refugio en el medio subterráneo, en áreas de baja altitud, lo que apunta que son especies relictas (VANDEL, 1962).

Nuestros objetivos son, por tanto, describir la nueva especie, justificar los criterios taxonómicos que se han utilizado para su identificación y discutir las diferencias con las otras especies del género desde el punto de vista morfológico, ecológico y evolutivo, y finalmente facilitar una clave de identificación para las especies del género *Cristarmadillidium*.

MATERIAL Y MÉTODOS

El Parque Nacional de Sierra Nevada se sitúa desde el punto de vista climático en la zona semi-árida mediterránea de alta montaña. A 2.500 metros de altitud, las temperaturas son bajas a lo largo del año, con medias entre 4 °C y 6 °C (CASTILLO MARTÍN, 2000;

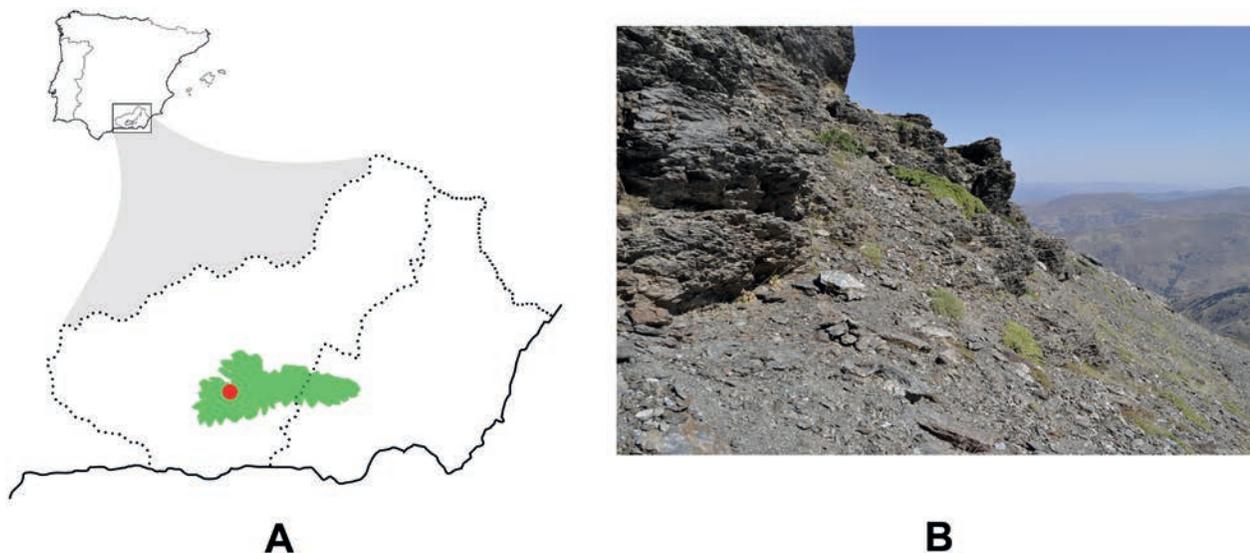


Fig. 1. Zona de estudio: **A:** Sierra Nevada (en verde). Localización de los Peñones de San Francisco (punto rojo). **B:** Peñones de San Francisco.

Fig. 1. Study area: **A:** Sierra Nevada (in green). Location of the Peñones de San Francisco (red point). **B:** Peñones de San Francisco.

PALADE *et al.*, 2011; OLIVA, 2012; GÓMEZ ORTIZ *et al.*, 2019), con 8 meses de heladas y con temperaturas que en ocasiones pueden descender por debajo de 35 °C negativos (CASTILLO MARTÍN, 2000); las precipitaciones son de 710 mm anuales (GÓMEZ ORTIZ *et al.*, 2019), principalmente entre octubre y abril (OLIVA, 2012), 600 de ellos en forma de nieve (CASTILLO MARTÍN, 2000). Por lo tanto las precipitaciones son muy pobres en los meses más cálidos de la primavera y el verano, lo que unido a una alta evapotranspiración en estos meses (OLIVA, 2012) dan como resultado una escasa vegetación, predominantemente silicícola, ocupando las grietas que han acumulado algo de suelo arcillo-arenoso o los borreguiles en los bordes de las lagunas. Así además de los líquenes (CASARES & LLIMONA, 1982) la vegetación es la típica de los pastizales de alta montaña, formados por gramíneas crioxerófitas con el lastón (*Festuca* sp.) como elemento dominante.

Geológicamente el núcleo de Sierra Nevada, está formado por micasquistos grafitosos con cuarcitas (DÍAZ DE FEDERICO *et al.*, 1978; PUGA *et al.*, 2007) de origen paleozoico, formados a partir de los sedimentos marinos depositados sobre rocas magmáticas y como consecuencia

de los esfuerzos tectónicos de compresión, con metamorfismo de baja intensidad de tipo alpino, por movimiento de las placas ibérica y africana. Debido al tipo de metamorfismo sufrido, estos materiales presentan numerosas diaclasas de tensión y una fácil tendencia al lajamiento (GÓMEZ ORTÍZ, 2002) (Fig. 1B). Estos materiales del dominio Nevadofilábride pertenecen al Complejo del Veleta (PUGA *et al.*, 2007) y son casi impermeables, por lo que la disponibilidad de agua se limita a la existente en las fracturas de las rocas y entre los derrubios (CASTILLO MARTÍN, 2000).

Las muestras estudiadas en este trabajo se obtuvieron por medio de trampas diseñadas para el MSS (Medio Subterráneo Superficial) de tipo pitfall (GILGADO *et al.*, 2015a, 2015b). Estas trampas están formadas por un cilindro de PVC multiperforado, de aproximadamente 1 metro de longitud y 11 cm de diámetro, cebadas con queso oloroso y con propilenglicol como conservante. Junto a estas trampas se colocaban, en superficie, una trampa tipo pit-fall más o menos convencional, también con propilenglicol como sustancia conservante y sin cebo. Las trampas se colocaron en los denominados “canchales” es decir, acúmulos de piedras y rocas a pie de monte (Fig. 1B), resultado de la gelifración de

las paredes rocosas del entorno. Estos canchales han mostrado en Sierra Nevada y otras montañas ibéricas, albergar una fauna extraordinariamente rica y diversa y que está dando lugar al descubrimiento de nuevas e interesantes especies para la ciencia y desvelando la importancia del MSS en los procesos de especiación y como refugio de fauna ante las variaciones climáticas (ver BARRANCO *et al.*, 2013; GILGADO *et al.*, 2015a, 2015b; CARLES-TOLRÁ *et al.*, 2020; CIFUENTES & BARRANCO, 2020; ORTUÑO *et al.*, 2020).

