

Un nuevo *Trechus* (Coleoptera, Carabidae, Trechini) hipogeo de la Sierra de Parapanda (Andalucía, España): taxonomía, sistemática y biología

V. M. Ortuño & P. Barranco

Ortuño, V. M. & Barranco, P., 2015. Un nuevo *Trechus* (Coleoptera, Carabidae, Trechini) hipogeo de la Sierra de Parapanda (Andalucía, España): taxonomía, sistemática y biología. *Animal Biodiversity and Conservation*, 38.2: 191–206, Doi: <https://doi.org/10.32800/abc.2015.38.0191>

Abstract

A new hypogean *Trechus* (Coleoptera, Carabidae, Trechini) from Sierra de Parapanda (Andalucía, España): taxonomy, systematics and biology.— Sampling of arthropod fauna by pitfall traps in the cavern 'Sima de San Rafael' in Íllora (Granada, Spain) has revealed a new carabid beetle species, *Trechus parapandus* n. sp., with remarkable troglobiomorphic characteristics: eyes visible only as scars, depigmentation, and elongation of antennae and legs. In consonance with these characteristics, this new species, *Trechus parapandus* n. sp. is absent in the upper region of the cave. The species belongs to the *Trechus fulvus* species group (that has five species in Andalusia) according to the characteristics of both male and female genitalia. Study of the fauna in the cave suggests that Collembola might be the prey of this new species since they are the most abundant group and have a coincidental phenology. A key for the 11 *Trechus* species present in Andalusia is provided.

Key words: *Trechus*, Hypogean fauna, Taxonomy, Systematics, Biology, Iberian peninsula

Resumen

Un nuevo *Trechus* (Coleoptera, Carabidae, Trechini) hipogeo de la Sierra de Parapanda (Andalucía, España): taxonomía, sistemática y biología.— El muestreo de la artropodofauna de la Sima de San Rafael en Íllora, Granada, mediante trampas de caída, ha permitido el descubrimiento de un nuevo coleóptero carábido, *Trechus parapandus* sp. n., con notables caracteres troglobiomórficos: reducción ocular quedando relegada a una cicatriz, despigmentación y un ligero alargamiento de apéndices. Para la ubicación de este nuevo taxón dentro del conjunto de especies del género presentes en Andalucía, se ha confeccionado una clave dicotómica que permite identificar las 11 especies del género presentes en este ámbito territorial. *Trechus parapandus* sp. n. se encuadra dentro del grupo *Trechus fulvus* debido a la estructura de su genitalia en ambos sexos, el cual se constituye ahora por cinco especies en Andalucía. El estudio faunístico de la sima, sugiere que el grupo presa de esta nueva especie podrían ser los colémbolos, ya que además de su abundancia presentan una distribución temporal coincidente. *Trechus parapandus* sp. n. se distribuye por la cavidad de acuerdo a su carácter hipogeo, estando ausente en la zona más superficial de la misma.

Palabras clave: *Trechus*, Fauna hipogea, Taxonomía, Sistemática, Biología, Península ibérica

Received: 17 VI 15; Conditional acceptance: 23 VII 15; Final acceptance: 24 VII 15

V. M. Ortuño, Grupo de Investigación de Biología del Suelo y de los Ecosistemas Subterráneos, Depto. de Ciencias de la Vida, Fac. de Biología, Ciencias Ambientales y Química, Univ. de Alcalá, A. P. 20, Campus Universitario, E-28805 Alcalá de Henares, Madrid, Spain.— P. Barranco, Depto. de Biología y Geología, Cite II-B, Univ. de Almería, E-04120 Almería, Spain.

Corresponding author: Vicente M. Ortuño. E-mail: vicente.ortuno@uah.es

Introducción

El género *Trechus* Clairville, 1806 tiene una elevada diversidad específica, habiéndose descrito más de 600 especies (Moravec et al., 2003). Su distribución es mayoritariamente paleártica si bien se conocen alrededor de 50 especies en la región neártica (Larochelle & Larivière, 2003) y algo más de 25 especies en el este de África (Ortuño & Novoa, 2011). Según el último catálogo de carábidos ibéricos (Serrano, 2013) y considerando algunas enmiendas y adendas (Ortuño & Arribas, 2010; Ortuño & Barranco, 2013; Ortuño et al., 2014; Toribio, 2014, 2015; Fresneda et al., 2015) se conocen 62 especies de este género en el ámbito ibero-baleár, de las que 10 están citadas de Andalucía (ver tabla 1): algunas de estas son claramente euritópicas por lo que exhiben una amplia distribución, como es el caso de *Trechus quadristriatus* (Schrank, 1781) y *Trechus obtusus* (Erichson, 1837); otras, endémicas y restringidas a pequeñas áreas (microendemismos *sensu* Rapoport, 1975) como sucede con la especie orófila *Trechus planipennis* Rosenhauer, 1856, o con las especies hipogeas *Trechus breuillei* Jeannel, 1913 y *Trechus lencinai* (Mateu & Ortuño, 2006) (Ortuño, 2008; Ortuño & Barranco, 2013). Andalucía, además cuenta con algunas especies de *Trechus*

epigeos que muestran hábitos troglófilos (hipogeos facultativos) (ver tabla 1).

En el complejo proceso de evolución de los hábitats subterráneos, es un hecho constatado que, especies epigeas se instalan en estos espacios afóticos prosperando, en muchos casos, poblaciones hipogeas que encuentran serias limitaciones para mantener el flujo génico con sus congéneres epigeos. Estos hechos sumados a los factores selectivos que imponen estos singulares hábitats, promueven la divergencia específica y la evolución troglobiomorfa (Christiansen, 1985; Hüppop, 1985; Howarth, 1987; Kane & Culver, 1991; Dethier & Hubart, 2005; entre otros). Ello ha conducido a que organismos geófilos, higrófilos, y en gran medida lucífugos, como son los *Trechus*, hayan colonizado con éxito el medio subterráneo, dando como resultado un elevado número de especies hipogeas con diferente grado de troglobiomorfismo. En el ámbito ibérico son 23 las especies de *Trechus* que son exclusivas de hábitats hipogeos, lo que supone un alto porcentaje (37%) con respecto al total de especies conocidas.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer una nueva especie hipogea de *Trechus* procedente de la Sierra de Parapanda, y discutir su relación taxonómica con otras especies ibéricas.

Tabla 1. Especies de *Trechus* cuya presencia es conocida en Andalucía.

Table 1. *Trechus* species known in Andalucía.

Hábitat		
Especie	Corotipo	Corología ibérica
Epigeo		
<i>Trechus quadristriatus</i> (Schrank, 1781)	Paleártico	Toda la península
<i>Trechus rufulus</i> Dejean, 1831	Mediterráneo occidental	Por confirmar de Andalucía y Valencia (citas imprecisas)
<i>Trechus obtusus</i> Erichson, 1837	Europeo–mediterráneo (Holártico por acción antrópica)	Toda la península
<i>Trechus planipennis</i> Rosenhauer, 1856	Bético (endemismo ibérico)	Sierra Nevada
<i>Trechus lallemandii</i> Fairmaire, 1859	Mediterráneo meridional	Punta meridional de Andalucía
<i>Trechus tingitanus</i> Putzeys, 1870	Bético–rifeño	Campo de Gibraltar
Epigeo/hipogeo		
<i>Trechus fulvus</i> Dejean, 1831	Europeo occidental	Gran parte de la península
<i>Trechus diecki</i> Putzeys, 1870	Bético–mauritanico	Andalucía
Hipogeo		
<i>Trechus breuillei</i> Jeannel, 1913	Bético (endemismo ibérico)	Sierra de Ronda (Málaga)
<i>Trechus lencinai</i> (Mateu & Ortuño, 2006)	Bético (endemismo ibérico)	Sierras de Segura (Jaén) y Alcaraz (Albacete)
<i>Trechus parapandus</i> sp. n.	Bético (endemismo ibérico)	Sierra de Parapanda (Granada)

Material y métodos

La Sierra de Parapanda, con cotas que oscilan entre los 420 y los 1.608 m s.n.m., es una alineación montañosa perteneciente al Sistema Subbético granadino, ubicada en el término municipal de Íllora, provincia de Granada. Parte de esta sierra está coronada por una meseta desnuda en donde predomina el lapiaz y, por toda ella se conocen importantes cavidades subterráneas excavadas en calizas blancas y dolomías, tales como la Sima de los Escorpiones, con más de 100 m de desnivel, o la Sima de San Rafael (Vera Torres et al., 2014). La Sima de los Escorpiones (UTM 30SVG18192969 y a una altitud de 1.575 m s.n.m.) con un desarrollo de 309 m y un desnivel de 103 m, es la cavidad más espectacular de este macizo montañoso, rica en formaciones parietales, presentando bastantes fracturaciones tectónicas sin consolidar en las zonas inferiores. En épocas de lluvias hay un intenso goteo en sus zonas profundas, encontrándose las paredes, a partir del tercer pozo, muy húmedas (Santaella Alba & Moreno Espigares, 2006). La

Sima de San Rafael (UTM 30SVG18992897 y a una altitud de 1.305 m s.n.m.) tiene un desarrollo topografiado de 485 m y un desnivel de 54 m. Se abre a consecuencia de varias fracturas interconectadas por una sucesión de pequeños pozos, con recintos cubiertos por grandes bloques que dividen diferentes niveles. En general es muy laberíntica con pasos estrechos y salas o recintos de mediano tamaño. En la cavidad existe una colonia de murciélagos protegida (CMA, 2011).

