

Diversidad de arañas hipogeas del archipiélago canario

Nuria Macías-Hernández^{1,4,*} , Daniel Suárez^{2,3,4} , Salvador de la Cruz-López⁴ , Heriberto López^{2,4} , Pedro Oromí^{1,4}

- (1) Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología, Universidad de La Laguna. C/Astrofísico Francisco Sánchez s/n, 38206, La Laguna, Tenerife, España.
- (2) Grupo de Ecología y Evolución en Islas, Instituto de Productos Naturales y Agrobiología (IPNA-CSIC). C/Astrofísico Francisco Sánchez 3, 38206. La Laguna, Tenerife, España.
- (3) Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado, Universidad de La Laguna, 38200. La Laguna, Tenerife, España.
- (4) Grupo de Investigaciones Entomológicas de Tenerife (GIET). C/ San Eulogio 15, 1º. 38108 La Laguna, Tenerife, España.

Autora de correspondencia*: Nuria Macías-Hernández [nemacias@ull.edu.es]

> Recibido el 12 de enero de 2023 - Aceptado el 23 de enero de 2024

Cómo citar: Macías-Hernández, N., Suárez, D., de la Cruz-López, S., López, H., Oromí, P. 2024. Diversidad de arañas hipogeas del archipiélago canario. *Ecosistemas* 33(2): 2516. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2516>

Diversidad de arañas hipogeas del archipiélago canario

Resumen: En Canarias el medio subterráneo terrestre habitable ocupa una elevada proporción del terreno e incluye hábitats diversos como los tubos de lava y otros tipos de cavidades volcánicas, la red profunda de grietas, el medio subterráneo superficial o los campos de piroclastos. Su extensión y frecuente interconexión permite la presencia de una gran diversidad de especies adaptadas a este medio (troglóbiontes). Todas las arañas troglóbiontes encontradas son endemismos canarios y cada isla, a excepción de Lanzarote, tiene sus propias especies. Tras los coleópteros, las arañas son el grupo de artrópodos con más troglóbiontes en el archipiélago: 39 especies pertenecientes a 9 familias distintas. En este trabajo se aporta un listado de las arañas troglóbiontes del archipiélago canario, se comentan datos relevantes de las distintas familias representadas, y se compara dicha fauna con la de otros archipiélagos oceánicos. Finalmente, se abordan las principales amenazas que afectan a estas especies y a la conservación del medio subterráneo en Canarias.

Palabras clave: Araneae; conservación; diversidad; fauna subterránea; Islas Canarias; troglóbiontes

Diversity of hypogean spiders in the Canary Islands

Abstract: The inhabitable terrestrial subterranean environment in the Canary Islands covers a high proportion of the total area, including several habitats such as lava tubes and other types of volcanic caves, the deep network of cracks and voids, the mesovoid shallow substratum and pyroclast deposits. Their extension and their frequently interconnected spaces allow the presence of a diversity of adapted species (troglóbiontes). All these species are Canarian endemics, and each island except Lanzarote have their own exclusive ones. After beetles, spiders are the richest arthropod group in troglóbiontes within the archipelago: 39 species belonging to 9 different families. A list of the troglóbiont spiders from the archipelago is provided herein, some relevant features on the different families occurring underground are commented, and a comparison of this fauna with that of other oceanic archipelagos is made. Finally, the current threats affecting these species as well as their conservation status in the Canary Islands are discussed.

Keywords: Araneae; conservation; diversity; subterranean fauna; Canary Islands; troglóbiontes