En concreto se eligieron cinco puntos de muestreo distribuidos a lo largo de un gradiente altitudinal que abarcaba desde los 3.022 m.s.n.m. en la base de los Tajos del Campanario, situados en la ladera norte del Corral del Veleta, hasta los 2.502 m.s.n.m. en la vertiente norte de los Peñones de San Francisco (Fig. 1B) que se localizan en la base de una de las laderas que suben hasta el pico Veleta. Estas trampas estuvieron activas durante tres periodos anuales de muestreo, entre los meses de agosto de 2012 y septiembre-octubre de 2015. En concreto se recolectaron el 9 de septiembre de 2013 para el primer periodo; el 14 de agosto de 2014 para el segundo, y el 7 de octubre de 2015 para el tercero (GILGADO *et al.*, 2015a, 2015b). Los ejemplares que se estudian en este trabajo proceden de los dos últimos periodos de muestreo (2013-2014 y 2014-2015) y fueron conservados en etanol 70 %.

Para la elaboración del presente trabajo, además de los ejemplares utilizados para la descripción de la nueva especie (Fig. 2), depositados en la colección del Departamento de Zoología de la Universidad de Granada (CCZ-UGR) y en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN), también se han utilizado ejemplares de las otras tres especies conocidas del género, para señalar sus diferencias (Fig. 3) con la que se describe. Estos ejemplares proceden de la Colección de Fauna Cavernícola del Departamento de Zoología de la Universidad del País Vasco (CFC/ZUPV); del MNCN, y del Museu de Ciències Naturals de Barcelona (MZB) y solamente se indican a continuación los ejem-

plares que han servido para las ilustraciones que acompañan este trabajo.

Cristarmadillidium breuili: **Alicante**, Alfas del Pi, Cova del Far, 21-V-2016, 1 ♂ (Fig. 3A, 3B, 3C, 3E, 3F) y 1 ♀ (Fig. 3D), C.E. Prieto leg., CFC/ZUPV 3827.

C. muricatum: **Alicante**, Benimantell, Cova del Monedor, 23-IV-1934, 1 ♂ (Fig. 3M, 3N, 3Ñ, 3P, 3Q) y 1 ♀ (Fig. 3O), C. Bolívar leg., MNCN 2004/9896.

C. zaragozai: **Valencia**, Gandía, Molló de la Creu, Cova Xurra, 21-V-2016, 1 ♂ (Fig. 3H, 3I, 3K, 3L) (MNCN 20.04/12229 [ex-CFC/ZUPV 3833]) y 1 ♀ (Fig. 3G, 3J) ([CFC/ZUPV 3833]), C. Prieto y J. A. Zaragoza leg.

Para la elaboración de los dibujos se ha utilizado el editor gráfico libre Inkscape (<https://inkscape.org/es/>).

RESULTADOS

La separación del material obtenido ha permitido el hallazgo de un total de 723 ejemplares de isópodos, de los cuales 182 pertenecen a una nueva especie de la familia Armadillidiidae, que proceden exclusivamente de las trampas ubicadas en los Peñones de San Francisco, denominación que reciben tres formaciones rocosas formadas por micasquistos grafitosos con cuarcitas de Sierra Nevada (Fig. 1A, 1B) y que se describe a continuación.

Cristarmadillidium alticola n. sp.

Material examinado

— Holotipo: Granada, Peñones de San Francisco, Sierra Nevada, 2.505 m, 30S 0465699/ 4105665, trampa MSS-5, octubre 2014-octubre 2015, 1 ♂, MNCN 20.04/12387.

— Paratipos: Granada, Peñones de San Francisco, Sierra Nevada, 2.505 m, 30S 0465699/ 4105665, trampa MSS-5, agosto-2013-agosto-2014, 22 ♂♂ y 47 ♀♀, col. CCZ-UGR (19995-CG); octubre 2014-octubre 2015, 28 ♂♂ y 78 ♀♀ (3 ovígeras), col. CCZ-UGR (19996-CG); octubre 2014-octubre 2015, 2 ♂♂ y 2 ♀♀, MNCN 20.04/12388; trampa pitfall-5, octubre 2014-octubre 2015, 2 ♂♂, col. CCZ-UGR (19997-CG).