Ambas cavidades fueron prospectadas, si bien sólo la Sima de San Rafael fue muestreada de forma sistemática, mediante trampeo con trampas de caída, practicándose cuatro colectas estacionales, desde noviembre de 2012 hasta julio de 2013. Para ello se instalaron 20 trampas de caída, distribuidas por toda la cavidad (fig. 1), enterradas a ras en el sustrato y llenas, hasta la mitad de su capacidad, con una solución compuesta por 2/3 de propilenglicol y 1/3 de cerveza, y cebadas con sobrasada. Las trampas permanecieron activas alrededor de un mes en cada una de las estaciones del año (10 XI 2012/08 XII 2012; 26 I 2013/09 III 2013;

Sima de San Rafael – GR-232

G.E.G.

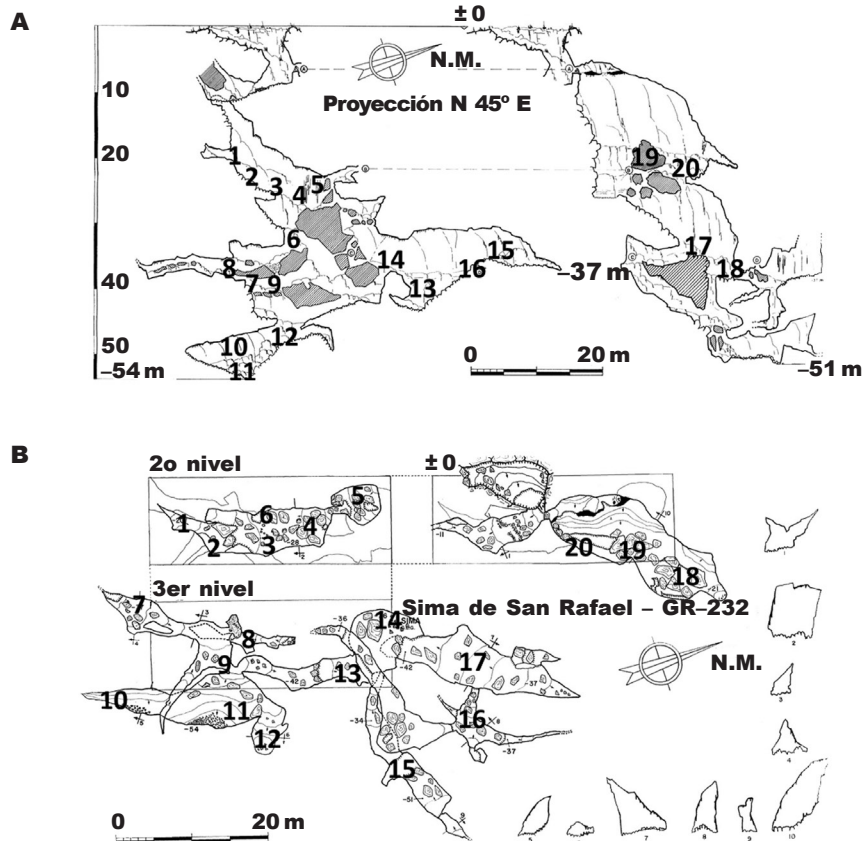


Fig. 1. Topografía de la Sima de San Rafael, perfil (A) y planta (B). Ubicación de las trampas de caída (numeradas).

Fig. 1. Topography of Sima de San Rafael, profile (A) and floor (B). Location of the pitfall traps (numbered).

Tabla 2: Inventario de grupos taxonómicos acompañantes de los *Trechus* colectados en la Sierra de Parapanda, Íllora (Granada, España). Se indica el número total de capturas y porcentaje que representan.

Table 2: Checklist of taxonomic groups found with the *Trechus* collected from Sierra de Parapanda, Íllora (Granada, Spain) and total number of catches and percentages they represent.

	n	%		n	%
Collembola			Hymenoptera		
Isotomidae	4.045	37,67	Parasitica, 1 sp.	9	0,08
Entomobryidae	138	1,29	Formicidae, 1 sp.	3	0,03
Sminthuridae	564	5,25	Psocoptera		
Onychiuridae	164	1,53	Psyllipsocidae <i>Psyllipsocus ramburii</i>	13	0,12
Coleoptera			Trichoptera, 1 sp.	3	0,03
Carabidae			Sifonaptera, 1 sp.	4	0,04
<i>Laemostenus</i> sp.	62	0,58	Pseudoscorpiones		
<i>Trechus parapandus</i> sp. n.	210	1,96	Neobisiidae <i>Neobisium baenai</i>	45	0,42
Staphylinidae			Acari		
Aleocharinae <i>Atheta</i> sp.	1.070	9,96	Ac. Trombidiformes, 1 sp.	60	0,56
Tachyporinae <i>Sepedophilus</i> sp.	22	0,20	Ac. Oribatida, varias especies	173	1,61
Staphylininae <i>Microsaurus</i> sp.	1	0,01	Ac. Gamasida, varias especies	632	5,89
Pselaphinae <i>Bryaxis</i> sp.	1	0,01	Ac. Rhagidiidae, 1 sp.	3	0,03
Cholevidae			Neothrombidiidae,		
<i>Speonemadus angusticollis</i>	593	5,52	<i>Beronium laemostenis</i>	47	0,44
<i>Catops andalusicus</i>	1	0,01	Ixodidae: 1 sp.	16	0,15
Latridiidae <i>Corticaria</i> sp.	6	0,06	Aranea: varias especies	19	0,18
Cryptophagidae <i>Cryptophagus</i> sp.	5	0,05	Opiliona: 1 sp.	1	0,01
Diptera			Isopoda: <i>Porcellio</i> sp.	1.141	10,62
Phoridae, 1 sp.	935	8,71	Larvas Cholevidae	67	0,62
Anthomyiidae, 1 sp.	159	1,48	Larvas Staphylinidae	121	1,13
Sciaridae, 1 sp.	265	2,47	Larvas Carabidae	12	0,11
Tipulidae, 1 sp.	48	0,45	Larvas Diptera	33	0,31
Psychodidae, 1 sp.	48	0,45			
				10.739	

20 IV 2013/18 V 2013; 22 VI 2013/20 VII 2013). Paralelamente, se realizaron muestreos por rastreo de las especies que se observaron en el transcurso de la instalación y retirada de las trampas, actividad que permitió la captura de otras especies que no suelen caer en ellas, como sucede con la mayoría de las arañas. Los muestreos fueron realizados por miembros del Grupo Espeleológico de Granada (GEG) dentro del marco del contrato de investigación "Invertebrados cavernícolas de Andalucía". Todos los especímenes se conservaron en etanol de 70°.

La fauna acompañante fue analizada a partir de un total de 10.739 especímenes de artrópodos colectados en la Sima de San Rafael, siendo posteriormente clasificados en 38 categorías con desigual precisión

taxonómica dada la imposibilidad de poder llegar a conocer la totalidad de las especies (tabla 2).

El estudio del edeago (en posición dorsal y lateral) y de la genitalia femenina, se ha realizado tras preparar las genitalias en pequeñas láminas transparentes de acetato, utilizando una resina hidrosoluble (dimetil hidantoína formaldehído, DMHF). El complejo espermatecal se tiñó con Negro de Clorazol y posteriormente fue aclarado con una solución de KOH, y posteriormente con solución de Scheerpeltz (60% etanol, 39,5% agua destilada, 0,5% ácido acético). Otras estructuras anatómicas han sido deshidratadas y se han metalizado con oro con una capa de 20 nm de grosor (Metalizador Bal-Tec SCD-005) para su observación a microscopía electrónica de barrido

(Microscopio HITACHI S-3500-N) a alto vacío. Todas las mediciones de los especímenes se han realizado utilizando un estereomicroscopio con ocular calibrado.

Como material de comparación se han examinado ejemplares de otras especies ibéricas de *Trechus* cuya presencia es conocida en Andalucía (tabla 1), dedicando especial atención a aquellas que pertenecen al "grupo-*Trechus fulvus*": *Trechus breuili* Jeannel, 1913; *Trechus lencinai* (Mateu & Ortuño, 2006), *Trechus lallemantii* Fairmaire, 1859 y *Trechus fulvus* Dejean, 1831.

Resultados

Trechus parapandus sp. n. (figs. 2–6)

Serie típica:

Holotipo: 1♂, Sima de San Rafael, UTM 30SVG18992897, Cerro de la Mesa, Sierra de Parapanda, T. M. Íllora (Granada, España), 10 XI 2012/08 XII 2012, GEG leg. Depositado en la colección del Departamento de Ciencias de la Vida – V. M. Ortuño (UA/VMO), Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares (Madrid, España).