Características del medio subterráneo en Canarias

El medio subterráneo, como biotopo habitable de forma permanente por seres vivos, tiene unas características universales para cualquier ámbito geográfico: ausencia de luz, gran estabilidad térmica e higrométrica y, dependiendo de la profundidad y otros factores, una marcada escasez de materia orgánica, aunque haya ciertas excepciones. El medio subterráneo incluiría, según ciertos autores, toda la parte habitable de la litosfera por debajo de su superficie (ver [Culver y Pipan 2019](#)). Otro concepto más utilizado y al que nos referiremos en este estudio, distingue entre el medio endogeo (= dentro de la tierra), constituido por los horizontes A y B del suelo edáfico, y el medio subterráneo propiamente dicho o medio hipogeo (= por debajo de la tierra), más profundo, que incluye la roca madre y la parte superior más disgregada de la misma (el horizonte C del suelo) ([Juberthie et al. 1980](#)). El medio hipogeo es muy variado dependiendo de muchos factores como el tipo de roca, su estructura, su origen, la profundidad, etc. La red de espacios interconectados presentes en el medio condiciona su habitabilidad, tanto por la porosidad que dará acceso al aire, al agua y a los nutrientes necesarios para la vida, como por la existencia de espacios tales que puedan ser ocupados por los seres vivos. El medio endogeo lo habitan seres de pequeño tamaño (nematodos, ácaros, colémbolos, pequeños insectos) o bien mayores pero capaces de abrir galerías en la tierra (lombrices de tierra, vertebrados). En cambio, el medio hipogeo es más compacto y difícilmente perforable. En este sentido, [Howarth \(1983\)](#) clasificó sus espacios internos en microcavernas (<0.1 cm), mesocavernas (0.1 – 20 cm) y macrocavernas (>20 cm), estas

últimas pudiendo incluso albergar vertebrados. En el seno de la roca madre se encuentra el *Milieu Souterrain Profond* de (Juberthie 1983) o Medio Subterráneo Profundo (MSP), cuya red de grietas en macizos permeables como los calcáreos incluye los tres tipos de espacios, siendo las macrocavernas lo que conocemos como cuevas propiamente dichas. Por otro lado, a modo de interfase entre la roca madre (permeable o no) y el suelo suele haber una capa de fragmentos de roca con sus correspondientes espacios (meso y microcavernas) que constituyen el *Milieu Souterrain Superficiel* de Juberthie et al. (1980), o Medio Subterráneo Superficial (MSS), también descrito como *Upper Hypogean Zone* por Uéno (1980). El MSS también forma parte del medio hipogeo, y puede tener distintos orígenes: meteorización (horizonte C del suelo), coluvial, aluvial, volcánico, etc. (Mammola et al. 2016).

El medio hipogeo puede ser acuático (corrientes de agua subterráneas, capa freática, zona intersticial, medio hiporreico) o terrestre. Este último podrá albergar una fauna adaptada siempre que haya una red de espacios adecuada, una humedad elevada y cierto aporte de materia orgánica, que es casi exclusivamente alóctona dado que la oscuridad limita enormemente la producción primaria *in situ*. Los medios hipogeos habitables más extendidos mundialmente son los de terrenos calizos, sobre todo gracias a la fácil karstificación de esta roca, pero se han descrito muchos otros distintos (Culver y Pipan 2019), entre los cuales figuran los terrenos volcánicos (Howarth 1983; Oromí et al. 2021). La mayoría de características físicas y ambientales del medio hipogeo volcánico son similares a las de cualquier otro, aunque hay ciertas diferencias notables. Por un lado, las macrocavernas suelen ser tubos volcánicos que, a diferencia de las cuevas kársticas, son de origen singenético (formación rápida y simultánea de la oquedad y su roca encajante) (Montoriol 1973); tienen una vida media muy inferior, normalmente menor de 500 000 años (Howarth 1983); son poco profundas y mejor conectadas con hábitats de superficie; y pasan por una sucesión ecológica más veloz, que progresa de zonas más profundas a más someras, a la inversa que en las kársticas (Howarth 1996). Otras macrocavernas menos frecuentes son las simas volcánicas, de mayor duración y mucho más profundas que los tubos de lava, lo que permite el acceso al subsuelo en terrenos antiguos donde los tubos ya han desaparecido (Martín et al. 1985). Las minas artificiales que se perforan bajo el cauce de barrancos son otro tipo de cavidades que atraviesan capas subterráneas normalmente inaccesibles, y albergan una fauna hipogea obligada tanto troglobionte (terrestre) como estigobionte (acuática) (Naranjo et al. 2020). Los MSS presentes en terrenos volcánicos, coluviales y de meteorización tienen un origen y unas características idénticas a los de otros terrenos no volcánicos (Medina y Oromí 1990; Pipan et al. 2010); pero hay otros exclusivos como el denominado MSS volcánico, formado a partir de la escoria superficial de la lava cubierta posteriormente por suelo edáfico (Oromí et al. 1986); y los campos de piroclastos, de habitabilidad casi inmediata al no precisar de un suelo como recubrimiento superficial protector, gracias a la alta capacidad de retención de humedad de estos depósitos (Oromí et al. 2021). En Canarias los MSS de meteorización y los coluviales se encuentran en terrenos antiguos con suelos evolucionados, y el MSS volcánico y los campos de piroclastos en terrenos mucho más modernos, poco meteorizados y con escasa o nula cobertura edáfica.