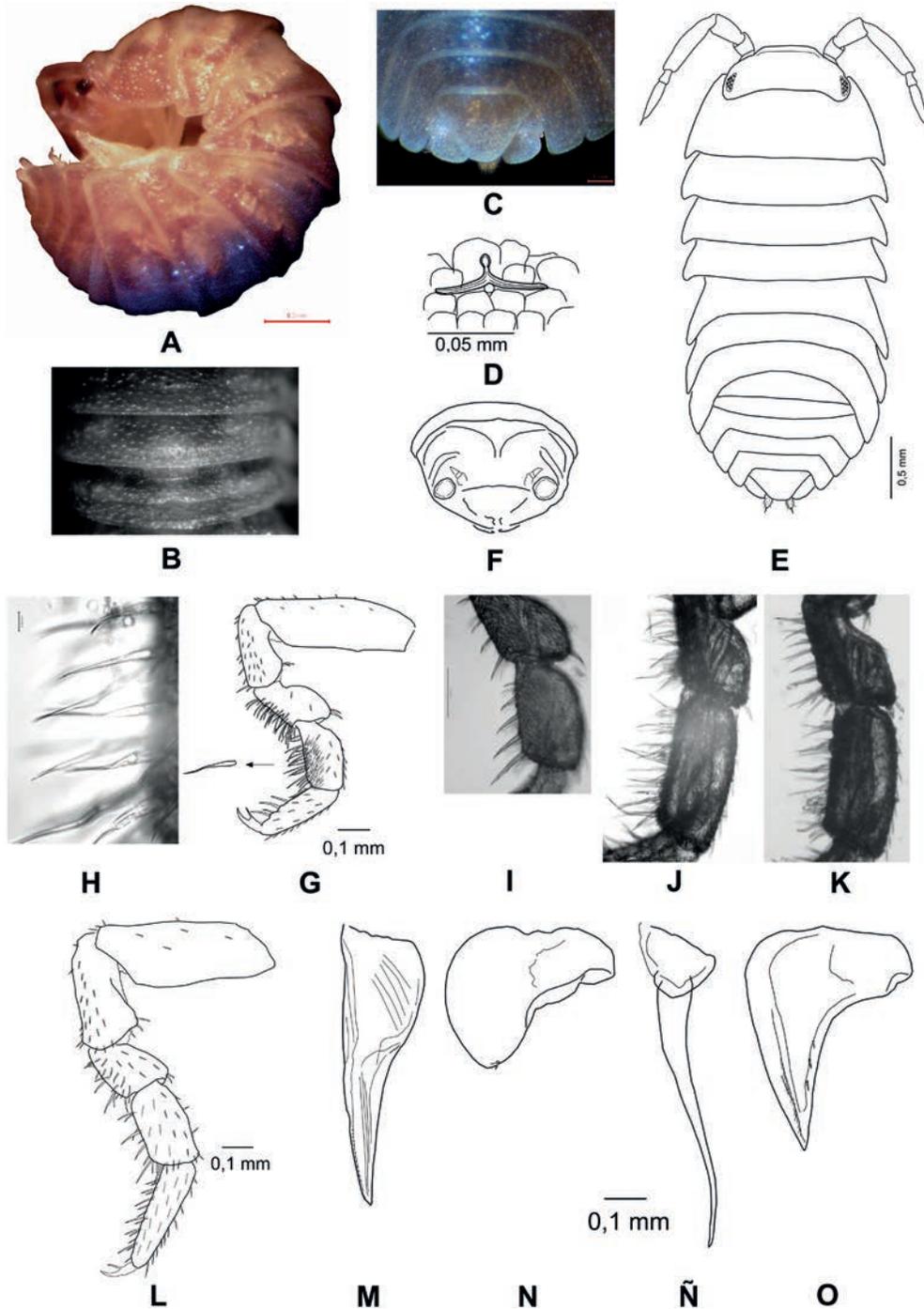


Fig. 2. *Cristarmadillidium alticola* n. sp. **A:** vista lateral. **B:** vista superior. **C:** vista del telson. **D:** seda-esca. **E:** habitus. **F:** céfalon. **G:** pereiópodo 1 ♂. **H:** sedas del carpopodito del pereiópodo 1 ♂. **I:** meropodito y carpopodito del pereiópodo 1 ♀. **J:** meropodito y carpopodito del pereiópodo 2 ♂. **K:** meropodito y carpopodito del pereiópodo 3 ♂. **L:** pereiópodo 7 ♂. **M:** endopodito I ♂. **N:** exopodito I ♂. **Ñ:** endopodito II ♂. **O:** exopodito II ♂.

Fig. 2. *Cristarmadillidium alticola* n. sp. **A:** side view. **B:** top view. **C:** view of the telson. **D:** scale-setae. **E:** habitus. **F:** cephalon. **G:** pereopod 1 ♂. **H:** setae of carpus of the pereopod 1 ♂. **I:** merus and carpus of the pereopod 1 ♀. **J:** merus and carpus of the pereopod 2 ♂. **K:** merus and carpus of the pereopod 3 ♂. **L:** pereopod 7 ♂. **M:** endopod I ♂. **N:** exopod I ♂. **Ñ:** endopod II ♂. **O:** exopod II ♂.

En total se han estudiado 55 machos (30 %) y 127 hembras.

Etimología

El nombre de la nueva especie *C. alticola* deriva del latín *altus* y *colere* que significa “habitante de las alturas” remarcando su carácter de especie de montaña.

Diagnosis

Coloración marrón violáceo oscuro, con las inserciones musculares despigmentadas. Terguitos lisos donde destacan las sedas-escamas. Pleuroepímeros sin expansión lateral. Telson triangular con el extremo ampliamente redondeado. Meropoditos y carpopoditos de los tres primeros pares de pereiópodos del macho con brochas de largas sedas afiladas. Los exopoditos de los pleópodos I y II del macho tienen forma triangular con la punta interna destacada de la base.

Descripción

Talla máxima observada: 4 x 1,7 mm ♀.

Coloración: Marrón violáceo oscuro (Fig. 2A, 2B, 2C), con las inserciones musculares muy marcadas y una mancha clara en el límite del pleuroepímero.

Caracteres tegumentarios:

— Terguitos lisos, donde destacan las abundantes sedas-escamas de aspecto triangular (Fig. 2B, 2C), con las ramas basales grandes y el ápice muy marcado y redondeado (Fig. 2D), que le confieren cierto aspecto piloso (Fig. 2B, 2C).

Caracteres somáticos:

— Cuerpo: Muy convexo, se enrolla completamente formando una esfera (Fig. 2A, 2E).

— Ojo: Está formado por 8-10 omatidios (Fig. 2A).

— Céfalón: De tipo elumeano sin la línea post-escutelar (Fig. 2F), el borde posterior del escudo continua con la línea frontal, con una breve discontinuidad en su unión. El escudo cefálico es grande, ancho, y la lámina frontal cefálica sobresale claramente por encima del vértex.

— Pereion: El borde lateral del primer pleuroepímero cae oblicuamente al igual que el resto de pleuroepímeros y no presenta *schisma* (Fig. 2A).

— Pleon: Los neopleurones tercero, cuarto y quinto caen oblicuamente hacia la cara ventral.

— Telson: Triangular con el extremo ampliamente redondeado (Fig. 2C, 2E).

Apéndices:

— Antena: El primer artejo del flagelo es casi un tercio de la longitud del segundo (Fig. 2E). El segundo artejo de la antena lleva tres grupos de cortos estetascos.

— Urópodos: El endopodito es más largo que el extremo del telson. El exopodito es más ancho que largo (Fig. 2C, 2E).