Paratipos: 42♂♂, 40♀♀ (1♀ metalizada para SEM), Sima de San Rafael, UTM 30SVG18992897, Cerro de la Mesa, Sierra de Parapanda, T. M. Íllora (Granada, España), 10 XI 2012/08 XII 2012, GEG leg.; 18♂♂, 21♀♀, idem, 26 I 2013/09 III 2013; 10♂♂, 10♀♀, idem, 20 IV 2013/18 V 2013; 1♂, 1♀, idem, 22 VI 2013; 24♂♂, 35♀♀, idem, 22 VI 2013/20 VII 2013; 1♂, Sima de los Escorpiones, UTM 30SVG18192969, Cerro de la Mesa, Sierra de Parapanda, T. M. Íllora (Granada, España), 30 IX 2005, GEG leg. (A. Santaella leg.). Depositados en la colección del Departamento de Ciencias de la Vida – V. M. Ortuño (UA/VMO), Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares (Madrid, España); colección del Museo Nacional de Ciencias Naturales (Madrid, España) con el número de inventario "MNCN Cat. Tipos Nº 2613"; colección del Centro de Colecciones de la Universidad de Almería (CECOUAL); colección Paolo Magrini (Firenze, Italia); colección Marcos Toribio (Tres Cantos, España).

Diagnosis

Insecto con el cuerpo alargado y el tegumento despigmentado (color testáceo) que recuerda a un *Trechus fulvus* estilizado (figs. 2, 3A). Ojos vestigiales (sólo visible una pequeña cicatriz ocular sin pigmentar) (fig. 3B). Alas rudimentarias reducidas a una pequeña escama alar. Pronoto poco transverso y ligeramente cordiforme. Élitros de lados subparalelos y el disco poco convexo, con las tres estrías externas muy tenues (especialmente la 8ª); margen humeral poco marcado. Antenas y patas largas. Ambos sexos con morfología externa similar, a excepción de los dos primeros protarsómeros que están más ensanchados en los machos. Genitales femeninos según el modelo del "grupo-*Trechus fulvus*".

Descripción

Longitud del holotipo (desde el ápice de las mandíbulas hasta el ápice de los élitros): 4,78 mm. Longitud de los paratipos: 4,08–5,00 mm.

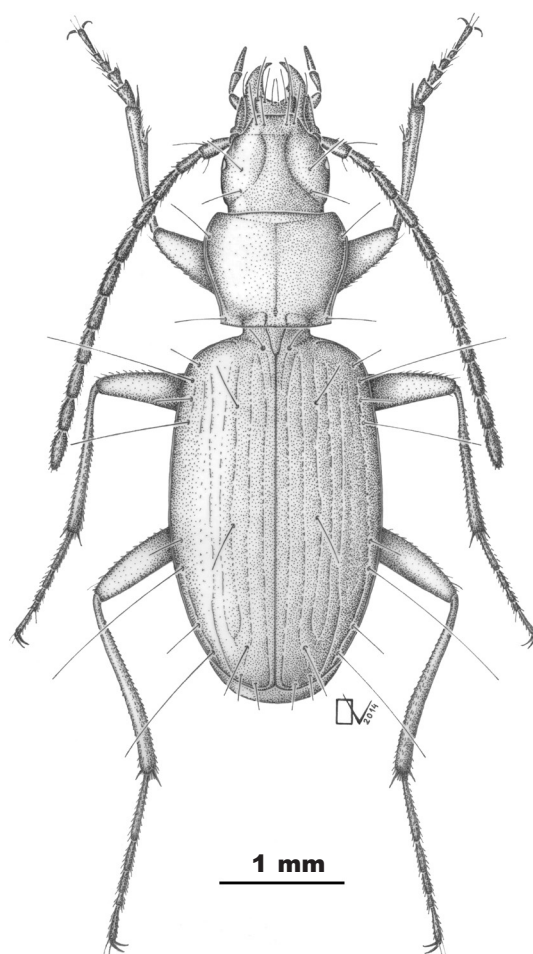


Fig. 2. Habitus de *Trechus parapandus* sp. n. Macho.

Fig. 2. Habitus of *Trechus parapandus* n. sp. Male.

Cabeza ligeramente más corta (longitud medida desde el final de la sien hasta el margen anterior del clípeo) que ancha ($Lc/Ac \approx 0,8$) y manifiestamente más estrecha que el pronoto. Disco con microescultura poligonal poco profunda (fig. 4C). Ojos reducidos a unas pequeñas cicatrices no pigmentadas (fig. 3B). Surcos frontales profundos que se prolongan hasta el clípeo, bordeando el área ocular. Sienes largas (al menos tres veces más largas que la extensión de la cicatriz ocular), muy levemente convexas y micropubescentes. Labro trapezoidal y anchamente escotado en el margen anterior (fig. 3F). Mandíbulas, piezas labiales y maxilares típicas del género. Labio provisto de dos minúsculas foveolas multiperforadas y un diente labial levemente escotado (figs. 3C–3E). Antenas largas, filiformes, cuya longitud alcanza la mitad de los élitros. Quetotaxia cefálica: dos setas supraoculares por cada ojo (la anterior ligeramente retrasada al borde posterior del ojo, y la posterior

contigua al tramo basal del surco); dos pares de setas clipeales (fig. 3F); seis setas próximas al margen anterior del labro (fig. 3F); una seta en el surco mandibular (fig. 3F); dos setas labiales insertas en la base de la escotadura (fig. 3D); seis setas prebasilares que jalonan la estructura (fig. 3C) (en algún espécimen se ha observado alguna seta supernumeraria); lígula poliqueta; cuatro setas conspicuas en el penúltimo palpómero labial de las cuáles dos se sitúan en la cara interna; antenas pubescentes desde el 2º antenómero hasta el 11º, el 1º glabro pero provisto de una serie de setas próximas al borde anterior.

Pronoto apenas convexo, poco transverso (IP/aP \approx 0,78), ligeramente cordiforme y con su mayor anchura por delante del medio. Borde lateral suavemente sinuado en el tercio basal. Disco con microescultura transversa poco profunda. Canal lateral estrecho en toda su longitud. Surco medio bien indicado y fosetas basales profundas. Ángulos posteriores rectos y vivos. Base sub-recta, no saliente y ligeramente más estrecha que el borde anterior. Quetotaxia pronotal (fig. 2): dos setas marginales, una en la base del cuarto anterior y otra sobre el ángulo posterior.

Élitros estrechos, proporcionalmente largos (aE/IE \approx 0,60), manifiestamente subparalelos y levemente más anchos pasada la mitad de su longitud. Disco con microescultura transversa poco profunda (fig. 4D). Margen basal ligeramente inclinado con los hombros redondeados, poco marcados (fig. 2). Reborde basal interrumpido al nivel del origen de la 3ª o 4ª estría. Estrías bien indicadas, aunque superficialmente surcadas y de forma aún más leve en las estrías externas. Interestrías no convexas. Estriola apical recurrente unida a la terminación de la 5ª estría. Estriola yuxtaescutelar bien visible en la base de la 1ª interestría. Quetotaxia elitral (fig. 2): en cada élitro una seta yuxtaescutelar (en la base de la estriola); dos largas setas discuales (ambas contiguas a la 3ª estría), la anterior en el quinto basal y la posterior aproximadamente hacia la mitad del élitro; setas del triángulo apical con la anterior larga e inserta junto a la 2ª estría y las otras dos, más cortas, próximas al margen (a nivel de la 1ª y 2ª estría); serie umbilical típica del género, 4 setas humerales, y 4 subapicales separadas en grupos de dos), siendo hipertróficas las setas pares.

Patatas más largas que en otras especies epigeas o troglófilas. Tibias anteriores surcadas longitudinalmente en el margen externo del dorso y manifiestamente setuladas. Órgano limpiador protibial provisto de una o dos setas clip (figs. 4E–4F). Protarsos de los machos con los dos primeros tarsómeros claramente dilatados y dentados en el margen interno.

Último esternito abdominal del macho provisto de dos setas cercanas al margen distal; en la hembra con cuatro setas. Anillo edeágico triangular y alargado (fig. 5F).

Edeago pequeño (\approx 0,74 mm) con el lóbulo medio falciforme y la lámina apical subsimétrica (en visión dorsal), corta, ancha y con el extremo redondeado (figs. 5A, 5C–5E); bulbo basal grande portando en el extremo un gran alerón sagital (fig. 5A); saco interno provisto de dos áreas escamosas (una dorsal y otra

ventral) y dos piezas esclerotizadas en forma de lámina larga y estrecha (la pieza derecha se aguja hacia el ápice en forma de buril, y la izquierda algo más larga y ancha con el extremo distal redondeado y aspecto de espátula) (figs. 5A, 5C–5E). Parámetros anchos, subiguales (el izquierdo es ligeramente más largo que el derecho) y con cuatro o cinco setas apicales cada uno (fig. 5B).

Genitalia femenina con la armadura genital (fig. 6A–B) formada por los gonópodos IX dímeros (gonocoxito y gonosubcoxito) y los lateroterguitos IX; gonocoxito unguiforme con 2 setas espiniformes insertas en la superficie dorsal una de ellas cerca del margen interno; cerca del ápice se observa una pequeña foseta que aloja dos pequeñas setas sensoriales; gonosubcoxito ligeramente más ancho que largo, con tres gruesas setas espiniformes alojadas en el margen interno y una o dos finas setas próximas al margen distal; lateroterguito IX aliforme, ligeramente esclerotizado con una quincena de setas que festonean el margen distal y otro grupo de setas, de disposición más interna, que no supera la media docena. Complejo espermatecal (figs. 6B–6C) membranoso con la vagina corta y ancha que da paso a una bursa copulatrix, larga e invaginada en posición anterior, lo que le confiere cierto aspecto calciforme; oviducto impar abierto en la invaginación de la bursa en donde también se abre la espermateca que es sacciforme y se estrecha progresivamente.