Las islas modernas como La Palma o El Hierro (>2 Ma) tienen sobre todo tubos volcánicos, MSS volcánico y depósitos de piroclastos. Las islas maduras (>8 Ma) pueden presentar solamente simas volcánicas y MSS coluvial y de meteorización, como en La Gomera, que no ha tenido erupciones en los últimos 2.8 Ma (Ancochea et al. 2006); o también tubos de lava, piroclastos y MSS volcánico si a pesar de su antigüedad han tenido vulcanismo activo reciente o subreciente, como es el caso de Tenerife, Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote (Carracedo et al. 1998).

Adaptaciones de la fauna a la vida subterránea

Los ambientes endogeos suelen ser ricos en materia orgánica y su fauna está constituida por especies pequeñas, ciegas y de apéndices cortos, conocidas por edafobiontes (Culver y Pipan 2019). En ambientes hipogeos el alimento es generalmente mucho más escaso que en los endogeos, resultando su supervivencia más ardua. Estos y otros factores han condicionado que las especies animales que los habitan de forma obligada (=troglobiontes) hayan adquirido, a lo largo de su evolución, unas adaptaciones particulares para poder subsistir en un ambiente hostil. Estas transformaciones (reducción o desaparición de órganos visuales, despigmentación corporal, alargamiento de apéndices, ralentización del metabolismo, etc.) se conocen como síndrome troglobiomórfico, y pueden observarse de forma convergente en bastantes grupos zoológicos, a menudo dispares entre sí (Deharveng y Bedos 2018). La adquisición del síndrome troglobiomórfico casi siempre implica la imposibilidad de sobrevivir fuera del medio subterráneo, y suele ser una vía evolutiva sin retorno. Las especies troglobiontes que habitan terrenos volcánicos tienen una particular capacidad de dispersión, dado que tanto el MSP de las lavas compactas como las distintas variantes de MSS están ampliamente extendidos y a menudo interconectados. Solamente los terrenos muy antiguos colmatados de arcilla y los depósitos de nube ardiente y otros terrenos impermeables suponen una barrera subterránea para la dispersión de estas especies (Oromí y Martín 1992).

Antecedentes de estudio de la fauna cavernícola en el archipiélago

La fauna hipogea acuática de Canarias, y en particular la anquialina (con intromisión de agua marina), ya fue tema de estudio desde finales del siglo XIX (Koelbel 1892) y ha proseguido con grandes avances hasta nuestros días (Martínez et al. 2016). Sin embargo, el medio subterráneo terrestre no se comenzó a prospectar hasta la década de 1980, cuando se describió el hemíptero reduvido *Collartida anophthalma* Español y Ribes, 1983, la primera especie troglobionte canaria conocida (Español y Ribes 1983). A partir de esa fecha se creó el Grupo de Investigaciones Espeleológicas de Tenerife (GIET) en la Universidad de La Laguna, que abordó de forma continuada la prospección de cuevas terrestres y el estudio de su fauna, atribuyéndose el descubrimiento de la mayoría de especies canarias cavernícolas hoy conocidas (Oromí y Martín 1990). Su actividad biospeleológica la desarrollaron sobre todo en las islas de Tenerife, La Palma y El Hierro, gracias sobre todo a un proyecto LIFE-NATURE (1999-2001) que supuso un gran avance en el conocimiento de la fauna subterránea de estas islas. Miembros del GIET también iniciaron la prospección del MSS, describieron un nuevo tipo propio de terrenos volcánicos (Oromí et al. 1986), y demostraron la existencia de troglobiontes en zonas (e incluso islas como La Gomera) sin cuevas ni MSP accesible (Medina y Oromí 1990).