Caracteres sexuales del macho:

— Pereiópodos 1.^{er} par: El carpopodito presenta un denso recubrimiento de escamas en su cara interna al igual que el de la hembra, pero el meropodito y el carpopodito del macho (Fig. 2G) tienen brochas de largas sedas afiladas (Fig. 2H). En la hembra, las sedas son fuertes, laciniadas y se disponen de forma menos densa (Fig. 2I), al igual que en los pereiópodos 2.^o y 3.^o.

— Pereiópodos del 2.^o (Fig. 2J) y 3.^{er} (Fig. 2K) pares: Con brochas de largas sedas afiladas en el meropodito y carpopodito que se disponen de forma menos densa que en el primer par de pereiópodos.

— Pereiópodo 7.^o par: sin diferenciación sexual (Fig. 2L).

— Pleópodo I: El endopodito es recto, fuerte (Fig. 2M), y en el extremo presenta una fila de espinas en su borde interno. El exopodito es triangular, con una punta interna marcada provista de una única y fuerte seda en el extremo (Fig. 2N). El campo traqueal presenta una escotadura.

— Pleópodo II: Endopodito terminado en una punta afilada (Fig. 2Ñ). El exopodito es triangular, con una punta interna muy desarrollada y con el campo traqueal con una pequeña escotadura (Fig. 2O).

Ecología

C. alticola n. sp., se ha recogido en las trampas de caída colocadas en el MSS y en superficie en los Peñones de San Francisco junto con ejemplares de *Porcellionides fuscomarmoratus* (Budde-Lund, 1885) y *Porcellio violaceus* Budde-Lund, 1885, si bien estas otras especies también han sido capturadas en trampas situadas en el entorno de los 3.000 metros. Las duras condiciones climáticas a los 2.500 metros de altitud en Sierra Nevada hacen que la presencia de una especie del género *Cristarmadillidium* cobre gran interés, ya que las otras especies conocidas del género son troglófilas en zonas de baja altitud.

Clave de identificación de las especies del género *Cristarmadillidium*

- 1 Tegumento liso. Pereiópodos 1.º a 3.º del macho con cepillos de sedas en el meropodito y carpopodito *C. alticola* n. sp.
- Tegumento con granulaciones. Pereiópodos sin diferenciación sexual 2
- 2 Granulaciones unidas formando 5 pares de costillas en el pereion *C. zaragozai*
- Granulaciones aisladas 3
- 3 Granulaciones débiles de mayor o menor desarrollo formando dos filas en el pereion *C. breuili*
- Granulaciones hipertrofiadas *C. muricatum*

DISCUSIÓN

El género *Cristarmadillidium*, está formado por cuatro especies. *C. muricatum* es la especie de mayor tamaño (10 mm) y típicamente troglófila, por lo que también se encuentra en el exterior de las cavidades. Tiene un aparato ocular formado por 10-12 omatidios y los ejemplares que se capturan en el exterior de las cavidades son pigmentados mientras que los habitantes de las cuevas están despigmentados. *C. muricatum* ha sido citada de **Alicante**: ARCANGELI, 1935 (Cova de la Punta de Benimaquí, Dénia); VANDEL, 1954a (Cova de la Punta de Benimaquí y Cova de les Rates de Almoraira, Dénia); VIVES, 1982 (Cova de la Punta de Benimaquí y Cova de les Rates, Dénia; Cova de les Ratpenats, Moraira); CIFUENTES & PRIETO, 2020 (Cova de los Pilares, Agres; Cova del Monedor, Benimantell; Cova de la Punta de Benimaquí, Dénia). **Islas Baleares**: GARCIA & CRUZ, 1996 (Ibiza). **Murcia**: BUDDE-LUND, 1885; DOLLFUS, 1892 y ARCANGELI, 1935 (Cartagena). **Valencia**: ARCANGELI, 1935; VANDEL, 1954a (Cova de las Maravillas de Aleira, Carcagente).

C. breuili, (8 mm), es una especie también típicamente troglófila, habitante de cuevas y del MSS (datos propios), con el aparato ocular reducido a 6-8 omatidios y donde la despigmentación es más frecuente, ya que solamente en algunos ejemplares se observan restos de pigmentación, lo que podría indicar una mayor adaptación al medio subterráneo. *C. breuili* ha sido citada de **Alicante**: VANDEL, 1954a (Cova de las Palomas, Calpe; Sima de Ondara, Dénia; Cova de las Arañas y Cova de San Juan, Pego); VIVES, 1982 (Cova de les Meravelles, Xaló; Avenc del Bolumini, Beniarbelg; Sa cova des Vells, Cova d'en Samián y Cova des Morets, Tàrbena); CRUZ, 1991 (Cova Font Llobera, Xixona); CIFUENTES & PRIETO, 2020 (Cova del Far, Alfas del Pi). **Córdoba**: GARCIA, 2013. **Jaén**: GARCIA, 2013 (Cueva-sima de los Ladrones, Sima de la Tubería y Sistema de la Murcielaguina, Peal de Becerro). **Málaga**: GARCIA, 2013. **Valencia**: GONZÁLEZ SILVESTRE, 2015 (Cova de l'Almuixic, Oliva); CIFUENTES & PRIETO, 2020 (Cueva Melchor, Albaida).

C. zaragozai es una especie más pequeña (6,5 mm) y también troglófila, presenta un aparato ocular formado por 10 omatidios y los ejemplares están normalmente pigmentados. *C. zaragozai* solamente se conoce de su localidad tipo, la Cova Xurra (Molló de la Creu, Gandia) en Valencia (CIFUENTES & PRIETO, 2020).

Finalmente, *C. alticola* n. sp. es la especie más pequeña del género (4 mm), y si bien se ha capturado principalmente en trampas del MSS, también se han recogido ejemplares en trampas situadas en superficie. En ambos casos presenta pigmentación normal y un aparato ocular formado por 8-10 omatidios.