Variabilidad

Entre los 204 especímenes que forman parte de la serie típica se ha observado escasa variabilidad morfológica, la cual se corresponde, fundamentalmente, con el tamaño; los especímenes de mayor y menor tamaño difieren en casi 1 mm, lo que supone que los individuos más pequeños lo son en un \approx 18% de la talla de los más grandes.

Etimología

El epíteto específico "parapandus" proviene de la latinización del nombre de la sierra (Sierra de Parapanda), en cuyo karst vive esta especie hipogea.

Ecología

Trechus parapandus sp. n. que evidencia marcados rasgos troglobiomorfos, no ha sido capturada en las trampas 1 a 4 (fig. 1), por lo que parece que los sectores más superficiales de la cueva, cercanos al pozo de entrada, no forman parte del área de confort de esta especie. Esta ha sido hallada mayoritariamente en sectores medios de la cavidad, y también en la zona terminal y más profunda, por tanto distribuida en las áreas de mayor estabilidad ambiental subterránea lo que denota su marcado carácter troglóbico.

Entre la fauna acompañante, los Collembola son el grupo más numeroso de artrópodos (tabla 2), con un 46% del total, y están representados por cuatro familias, Isotomidae, Sminthuridae, Onychiuridae y Entomobryidae, si bien el 82% de ellos pertenecer a la primera de las familias citadas. Son especialmente numerosos en otoño y verano, al igual que sucede con los Acari (mayoritariamente Gamasida), ambos

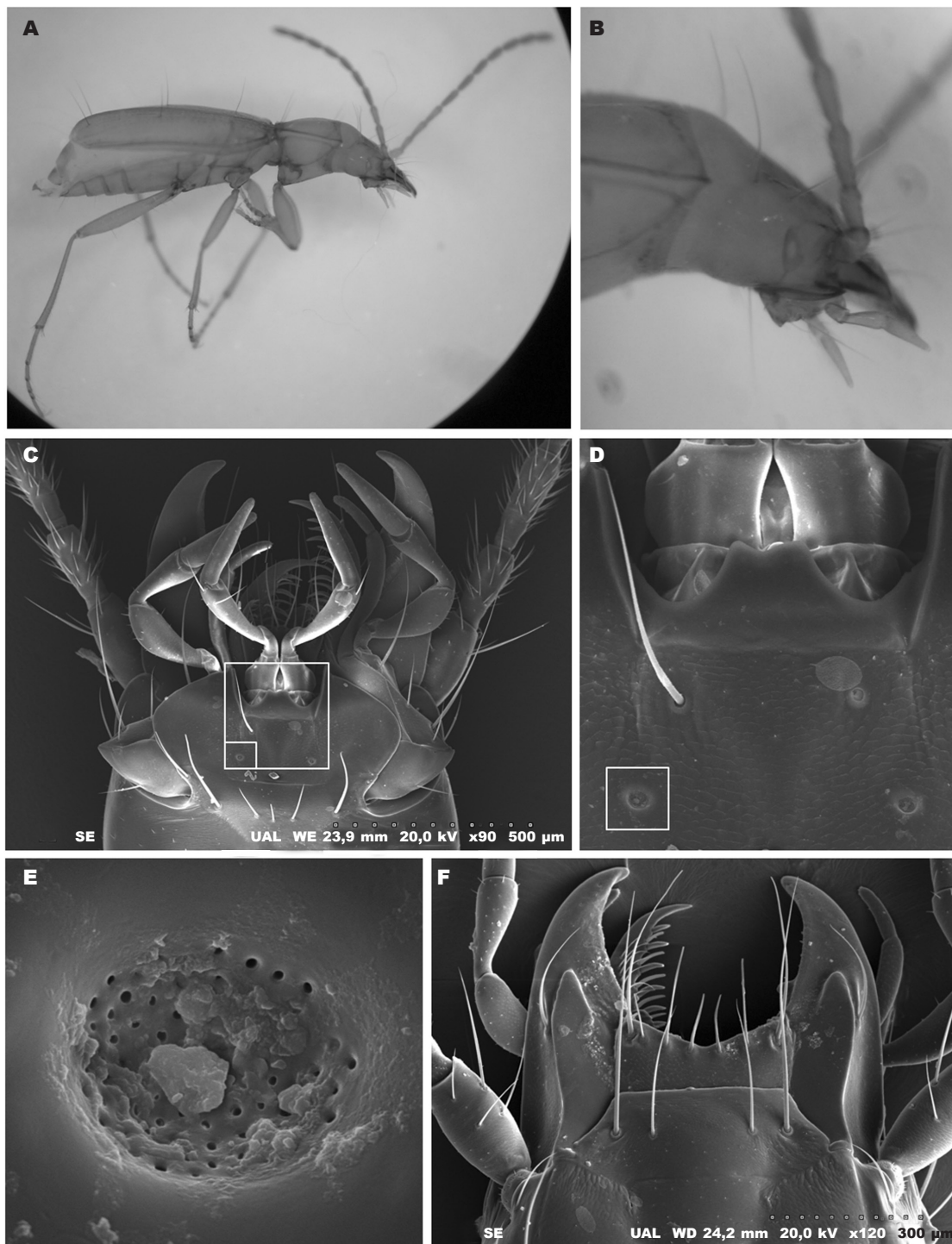


Fig. 3. Detalles de *Trechus parapandus* sp. n.: A. Especímen en visión lateral; B. Área ocular; C. SEM de los apéndices bucales en visión ventral; D. SEM del diente labial y área basal; E. SEM de la foveola multiperforada de la superficie labial; F. SEM del área anterior de la cabeza en vista dorsal (clípeo, labro y mandíbulas).

Fig. 3. Details of Trechus parapandus n. sp.: A. Specimen in lateral view; B. Ocular area; C. SEM of oral appendages in ventral view; D. SEM of labial tooth and basal area; E. SEM of multiperforated foveola of the labial surface; F. SEM of anterior area of the head in dorsal view (clypeus, labrum and mandibles).

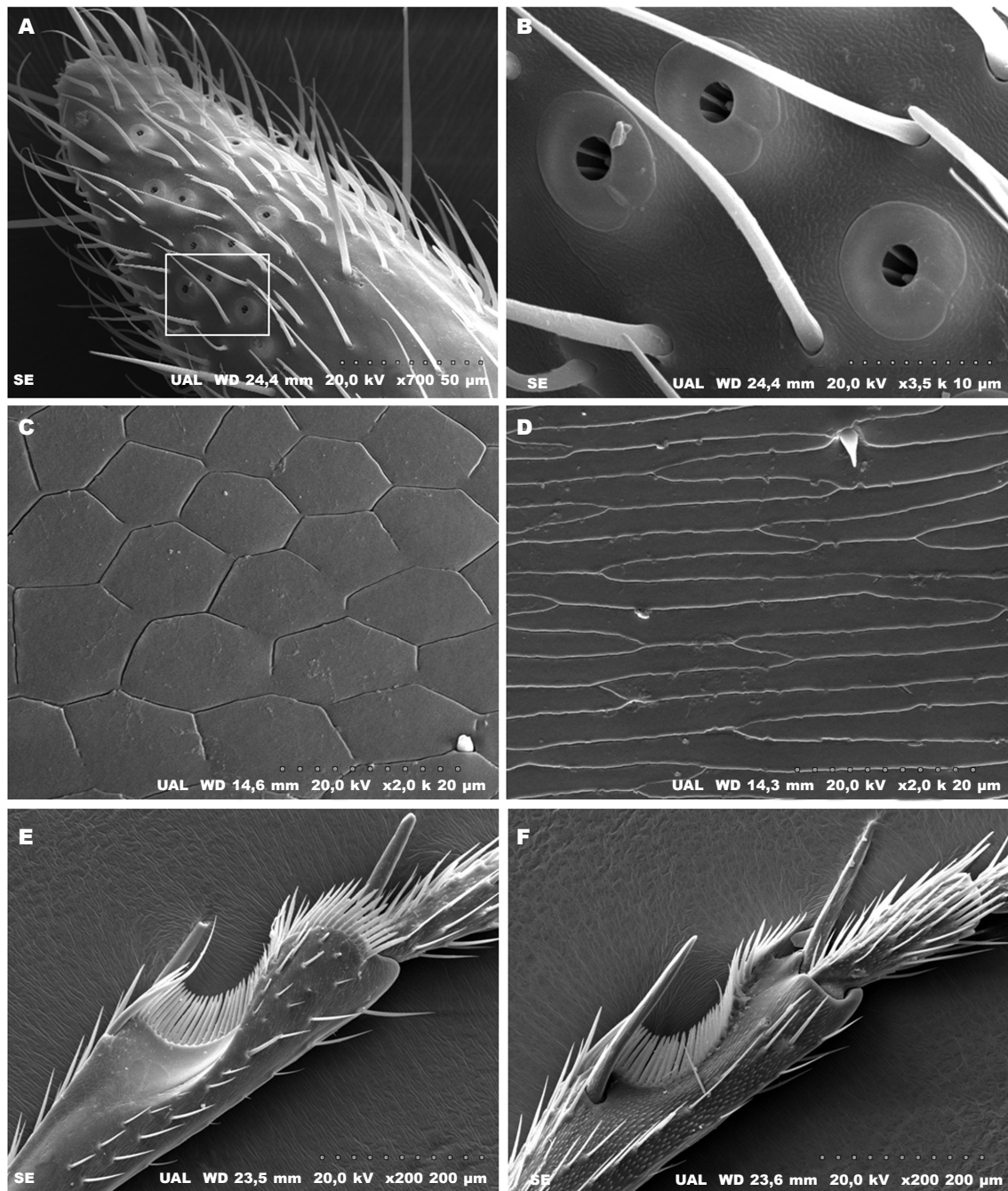


Fig. 4. Imágenes SEM de detalles de *Trechus parapandus* sp. n.: A. Ápice del antenómero XI; B. Quimiorreceptores (tipo "sensilla ampullacea") del antenómero XI; C. Microescultura poligonal del disco cefálico; D. Microescultura transversal del disco elitral; E, F. Órgano limpiador protibial en visión dorsal y ventral, respectivamente.