Posteriormente se formó un grupo espeleológico en La Palma con gran actividad de exploración de cuevas, cuyo estudio faunístico liderado por Rafael García ha proporcionado un profundo conocimiento de la biota subterránea de esa isla (García et al. 2007). La escasez de tubos volcánicos en Gran Canaria relegó durante mucho tiempo la prospección subterránea en la isla, hasta que miembros de la Sociedad Entomológica Canaria Melansis iniciaron el estudio de minas artificiales, algunas de las cuales permitían el acceso al MSS de tipo aluvial, antes desconocido en Canarias (Naranjo et al. 2009; Ortuño et al. 2013); su tarea, junto con el mayor énfasis puesto por el GIET en el estudio del MSS local usando un tipo de trampa diseñada para ello (ver López y Oromí 2010), han acabado por desvelar a esta isla como la segunda más rica del archipiélago en especies troglobiontes (Naranjo et al. 2020).

Para el estudio de las arañas troglobiontes que iban apareciendo en el medio subterráneo canario, estos equipos científicos buscaron colaboración con aracnólogos que describieron nuevas especies (Ribera et al. 1985; Ribera y Blasco 1986; Wunderlich 1992; Barrientos et al. 2018) o que iniciaban estudios sistemáticos y filogenéticos más profundos, sobre todo con especies de las familias Dysderidae (Ribera y Arnedo 1994; Arnedo et al. 2007) y Pholcidae (López-Mercader 2005; Dimitrov y Ribera 2007).

Faunística y diversidad de arañas troglobiontes en Canarias

El orden Araneae es uno de los grupos más diversos y abundantes entre los invertebrados depredadores, y juegan un papel fundamental en las redes tróficas de los ecosistemas de todo el mundo (Schmitz et al. 2000). Se estima que existen más de 50 000 especies de arañas descritas hasta la fecha (World Spider Catalog 2023), de las cuales se estima que 1000 habitan el medio subterráneo (Mammola e Isaia 2017). También es uno de los grupos animales que mejor ha conseguido adaptarse a la vida hipogea, y tras los coleópteros son el orden con mayor diversidad de especies troglobiomórficas, encontrándose en casi todos los medios subterráneos habitados del mundo (Mammola e Isaia 2017; Deharveng y Bedos 2018). Las arañas troglobiontes desempeñan un importante papel ecológico en el medio subterráneo como depredadoras y por las adaptaciones funcionales que poseen (Cardoso 2012). Éstas han adquirido una serie de adaptaciones morfológicas (despigmentación de la cutícula, reducción ocular, alargamiento de los apéndices, incremento de la espinación) y fisiológicas (reducción del metabolismo, alteración de los ritmos circadianos, desarrollo más lento y tardío, reducción de la fecundidad con huevos de mayor tamaño, pero en menor número) (Mammola e Isaia 2017) que les han permitido colonizar y adaptarse al medio subterráneo.

En Canarias las arañas son un orden de artrópodos muy diversificado, con un total de 544 especies (334 endémicas) representadas por 42 familias (Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias 2022), aunque su diversidad real está probablemente infraestimada (Wunderlich 2011). En el caso de las arañas troglobiontes, se conocen 39 especies que se encuentran en diferentes hábitats del medio subterráneo: cuevas y minas (31 spp.), MSS (13 spp.) y depósitos piroclásticos (3 spp.), distribuidas en todas las islas del archipiélago excepto Lanzarote (Tabla 1; Fig. 1).