Los mejores criterios de separación específica para las cuatro especies son la ornamentación de los tegumentos y la diferenciación sexual de los tres primeros pares de pereiópodos. Así, en cuanto a la ornamentación, en *C. breuili* las granulaciones en general son débiles (Fig. 3A), y aunque en algunos ejemplares están más marcadas siempre están individualizadas; son muy numerosas siempre en el céfalon, incluso en los ejemplares que presentan muy débiles granulaciones en el pereion; en los terguitos del pereion se disponen en dos filas localizadas en la zona central y en una fila, de débiles granulaciones, en el borde posterior del terguito; en el pleon solamente hay una fila de pequeñas granulaciones en el borde posterior del terguito. *C. zaragozai* presenta granulaciones grandes que en el pereion se asocian formando costillas en sentido antero-posterior (Fig. 3G), además de una fila de granulaciones marcadas en el borde posterior de cada terguito; en el pleon hay una fila de granulaciones muy marcadas, con las dos centrales más grandes. *C. muricatum* presenta granulaciones hipertrofiadas (Fig. 3M) tanto en el céfalon como en el pereion y el pleon. Finalmente, *C. alticola* n.sp. presenta los terguitos lisos, sin granulaciones (Fig. 2A, 2B, 2C). Esta característica permite por tanto diferenciar fácilmente a las cuatro especies.

El segundo criterio indicado se refiere a la diferenciación sexual de los tres primeros pares de pereiópodos del macho. El carpopodito del primer par de pereiópodos del macho presenta en las cuatro especies y en ambos sexos un denso recubrimiento de sedas en su cara interna.

Además, el meropodito y el carpopodito presentan fuertes sedas laciniadas que se disponen de forma más densa en el pereiópodo del macho que en el de la hembra. Este carácter también se repite en los pereiópodos 2.º y 3.º, aunque la densidad de sedas disminuye. Estas sedas son muy semejantes en *C. breuili* (Fig. 3B, 3C, 3D), *C. zaragozai* (Fig. 3H, 3I, 3J) y *C. muricatum* (Fig. 3N, 3Ñ, 3O). Sin embargo, en *C. alticola* n. sp. se puede hablar de verdaderos cepillos en el macho (Fig. 2G, 2J, 2K), formados por largas sedas de extremo afilado (Fig. 2G, 2H), mientras que en la hembra son escasas y no forman cepillos (Fig. 2I).

La forma del exopodito I del macho es parecida en las cuatro especies, aunque con algunas diferencias, así en *C. breuili* (Fig. 3E), *C. muricatum* (Fig. 3P) y *C. alticola* n. sp. (Fig. 2N) el exopodito I es triangular, con una punta destacada de la base; más aguda y con pequeñas espinas en su cara externa en *C. breuili*; más redondeada y con grandes espinas en *C. muricatum*, y también menos acusada y con una única espina en *C. alticola* n. sp. En *C. zaragozai* (Fig. 3K) la punta no destaca de la base y está provista de fuertes espinas.

El exopodito II del macho en *C. breuili* (Fig. 3F), *C. muricatum* (Fig. 3Q) y *C. alticola* n. sp. (Fig. 2O) presenta una punta interna muy alargada que se destaca de la base casi rectangular, mientras que esta punta es más reducida en *C. zaragozai* (Fig. 3L).

En cuanto a la ecología de *C. alticola* n. sp., su presencia en la alta montaña andaluza, plantea una serie de cuestiones interesantes. Su pequeño tamaño (4 mm), no es una adaptación a este medio, ya que los ejemplares de otras especies de isópodos que se han recogido en las mismas trampas, *Porcellionides fuscomarmoratus* (8 mm) y *Porcellio violaceus* (13 mm) presentan tallas normales para la especie. Su aparato ocular y la pigmentación apuntan a que su captura en el MSS, como las otras dos especies ya mencionadas, no se debe a que sea una especie con un marcado carácter troglófilo como las otras tres del género, sino al efecto de refugio del MSS frente a las duras condiciones climáticas de estas áreas montañosas. En la alta montaña, a las bajas