Fig. 4. SEM images of details of *Trechus parapandus* n. sp.: A. Apex of antennomere XI; B. Chemoreceptors ('sensilla ampullacea' type) of the antennomere XI; C. Polygonal microsculpture of the cephalic disk; D. Transversal microsculpture of the elytral disk; E, F. Protibial cleaning organ in dorsal and ventral view, respectively.

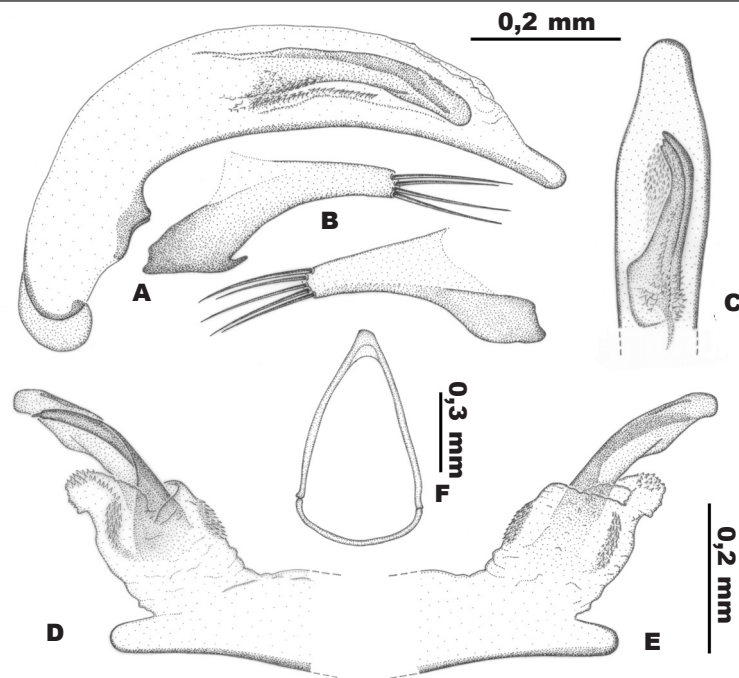


Fig. 5. Genitalia masculina de *Trechus parapandus* sp. n.: A. Lóbulo medio en visión lateral izquierda; B. Parámetros izquierdo y derecho; C. Lóbulo medio en visión dorsal; D, E. Saco interno evaginado en visión lateral derecha e izquierda, respectivamente; F. Anillo edeágico.

Fig. 5. Male genitalia of *Trechus parapandus* n. sp.: A. Median lobe in left lateral view; B. Left and right parameres; C. Median lobe in dorsal view; D, E. Internal sac evaginated in right and left lateral view, respectively; F. Aedeagus ring.

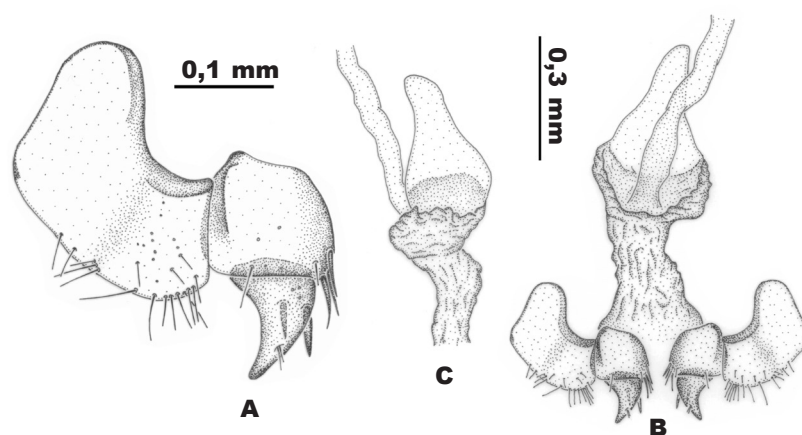


Fig. 6. Genitalia femenina de *Trechus parapandus* sp. n.: A. Detalle de la armadura genital en visión ventral; B. Armadura genital y complejo espermatecal en visión ventral; C. Complejo espermatecal en visión lateral.

Fig. 6. Female genitalia of *Trechus parapandus* n. sp.: A. Detail of the genital shield in ventral view; B. Genital shield and spermathecal complex in ventral view; C. Spermathecal complex in lateral view.

grupos ajustándose, junto a *Trechus parapandus* sp. n., a una distribución temporal en forma de "cubeta" (según gráfico, fig. 7). Esta sincronía en la distribución temporal, sumada a las características biológicas generales de estos artrópodos y su abundancia, sugiere que Collembola y Acari Gamasida podrían ser las principales presas de *Trechus parapandus* sp. n.

El segundo grupo mayoritario lo constituyen los Díptera (tabla 2) que, junto con las larvas colectadas, suponen algo más del 13%, hallándose representados, en orden de abundancia, por especies de las familias Phoridae, Antomyiidae, Sciaridae, Tipulidae y Psychodidae. Dado los hábitos voladores de los imagos hay que descartarlos como presas habituales de *Trechus parapandus* sp. n., sin embargo las larvas sí podrían formar parte de su dieta.

Entre los Coleoptera presentes en la cavidad predominan los Staphylinidae, que incluyendo sus larvas, se sitúan como el tercer grupo más abundante con algo más del 11% (tabla 2). Podría esperarse que, dado el tamaño y forma de vida, los Staphylinidae (fundamentalmente del género *Atheta*) estuviesen incorporados a la dieta de *Trechus parapandus* sp. n.

Sin embargo, no parece que esto sea así ya que los tres máximos de capturas de este Trechini, trampas 7, 10 y 17, no han proporcionado ni un solo espécimen de Staphylinidae y sí de Collembola, el grupo presa más abundante en esos puntos de muestreo (fig. 8). La familia Cholevidae, con algo más del 6% (incluyendo las larvas) está representada por una especie predominante, *Speonemadus angusticollis* (Kraatz, 1870). También se ha observado *Catops andalusicus* Heyden, 1870, que se puede considerar accidental en esta cueva (tabla 2).

Los Isopoda del género *Porcellio* Latreille, 1804 es otro de los grupos extensamente distribuido por la cavidad, pues aparece a lo largo de todo el año y en la totalidad de las trampas. Su incidencia representa un importante porcentaje que se eleva hasta casi el 11% (tabla 2).

Entre los depredadores destaca la presencia de otro Coleoptera Carabidae, *Laemostenus* sp. y de un Pseudoscorpion, *Neobisium baenai* Carabajal, García & Rodríguez, 2011, microendemismo troglóbico. El máximo poblacional de este Arachnida se produce en primavera y aparece con mayor frecuencia en la

Clave de identificación de las especies de *Trechus* de Andalucía.

Identification key of Trechus specimens from Andalusia.

1	Base del pronoto con un surco transversal neto, más o menos oblicuo, a cada lado de la base del surco medial. Fosetas basales obsoletas o muy débilmente indicadas	2
	Base del pronoto sin surco transversal neto. Fosetas basales netas	5
2	Todas las estrías visibles y punteadas (las estrías externas netas) e interestrías visiblemente convexas. Edeago con el lóbulo medio (fig. 9A) grande, con la lámina apical alargada, afilada y ligeramente caída en el extremo apical; saco interno provisto de dos piezas copulatrizes grandes, de desigual longitud (la derecha más larga y de aspecto espatulado; la izquierda aguzada hacia el ápice). Long.: 4,0–4,5 mm	<i>Trechus tingitanus</i> Putzeys, 1870
	Estrías externas borradas y las internas micropunteadas. Edeago con el saco interno provisto de dos piezas copulatrizes más o menos grandes, paralelas y alargadas	3
3	Base del pronoto rectilínea en su tramo central, mientras que los extremos son manifiestamente oblicuos	4
	Totalidad de la base del pronoto prácticamente rectilínea. Tegumento rojizo con reflejos azulados irisados. Edeago con el lóbulo medio (fig. 9B) largo y estrechado hacia el ápice para constituir una lámina apical larga (simétrica en visión dorsal); saco interno con dos piezas copulatrizes manifiestamente desiguales (la derecha larga, estrecha y con el ápice romo; la izquierda más corta y recurvada en forma de cuchara). Long.: 4,5–5,0 mm	<i>Trechus rufulus</i> Dejean, 1831