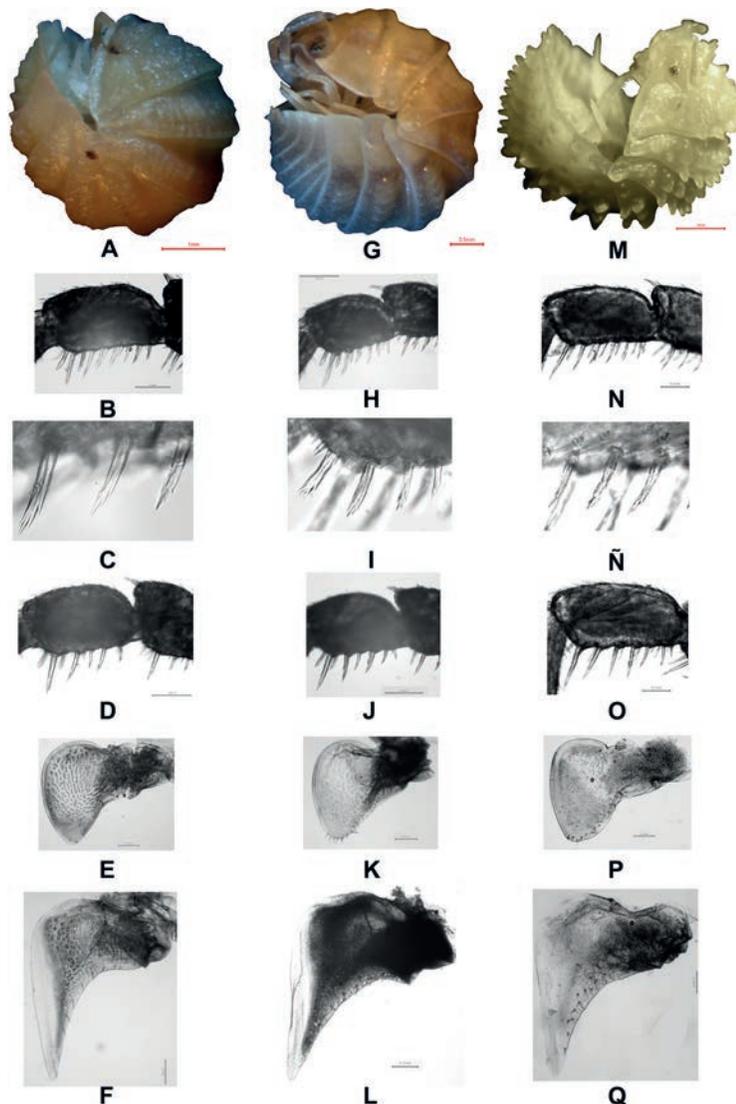


Fig. 3. *Cristarmadillidium breuili*, Alicante, Alfás del Pi, Cova del Far: **A:** vista lateral. **B:** carpopodito del pereiópodo 1 ♂. **C:** sedas del carpopodito del pereiópodo 1 ♂. **D:** carpopodito del pereiópodo 1 ♀. **E:** exopodito I ♂. **F:** exopodito II ♂. *Cristarmadillidium zaragozai*, Valencia, Gandía, Molló de la Creu, Cova Xurra: **G:** vista lateral. **H:** carpopodito del pereiópodo 1 ♂. **I:** sedas del carpopodito del pereiópodo 1 ♂. **J:** carpopodito del pereiópodo 1 ♀. **K:** exopodito I ♂. **L:** exopodito II ♂. *Cristarmadillidium muricatum*, Alicante, Benimantell, Cova del Monedor: **M:** vista lateral. **N:** carpopodito del pereiópodo 1 ♂. **Ñ:** sedas del carpopodito del pereiópodo 1 ♂. **O:** carpopodito del pereiópodo 1 ♀. **P:** exopodito I ♂. **Q:** exopodito II ♂.

Fig. 3. *Cristarmadillidium breuili*, Alicante, Alfás del Pi, Cova del Far: **A:** side view. **B:** carpus of the pereopod 1 ♂. **C:** setae of the carpus of the pereopod 1 ♂. **D:** carpus of the pereopod 1 ♀. **E:** exopod I ♂. **F:** exopod II ♂. *Cristarmadillidium zaragozai*, Valencia, Gandía, Molló de la Creu, Cova Xurra: **G:** side view. **H:** carpus of the pereopod 1 ♂. **I:** setae of the carpus of the pereopod 1 ♂. **J:** carpus of the pereopod 1 ♀. **K:** exopod I ♂. **L:** exopod II ♂. *Cristarmadillidium muricatum*, Alicante, Benimantell, Cova del Monedor: **M:** side view. **N:** carpus of the pereopod 1 ♂. **Ñ:** setae of the carpus of the pereopod 1 ♂. **O:** carpus of the pereopod 1 ♀. **P:** exopod I ♂. **Q:** exopod II ♂.

temperaturas se une la escasa humedad relativa en altitud, condiciones que son poco adecuadas para los isópodos (VANDEL, 1946, 1953, 1960), las cuáles serían las causantes de la pobreza de la fauna isopodológica de éstas áreas (VANDEL, 1953, 1960) en comparación a zonas de baja altitud. Por ello es difícil la captura de ejemplares de isópodos en este medio, sin embargo, la humedad se incrementa (para Sierra Nevada ver GILGADO *et al.*, 2015b) entre los fragmentos de las rocas que pasan a formar el MSS permitiendo la supervivencia de estos crustáceos.

Para que una especie se mantenga en un área, tiene que ser capaz de reproducirse en ella. Según VANDEL (1960), la fauna actual de isópodos deriva de la colonización en el Terciario de especies tropicales o subtropicales, por lo que la mayor parte de ellas son especies termófilas. Por esta razón, las variaciones térmicas acusadas relacionadas con los diferentes periodos fríos, han llevado a muchas especies de isópodos (VANDEL, 1960) a refugiarse en zonas más estables térmicamente, como las cavidades. Sin embargo, *C. alticola* n. sp., ha podido mantenerse en la alta montaña, como el resto de las escasas especies de isópodos que viven en este hábitat, aprovechando la época más cálida, el verano, para la reproducción, como así lo indica también las 3 hembras ovígeras que han sido capturadas. Pero durante las épocas más frías, la última de las cuales fue la Pequeña Edad del Hielo, sus poblaciones debieron de descender en altitud al encontrarse el suelo congelado, al menos hasta los 1.700 m.s.n.m., que marca el límite de los restos glaciares en Sierra Nevada y posteriormente, al retirarse el hielo a zonas más altas, volver a colonizar el área hasta formar las colonias actuales en los 2.505 m.s.n.m., justo por debajo del límite de la cota inferior del periglacialismo (OLIVA, 2012; GÓMEZ ORTIZ *et al.*, 2015, 2019) que todavía, aunque con escasa entidad, se desarrolla actualmente. Por lo tanto, mientras que *C. breuili*, *C. muricatum* y *C. zaragozai* se refugiaban de las condiciones desfavorables en las cavidades situadas en zonas de baja altitud, *C. alticola* n. sp. coloniza un ambiente duro, muy exigente,

por lo que también es ecológicamente diferente del resto de las especies del género.

Si bien los estudios de ADN podrán precisar el grado de parentesco entre las cuatro especies del género *Cristarmadillidium*, *C. alticola* n. sp. por sus terguitos lisos pigmentados y su modo de vida, podría ser la especie más primitiva del género, dado que ha debido de adaptarse a lo largo de sucesivas generaciones a las condiciones de la alta montaña, difíciles para los isópodos (VANDEL, 1946, 1953, 1960), mientras que las otras tres especies se han mantenido en zonas más litorales, con mayor humedad ambiental y por tanto en áreas más acordes con sus necesidades (VANDEL, 1946, 1960), y en estas tres especies la presencia de granulaciones, la despigmentación acusada y la vida troglófila serían caracteres derivados (VANDEL, 1943) como consecuencia de su progresiva adaptación al medio subterráneo, siguiendo la línea de las especies relictas glaciales (VANDEL, 1960). Por todo ello el género *Cristarmadillidium* podría ser un representante de la fauna nivícola cuaternaria, en el sentido de VANDEL (1960).