- 4 Élitros de lados más paralelos con las estrías más profundas e interestrías levemente más convexas. Alados. Lóbulo medio (fig. 9C) del edeago con la lámina apical corta y gruesa (en visión dorsal girada hacia el lado izquierdo); saco interno con las dos piezas copulatrices iguales (estrechas, largas y rectas). Long.: 3,2–4,0 mm *Trechus quadristriatus* (Schrank, 1781)
- Élitros ligeramente ovalados y, por lo general, con las estrías poco profundas y las interestrías planas. Generalmente braquípteros aunque hay individuos con alas funcionales. Lóbulo medio (fig. 9D) del edeago con la lámina apical más larga y afilada (en visión dorsal simétrica); saco interno con dos piezas copulatrices manifiestamente desiguales (la derecha grande y laminar; la izquierda más corta y recurvada, esbozando una pequeña cuchara). Long.: 3,2–4,0 mm *Trechus obtusus* Erichson, 1837
- 5 Élitros pardos con una mácula testácea subhumeral y otra preapical; estrías fuertemente punteadas y bien visibles, salvo las externas que son muy tenues. Alados. Edeago con el lóbulo medio (fig. 9E) manifiestamente curvo y la lámina apical corta y redondeada en su extremo distal; saco interno provisto de una sola pieza copulatriz, estrechada en la parte anterior, a modo de lámina triangular que se comba ligeramente. Long.: 3,2–3,5 mm *Trechus diecki* Putzeys, 1870
- Élitros siempre concolores 6
- 6 Élitros con las estrías externas más superficiales que las estrías internas. Tegumento rojizo testáceo brillante. Disco de los élitros deprimido. Edeago con el lóbulo medio (fig. 9F) muy arqueado, prolongado en una lámina apical recta y muy larga; saco interno con dos piezas copulatrices (la derecha en su mitad anterior afilada a modo de buril y levemente curvada hacia la parte dorsal; la izquierda constituyendo una lámina triangular). Long.: 3,8–4,0 mm *Trechus planipennis* Rosenhauer, 1856
- Élitros con las estrías externas bien marcadas. Tegumento despigmentado por lo que muestra tonos rojizos o ambarinos. [Especies del grupo–*T. fulvus*: algunas especies con morfología externa muy semejante, siendo el edeago la estructura anatómica que realmente se muestra inequívocamente resolutive en la taxonomía clásica] 7
- 7 Élitros estrechados en la mitad anterior proporcionando un aspecto levemente piriforme; hombros caídos por lo que el margen anterior de los élitros es ligeramente oblicuo respecto al plano sagital. Pronoto manifiestamente cordiforme (con un índice de transversalidad L/A \approx 0,79). Convexidad ocular muy marcada, con ojos vestigiales y las sienas muy oblicuas. Antenas largas que casi alcanzan la mitad de los élitros. Edeago con el lóbulo medio (fig. 9G) robusto, arqueado formando un ángulo obtuso muy por delante del orificio del bulbo basal, la lámina basal gibosa y la lámina apical corta y truncado–dentada en el extremo distal; saco interno con dos piezas copulatrices laminares subsimétricas. Long.: 3,7–4,8 mm *Trechus lencinai* (Mateu & Ortuño, 2006)
- Élitros ligeramente ovalados o de lados subparalelos; hombros más o menos marcados y el margen anterior de los élitros perpendicular (o muy levemente oblicuo) respecto al plano sagital. Edeago con el lóbulo medio (figs. 5A, 9H–9J) provisto de un saco interno con dos piezas copulatrices manifiestamente asimétricas 8

- 8 Ojos grandes y salientes por lo que la convexidad ocular está muy marcada de modo que las sienas son muy oblicuas. Élitros de lados subparalelos, con estrías profundas fuertemente punteadas e interestrías visiblemente convexas. Pronoto grande, transverso (con un índice de transversalidad $L/A \approx 0,74\sim 0,79$) apenas cordiforme, con el canal lateral ancho y profundo. Edeago con el lóbulo medio (fig. 9H) fuertemente acodado, no girado hacia el lado izquierdo (en visión dorsal) y la lámina apical moderadamente desarrollada; saco interno con la pieza copulatriz derecha laminar, estrechada en su mitad anterior en una laminilla que se curva bruscamente hacia abajo, mientras que la pieza izquierda es más corta y con forma de lámina triangular. Long.: 5,5–5,8 mm *Trechus lallemantii* Fairmaire, 1859
- Ojos vestigiales o funcionales (en cuyo caso la convexidad ocular no es tan acusada) con las sienas menos oblicuas. Élitros con estrías punteadas pero menos profundas y las interestrías convexas, apenas convexas o planas 9
- 9 Individuos con rasgos troglobiomorfos. Convexidad ocular poco saliente, con ojos vestigiales y con las sienas largas (al menos tres veces más largas que el espacio que ocupa la cicatriz ocular) y prácticamente paralelas al plano sagital. Tegumento muy despigmentado (amarillento). Antenas muy largas, alcanzando la mitad de los élitros. Cuerpo poco convexo. Pronoto poco transverso (con un índice de transversalidad $L/A \approx 0,78$) y ligeramente cordiforme. Élitros estrechos y de lados subparalelos con las estrías más superficiales. Edeago con el lóbulo medio (fig. 5A) muy curvado y la lámina apical corta y subsimétrica (en visión dorsal); saco interno con la pieza copulatriz derecha en forma de larga y estrecha lámina que se aguza hacia el ápice (forma de buril), y la izquierda un poco más larga formando una lámina algo más ancha, con el extremo distal redondeado (aspecto de espátula). Long.: 4,1–5,0 mm *Trechus parapandus* sp. n.
- Convexidad ocular más saliente, con ojos más o menos desarrollados pero siempre funcionales y con las sienas cortas (con una longitud semejante al espacio que ocupan los ojos) y oblicuas con respecto al plano sagital. Tegumento testáceo rojizo. Élitros más anchos y de lados subovales con las estrías más marcadas 10
- 10 Apéndices más gráciles. Antenómeros proporcionalmente más largos (ej.: último antenómero $A/L \approx 0,25$) constituyendo antenas más largas que casi alcanzan la mitad de los élitros. Pronoto transverso y ligeramente cordiforme (con un índice de transversalidad $L/A \approx 0,74$). Edeago con el lóbulo medio (fig. 9I) finalizado en una lámina apical corta y visiblemente girada hacia el lado izquierdo (en visión dorsal); saco interno con la pieza copulatriz derecha aguzada en su extremidad a modo de buril y la izquierda dispuesta más retrasada constituyendo una lámina triangular. Long.: 5,0–5,3 mm *Trechus breuili* Jeannel, 1913
- Apéndices más cortos. Antenómeros proporcionalmente más cortos (ej.: último antenómero $A/L \approx 0,30$) constituyendo antenas más cortas que notoriamente no alcanzan la mitad de los élitros. Pronoto transverso y variable en su aspecto más o menos cordiforme (con un índice de transversalidad $L/A \approx 0,70\sim 0,73$). Edeago con el lóbulo medio (figs. 9J, 10A) finalizado en una lámina apical corta más o menos simétrica (en visión dorsal); saco interno con la pieza copulatriz derecha estrecha y alargada en forma de espátula y la izquierda en forma de lámina triangular. Long.: 4,8–5,8 mm *Trechus fulvus* Dejean, 1831

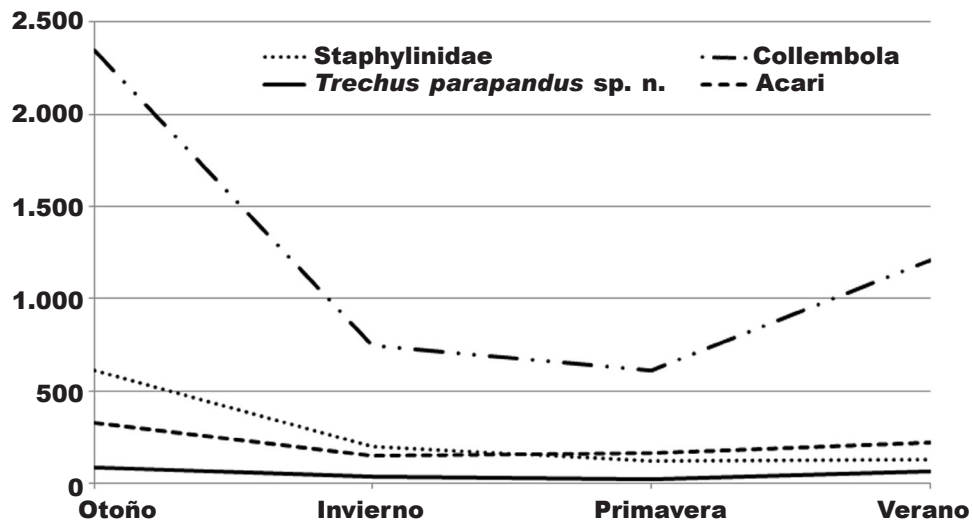


Fig. 7. Frecuencia estacional de algunos artrópodos en la Sima de San Rafael, incluido *Trechus parapandus* sp. n.

Fig. 7. Seasonal frequency of some arthropods in the Sima de San Rafael, including *Trechus parapandus* n. sp.

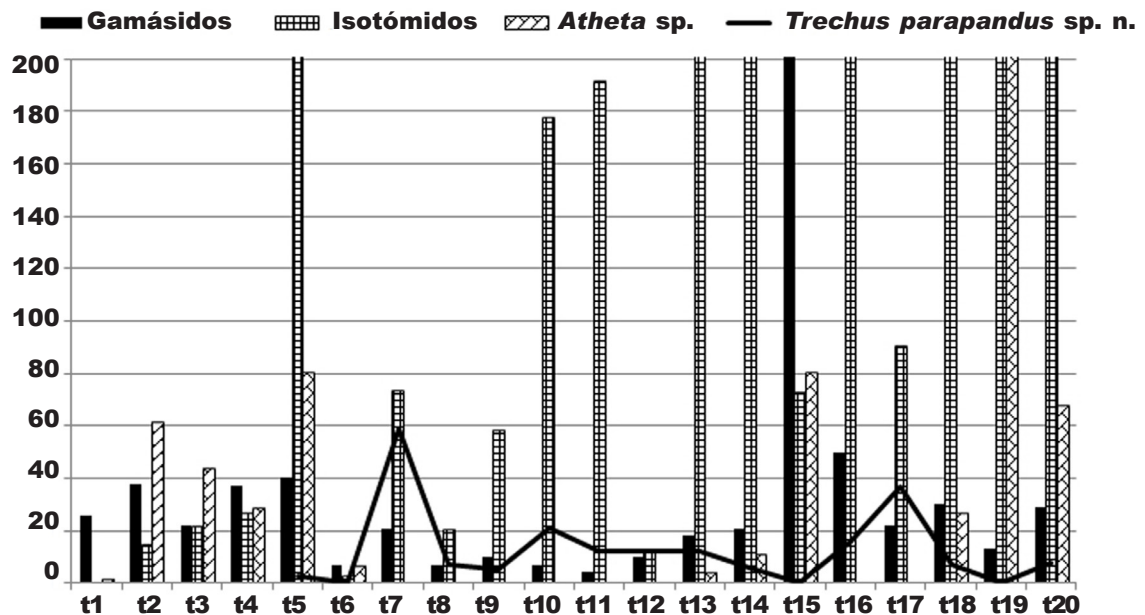


Fig. 8. Número de capturas de *Trechus parapandus* sp. n. por trampas de caída y capturas de los grupos taxonómicos que pueden ser "presas potenciales".

Fig. 8. Number of catches of *Trechus parapandus* n. sp. by pitfall traps and catches of taxa that are 'potential prey'.

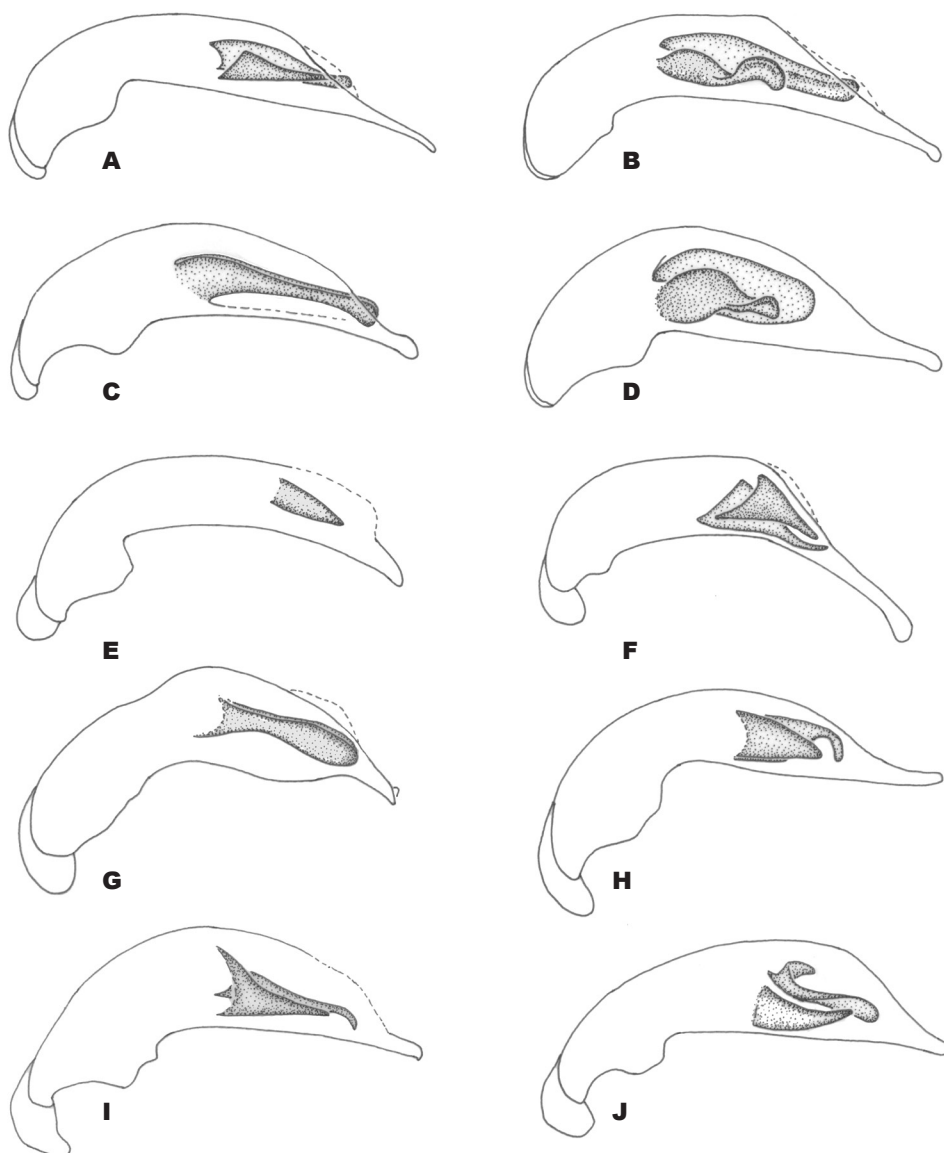


Fig. 9. Lóbulo medio del eedeago y piezas copulatrices, en visión lateral izquierda, de las especies de *Trechus* conocidas de Andalucía: A. *Trechus tingitanus*; B. *Trechus rufulus*; C. *Trechus quadristriatus*; D. *Trechus obtusus*; E. *Trechus diecki*; F. *Trechus planipennis*; G. *Trechus lencinai*; H. *Trechus lallemantii*; I. *Trechus breuili*; J. *Trechus fulvus*. No están dibujados a escala.

Fig. 9. Median lobe of the aedeagus and copulatory piece, in left lateral view, of the *Trechus* species known from Andalucía: A. *Trechus tingitanus*; B. *Trechus rufulus*; C. *Trechus quadristriatus*; D. *Trechus obtusus*; E. *Trechus diecki*; F. *Trechus planipennis*; G. *Trechus lencinai*; H. *Trechus lallemantii*; I. *Trechus breuili*; J. *Trechus fulvus*. These are not drawn to scale.

zona superior de la cavidad; ambas circunstancias apuntan hacia una segregación espacial y temporal que minimiza el encuentro con *Trechus parapandus* sp. n. Otros depredadores importantes son los Araneae, destacando por sus rasgos troglobiomorfos un Linyphiidae anoftalmo que posiblemente se trate de una nueva especie (actualmente en estudio).

Discusión

Los caracteres externos de *Trechus parapandus* sp. n. así como la configuración de las genitales masculina y femenina, sugieren la ubicación de esta especie en el "grupo-*Trechus fulvus*". Este conjunto de especies parecen tener su origen a comienzos

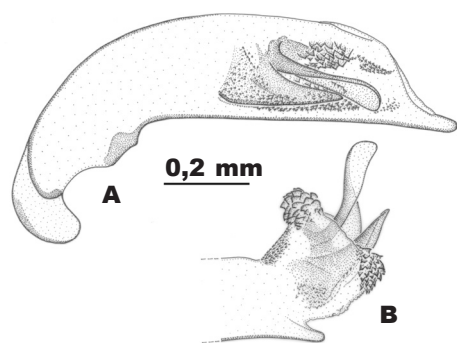


Fig. 10. Lóbulo medio del eedeago de *Trechus fulvus*: A. Lóbulo medio en visión lateral izquierda; B. Saco interno evaginado en visión lateral izquierda.

Fig. 10. Median lobe of the aedeagus of *Trechus fulvus*: A. Median lobe in left lateral view; B. Internal sac evaginated in left lateral view.

del Mioceno (Faille et al., 2014) y, en la actualidad, se extiende por el norte de África, península ibérica y, debido a la amplia distribución de *T. fulvus*, también por las costas atlánticas del norte de Europa (Jeannel, 1927), y en el que las especies del antiguo género *Antoinella* Jeannel, 1937 se han integrado recientemente (Casale, 2011; Faille et al., 2014).