Por último hay que destacar, que *C. alticola* n. sp. es una de las pocas especies de isópodos que se conocen de la alta montaña. Así VANDEL (1953) indica que en Sierra Nevada se encuentran las especies de estos crustáceos que mayor altitud alcanzan en Europa. En esta sierra se encuentran las ya mencionadas *Porcellionides fuscomarmoratus* y *Porcellio violaceus* capturadas en Tajos del Campanario a 3.022 m.s.n.m., especies también señaladas por VANDEL (1953) por encima de los 2.000 m.s.n.m., al igual que también mencionó (VANDEL, 1953) a *Porcellio baeticensis* Vandel, 1953, *P. scaber* Latreille, 1804, *Armadillidium mateui* Vandel, 1953 y *A. vulgare* (Latreille, 1804).

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. A. Tinaut por facilitarme los ejemplares que han permitido describir la nueva especie, por sus valiosos comentarios al manuscrito y por la cesión para su publicación de la fotografía de los Peñones de San Francisco, así como a Vicente

Ortuño y a José Domingo Gilgado responsables también del estudio de la fauna del MSS de Sierra Nevada y por tanto de la instalación y recogida de las muestras del MSS de las que ha surgido esta especie. A la Dra. Begoña Sánchez del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, al Dr. Carlos Prieto del Departamento de Zoología de la Universidad del País Vasco y a Glòria Masó conservadora de la colección de artrópodos del Museo de Barcelona por su ayuda en el estudio de las respectivas colecciones de isópodos. También quiero expresar mi agradecimiento a la Dra. Araceli Anadón ya que con sus comentarios ha ayudado a mejorar el manuscrito original.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLEY, R.A., 2000. The Younger Dryas cold interval as viewed from central Greenland. *Quaternary Science Reviews*, 19: 213-226.
- ARCANGELI, A., 1948. Schizidiinae sottofamiglia di Armadillidiidae (Crostacei Isopodi Terrestri). *Bollettino dell'Istituto e Museo di Zoologia dell'Università di Torino*, 1: 211-272.
- ARCANGELI, A., 1935. Isopodi terrestri di caverne della Spagna (Collezione del Museo di Storia naturale di Madrid). *Eos*, 10: 171-195.
- BARRANCO, P., J.D. GILGADO & V.M. ORTUÑO, 2013. A new mute species of the genus *Nemobius* Serville (Orthoptera, Gryllidae, Nemobiinae) discovered in colluvial, stony debris in the Iberian Peninsula: A biological, phenological and biometric study. *Zootaxa*, 3691 (2), 201-219.
- BUDDE-LUND, G., 1885. *Crustacea Isopoda terrestria per familias et genera et species descripta*. 319 pp. Copenhagen.
- CARLES-TOLRÁ, M., A.TINAUT & J.D. GILGADO, 2020. *Parochthiphila (Euestelia) verrucosa* n. sp.: a new chamaemyiid species from Spain collected in Sierra Nevada National Park (Diptera, Chamaemyiidae). *Boletín Asociación española Entomología*, 44 (1-2): 149-158.
- CASARES, M. & X. LLIMONA, 1982. Líquenes de los Peñones de San Francisco (Sierra Nevada, Sur de España). *Acta Botanica Malacitana*, 7: 5-10.
- CASTILLO MARTÍN, A., 2000. Parque nacional de Sierra Nevada. Clima e hidrología. In: *Parque Nacional de Sierra Nevada*, Canseco ed., 7 pp.
- CIFUENTES, J. & P. BARRANCO, 2020. *Porcellio selomai* sp. nov. (Oniscidea, Porcellionidae), un nuevo isópodo terrestre del medio subterráneo superficial (MSS) de la península ibérica. *Boletín Asociación española de Entomología*, 44 (1-2): 167-182.
- CIFUENTES, J. & C.E. PRIETO, 2020. *Cristarmadillidium zaragozai* n. sp. (Oniscidea, Armadillidiidae), un nuevo isópodo terrestre de la Península Ibérica. *Graellsia*, 76(2): <https://doi.org/10.3989/graeellsia.2020.v76.266>
- CRUZ, A., 1991. Isópodos terrestres de la colección del Museu de Zoología de Barcelona (Crustacea, Oniscidea). *Miscel.lànea zoològica Barcelona*, 15: 81-102.
- DÍAZ DE FEDERICO, A., E. PUGA, J. BURGOS, J.A. GALLEGOS & C. SANZ DE GALDEANO, 1978. *Magna. Mapa geológico de España 1:50.000*. Güéjar-Sierra. Hoja n.º 1027. Ministerio de Industria y Energía, Madrid. 53 pp. 1 mapa.
- DOLLFUS, A., 1892. Catalogue raisonné des isopodes terrestres de l'Espagne. *Anales de la Sociedad española de Historia natural*, 21: 161-190.
- GARCIA, L., 2013. Isópodos terrestres (Crustacea: Oniscidea) recolectados en cavidades subterráneas de Jaén. En: *Los invertebrados de hábitats subterráneos de Jaén*. Pérez Fernández, T. & A. Pérez Ruiz (coord.). Grupo de Espeleología de Villacarrillo (G.E.V.) (Ed.), 78-87.
- GARCIA, L. & A. CRUZ, 1996. Els isopòds terrestres (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) de les Illes Balears: catàleg d'espècies. *Bolletí de la Societat d' Història natural de les Balears*, 39: 77-99.
- GILGADO, J.D., H. ENGHOFF, A. TINAUT & V.M. ORTUÑO, 2015a. Hidden biodiversity in the Iberian Mesovoid Shallow Substratum (MSS): New and poorly known species of the millipede genus *Archipolydesmus* Attems, 1898 (Diplopoda, Polydesmidae). *Zoologischer Anzeiger*, 258: 13-38.
- GILGADO, J.D., H. ENGHOFF, A. TINAUT, J.-P. MAURIÈS & V.M. ORTUÑO, 2015b. Sierra Nevada (Granada, Spain): a high-altitude biogeographical crossroads for millipedes (Diplopoda), with first data on its MSS fauna and description of a new species of the genus *Ceratospheys* Ribaut, 1920 (Chordeumatida: Opisthocheiridae). *Zootaxa*, 4044 (3): 391-410.
- GÓMEZ ORTIZ, A., (Coord.), 2002. *Mapa geomorfológico de Sierra Nevada. Morfología glacial y periglacial*. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Parque Nacional de Sierra Nevada, Parque Natural de Sierra Nevada, Universitat de Barcelona, 86 pp., 1 mapa.
- GÓMEZ ORTIZ, A., M. OLIVA, D. PALACIOS, F. SALVADOR-FRANCH, L. VÁZQUEZ-SELEM, M. SALVÀ-CATARINEU & N. DE ANDRÉS, 2015. The deglaciation of Sierra Nevada (Spain), synthesis of the knowledge and new contributions. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 41 (2): 409-426.
- GÓMEZ ORTIZ, A., M. OLIVA, F. SALVADOR-FRANCH, D. PALACIOS, L.M. TANARRO, J.J. SANJOSÉ-BLASCO & M. SALVÀ-CATARINEU, 2019. Monitoring permafrost and periglacial processes in Sierra Nevada (Spain) from 2001 to 2016. *Permafrost and Periglacial Process*, 30: 278-291.
- GÓMEZ ORTIZ, A. & J.A. PLANA CASTELLVÍ, 2006. La Pequeña Edad del Hielo (Little Ice Age) en Sierra