En lo que respecta a la fauna de Andalucía (tabla 1), hasta el momento, sólo cuatro especies de este grupo han sido reconocidas: *Trechus lallemantii*, *Trechus breuilli*, *Trechus fulvus* y *Trechus lencinai*. Las dos primeras son fácilmente asignables al "grupo-*Trechus fulvus*" ya que muestran su morfología externa y la disposición de las piezas esclerotizadas del saco interno del eedeago claramente semejante a las de *Trechus fulvus* (figs. 9H–9J, 10A). De hecho, ambas especies fueron consideradas inicialmente por Jeannel (1920) como subespecies de *Trechus fulvus*. Además, en el caso de *Trechus breuilli* este fue ubicado en el seno del "linaje-*Trechus martinezi*", constituido por un grupo de especies del "grupo-*Trechus fulvus*" con distribución en el noreste de las Cadenas Béticas (Ortuño & Arillo, 2005) y el norte de Argelia (Ortuño, 2008). *Trechus parapandus* sp. n. pese a formar parte del "grupo-*Trechus fulvus*" muestra notables diferencias con *Trechus fulvus*, *Trechus lallemantii* y *Trechus breuilli*, no sólo por los rasgos troglobiomorfos que exhibe sino también por la configuración de las piezas del saco interno del eedeago (figs. 5A, 5C, 5D, 5E). Mientras que los caracteres que se derivan del modelado troglobiomorfo no son útiles para establecer afinidades entre las especies, la configuración del saco interno del eedeago sí parece mostrar estructuras conservadoras, que vendría a informar sobre el mayor o menor parentesco entre

las especies. De este modo, se observa que *Trechus fulvus*, *Trechus lallemantii* y *Trechus breuilli* cuentan con una de las piezas con aspecto de lámina triangular (figs. 9H–9J, 10), y *Trechus parapandus* sp. n. cuenta con una larga lámina acintada con el extremo anterior redondeado (figs. 5A, 5C–5E).

Ubicar *Trechus lencinai* en el "grupo-*Trechus fulvus*" supone un mayor problema debido a la especial configuración de las dos piezas esclerotizadas del saco interno del eedeago, estructuras que se muestran laminares y subsimétricas (Mateu & Ortuño, 2006; Ortuño & Barranco, 2013), alejadas del modelo de *Trechus fulvus* y otras especies próximas (figs. 9G, 9J, 10). Sin embargo, estudios moleculares confirmaron su emplazamiento en dicho grupo (Faille et al., 2014). La forma del saco interno de *Trechus parapandus* sp. n. con dos largas láminas, de longitud parecida aunque manifiestamente asimétricas (figs. 5A, 5C–5E), recuerdan más al modelo de saco interno que muestra *Trechus lencinai* (fig. 9G), por lo que cabría esperar que en el seno de "grupo-*Trechus fulvus*" ambas especies pudiesen tener un ancestro común ajeno al de las demás especies ya citadas.

Agradecimientos

Este estudio ha sido realizado en el contexto del Contrato de investigación "Invertebrados cavernícolas de Andalucía. Fase II" que ha sido subvencionado con fondos FEADER (CEE) y de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Agradecemos al Grupo de Espeleólogos Granadinos (GEG) la realización de los muestreos en la cavidad así como la elaboración del mapa topográfico con la ubicación de las trampas de caída. A María del Mar Martín Tarifa e Isabel María Belda García, técnicos del Laboratorio de Entomología de la Universidad de Almería por la separación de las muestras y, finalmente, a la Dra. Esmeralda Urrea Ramos por las fotografías del SEM.

Referencias

- Casale, A., 2011. Two new subterranean, microphthalmous trechine beetles from the Mediterranean area, and a synonymic note (Coleoptera: Carabidae, Trechini). *Contributions to Natural History*, 16: 1–16.
- Christiansen, K., 1985. Regressive evolution in *Collembola*. *Bulletin of the National Speleological Society*, 47(2): 89–100.
- CMA, 2011. Informe Regional de Murciélagos Cavernícolas en Andalucía. Programa de Emergencias, Control Epidemiológico y Seguimiento de Fauna Silvestre de Andalucía. http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/biodiversidad/seguimiento/censos/informe_regional_quiropteros_cavernicolas_2011.pdf [Consultado: junio 2015]
- Dethier, M. & Hubart, J.-M., 2005. La "troglobitude": adaptations à la vie souterraine. *Notes fauniques*

- de Gembloux, 57: 29–48.
- Faille, A., Andújar, C., Fadrique, F. & Ribera, I., 2014. Late Miocene origin of an Ibero–Maghrebian clade of ground beetles with multiple colonizations of the subterranean environment. *Journal of Biogeography*, 41(10): 1979–1990. DOI: 10.1111/jbi.12349
- Fresneda, J., Bourdeau, C. & Faille, A., 2015. Una nueva especie troglobiomorfa de *Trechus* Clairville, 1806 y evidencias de colonizaciones múltiples del medio subterráneo de los montes cantábricos (Coleoptera, Carabidae, Trechinae). *Animal Biodiversity and Conservation*, 38(1): 87–100.
- Howarth, F., 1987. The evolution of non–relictual tropical troglobites. *International Journal of Speleology*, 16: 1–16.
- Hüppop, K., 1985. The role of metabolism in the evolution of cave animals. *Bulletin of the National Speleological Society*, 47(2): 136–146.
- Jeannel, R., 1920. Étude sur le *Trechus fulvus* Dej. [Col. Carab.], sa phylogénie, son intérêt biogéographique. *Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Serie Zoológica*, 41: 5–24.
- 1927. Monographie des Trechinae 2. Morphologie comparée et distribution géographique d'un groupe de Coléoptères. *L'Abeille*, 33: 1–592.
- Kane, T. C. & Culver, D. C., 1991. The evolution of troglobites: *Gammarus minus* (Amphipoda: Gammaridae) as a case study. *Mémoires de Biospéologie*, 18: 3–14.
- Larochelle, A. & Larivière, M. C., 2003. *A natural history of the ground–beetles (Coleoptera: Carabidae) of America north of Mexico*. Pensoft Publishers, Sofia.
- Mateu, J. & Ortuño, V. M., 2006. Descripción de un nuevo *Duvalius* Delarouzée, 1859 de la Península Ibérica (Coleoptera, Carabidae, Trechinae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 30: 73–81.
- Moravec, P., Uéno, S. I. & Belousov, I. A., 2003. Carabidae: Trechinae: Trechini, pp. In: *Catalogue of Palaearctic Coleoptera, vol. 1*: 288–346 (I. Löbl & A. Smetana, Eds.). Apollo Books, Stenstrup.
- Ortuño, V. M., 2008. Taxonomy and systematics of a hypogean Trechine from southern Spain: *Trechus breuilli* Jeannel (Coleoptera: Carabidae). *The Coleopterists Bulletin*, 62(4): 501–507.
- Ortuño, V. M. & Arillo, A., 2005. Description of a new hypogean species of the genus *Trechus* Clairville, 1806 from eastern Spain and comments on the *Trechus martinezi*–lineage (Coleoptera: Adephaga: Carabidae). *Journal of Natural History*, 39: 3483–3500.
- Ortuño, V. M. & Arribas, O., 2010. Clarification of the Status of *Trechus comasi* Hernando from the Iberian Peninsula, and Its Taxonomic Position (Coleoptera: Carabidae: Trechini). *The Coleopterists Bulletin*, 64(1): 73–74.
- Ortuño, V. M. & Barranco, P., 2013. *Duvalius (Duvalius) lencinai* Mateu & Ortuño, 2006 (Coleoptera, Carabidae, Trechini) una especie hipogea del sur de la península ibérica. Morfología, reubicación taxonómica, sistemática y biología. *Animal Biodiversity and Conservation*, 36(2): 141–152.
- Ortuño, V. M., Cuesta, E., Gilgado, J. D. & Ledesma, E., 2014. A new hypogean *Trechus* Clairville (Coleoptera, Carabidae, Trechini) discovered in a non–calcareous Superficial Subterranean Habitat of the Iberian System (Central Spain). *Zootaxa*, 3802(3): 359–372.
- Ortuño, V. M. & Novoa, F., 2011. A new species of *Trechus* from the Ethiopian Highlands (Coleoptera: Carabidae: Trechinae) and key to the *Trechus* species of Ethiopia. *Annals of the Entomological Society of America*, 104(2): 132–140.
- Rapoport, E. H., 1975. *Aerografía. Estrategias Geográficas de las Especies*. Fondo de Cultura Económica, México DF.
- Santaella Alba, A. & Moreno Espigares, J., 2006. La Sima de los Escorpiones (Sierra de Parapanda) Íllora – Granada. *Andalucía Subterránea. Revista de Espeleología y descenso de cañones*, 17: 16–18.
- Serrano, J., 2013. *New catalogue of the family Carabidae of the Iberian peninsula (Coleoptera)*. Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones, Murcia.
- Toribio, M., 2014. Una nueva especie hipogea del género *Trechus* del Macizo del Suevo, Asturias, norte de España (Carabidae, Trechinae, Trechini). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 119(2): 229–233.
- 2015. Datos sobre algunos *Trechus* Clairville, 1806 del norte de España (Coleoptera: Carabidae: Trechinae). *Revista gaditana de Entomología*, 6(1): 49–55.
- Vera Torres, J. A., Santaella Alba, A., González–Ríos, M., Pedregosa Megías, R., Gómez Fontalva, J. M. & Martín Negro, J. C., 2014. *Por las cuevas y simas de Íllora y Montefrío (Granada). Sierras de Parapanda – Madrid – Peñas de los Gitanos*. Ed. Grupo de Espeleólogos Granadinos, Granada.