- Nevada a través de los escritos de época (siglos XVIII y XIX) en su relación con el progreso de la geografía física y geomorfología española. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 42: 71-98.
- GÓMEZ ORTIZ, A., L. SCHULTE, F. SALVADOR FRANCH, D. PALACIOS ESTREMER, C. SANZ DE GALDEANO, J.J. SANJOSÉ BLASCO, L.M. TANARRO GARCÍA & A. ATKINSON, 2005. Field trip to Sierra Nevada massif. Glacial geomorphology and present cold processes. *Sixth International Conference on Geomorphology*. Zaragoza. Field trip guides, 2: 309-354.
- GONZÁLEZ SILVESTRE, J.V., 2015. Memorias del inframundo: Bioespeleología I. *Gota a gota*, 7: 1-13.
- MARÍN LECHADO, C., A. PEDRERA PARIAS, A.B. PÉREZ MUÑOZ, R. RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, J.C. RUBIO CAMPOS, A. RUIZ CONSTÁN & M. VILLALOBOS MEGÍA, 2017. *Parque nacional de Sierra Nevada. Guía Geológica*. Instituto geológico y minero de España. IGME. 330 pp.
- OLIVA, M., 2012. Evolución ambiental cuaternaria del Paisaje de Sierra Nevada: estado de la cuestión. *Revista Cuaternario y Geomorfología*, 25 (1-2), 21-44.
- ORTUÑO, V.M., P. BARRANCO, A. JIMÉNEZ-VALVERDE & A. SENDRA, 2020. El relicto glacial *Leistus (Pogonophorus) puncticeps* Fairmaire & Laboulbène, 1854 (Coleoptera, Carabidae): nuevos datos sobre distribución, autoecología y presencia en el medio subterráneo superficial (MSS). *Graellsia*, 76 (1): e107 <https://doi.org/10.3989/graellsia.2020.v76.255>
- PALADE, B., D. PALACIOS ESTREMER & A. GÓMEZ ORTIZ, 2011. Los glaciares rocosos de Sierra Nevada y su significado paleoclimático. Una primera aproximación. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 37 (2): 95-118.
- PUGA, E., A. DÍAZ DE FEDERICO, J.M. NIETO & M.A. DÍAZ PUGA, 2007. Petrología, evolución geodinámica y georrecursos del Espacio Natural de Sierra Nevada. *Estudios Geológicos*, 63 (2): 19-49.
- SCHMALFUSS, H., 1988. The terrestrial isopod genus *Schizidium* in western Asia (Oniscoidea: Armadillidiidae). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde*, Serie A, 423: 22 pp.
- SCHMALFUSS, H., 2003. World catalog of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscoidea). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde*, Serie A, Nr. 654: 341 pp.
- SCHMALFUSS, H., 2005. The terrestrial isopods (Isopoda: Oniscoidea) of Greece. 21st contribution: Genus *Schizidium* (Armadillidiidae). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde*, Serie A, 681: 38 pp.
- SCHMALFUSS, H., 2008. The terrestrial isopod genus *Schizidium* (Isopoda: Oniscoidea): systematics, distribution, morphology. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde* A, 1: 143-151.
- VANDEL, A., 1943. Essai sur l'origine, l'évolution et la classification des Oniscoidea (Isopodes terrestres). *Bulletin Biologique de France et de Belgique*, suppl., 30: 143 pp.
- VANDEL, A., 1946. La répartition géographique des Oniscoidea (Crustacés Isopodes terrestres). *Bulletin Biologique de France et de Belgique*, 79: 221-272.
- VANDEL, A., 1953. Les isopodes terrestres des provinces d'Almería et de Granada. *Archivos del Instituto de Aclimatación* (Almería), 1: 45-75.
- VANDEL, A., 1954a. Une nouvelle espèce cavernicole appartenant à la famille des Armadillidiidae et provenant de l'Espagne orientale (Crustacés; Isopodes terrestres). *Notes biospéologiques*, 9: 61-66.
- VANDEL, A., 1954b. Note sur deux Armadillidiidae endogés et cavernicoles de la région de Grasse (Crustacés; Isopodes terrestres). *Notes biospéologiques*, IX: 49-59.
- VANDEL, A., 1960. *Faune de France*, vol. 64. *Isopodes terrestres* (première partie), pp. 1-416; Paris.
- VANDEL, A., 1962. *Faune de France*, 66. *Isopodes terrestres* (deuxième partie), pp. 417-931; Paris.
- VANDEL, A., 1965. La faune isopodique de l'île de Chypre. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle* (Paris), 2e Série, 36: 818-830.
- VIVES, M. 1982. Nota sobre la fauna d'isopodes terrestres i cavernicoles de la zona d'Alacant (Crustacea, Isopoda, Oniscoidea). *Arxiu del Centre Excursionista de Terrassa* (4.ª época), 29 (SIS/9): 8-11.

Zoobank registrations

at <http://zoobank.org>

Present article: <http://zoobank.org/urn:lsid:zoobank.org:pub:B7735DE7-271F-4F1A-AA81-257E69D205C1>

***Cristarmadillidium alticola* Cifuentes, 2021:**

<http://zoobank.org/urn:lsid:zoobank.org:act:632D3C43-24DA-423C-8209-C7DF0D17E06D>