Tabla 1. Relación de localidades donde se han encontrado arañas troglobiontes según el tipo de hábitat subterráneo: cuevas, minas, MSS y depósitos piroclásticos de Canarias. Los números hacen referencia a la localización de estos lugares en la Figura 1.

Table 1. List of the troglobiont spiders present in different subterranean habitats: caves, mines, MSS and pyroclastic deposits from the Canary Islands. The numbers refer to the location following the map from Figure 1.

Nº	Localidad	Cueva	Mina	MSS	Depósito piroclástico
El Hierro					
1	Casa Forestal-La Frontera			x	
2	Curva, Cueva de la	x			
3	Derrabado, Pista del			x	
4	Don Justo, Cueva de	x			
5	Longueras, Cueva de	x			
6	Mercader, Pista del			x	
7	Palomas, Sima de las	x			
8	Pocitos, Cueva de los	x			
9	Pozos, Cueva de los	x			
10	Roja, Cueva	x			
La Palma					
11	Callejones, Cueva de los	x			
12	Canal, Cueva del	x			
13	Cardos II (Laberintos), Cueva de	x			
14	Cardos III, Cueva de los	x			
15	Diablo, Cueva del	x			
16	Don Tomás, Cueva de	x			
17	Excavada (Rincón), Cueva	x			
18	Fajanita de Don Pedro, Cueva de la	x			
19	Hoyo de la Sima	x			

Continuación Tabla 1. / Table 1. Continuation.

Nº	Localidad	Cueva	Mina	MSS	Depósito piroclástico
La Palma					
20	La Tosca (Honda Gallegos), Cueva de	x			
21	Las Lomadas, Buraca de	x			
22	Llano de los Caños, Cueva del	x			
23	M.A.P.O., Cueva de	x			
24	Mña. del Pino (Arreboles), Cueva de	x			
25	Murciélagos II, Cueva de los	x			
26	Palmeros, Cueva de los	x			
27	Ratón, Cueva del	x			
28	Salto de Tigalate, Cueva del	x			
29	Sorprendidos, Cueva de los	x			
30	Tacande, Cueva de	x			
31	Virgen de Fátima, Cueva de la	x			
La Gomera					
32	Reventón Oscuro			x	
Tenerife					
33	Amparo, El			x	
34	Arguayo			x	
35	Arico			x	
36	Baldíos, Cueva de los	x			
37	Blanca, Cañada				x
38	Blanca, Montaña				x
39	Bucio, Cueva del	x			
40	Chatarra, Cueva de la	x			
41	Cochinos, Bco. de los				x
42	El Prís			x	
43	Felipe Reventón, Cueva de	x			
44	Grande de Chío, Cueva	x			
45	Helechos, Sima de los	x			
46	Honda de Güímar, Cueva	x			
47	Labrada, Cueva	x			
48	Mechas, Cueva de las	x			
49	Mulo, Cueva del	x			
50	Negras, Cuevas	x			
51	Perdiz, Sima de la	x			
52	Puerta, Cueva de la	x			
53	Punto Blanco, Cueva de	x			
54	Robada, Sima	x			
55	Roques, Cueva de los	x			
56	Salto Frío				x
57	San Marcos, Cueva de	x			
58	San Miguel, Cueva de	x			
59	Viento-Sobrado, Cueva del	x			
Gran Canaria					
60	Arrepentidos, Cueva de	x			
61	Bebeideja, Mina de	x	x		
62	Berrazales, Los			x	
63	Brezal del Palmital			x	
64	Degollada de las Brujas, Sima	x			
65	Draguillo, Bco. del			x	
66	Federica, Mina la	x	x		
67	Garza, Ojos de			x	
68	Llanetes, Mina de los	x	x		
69	Los Majaletes			x	
70	Luna, Cueva de la	x			
71	Marteles, Caldera de los			x	
72	Pino Cortado, Mina del	x	x		
73	Roques, Mina de los	x	x		
74	Tirajana-Degollada de Rosiana, Pinar de			x	
Fuerteventura					
75	Corredores, Cueva de los	x			
76	Jandía			x	
77	Llano, Cueva del	x			

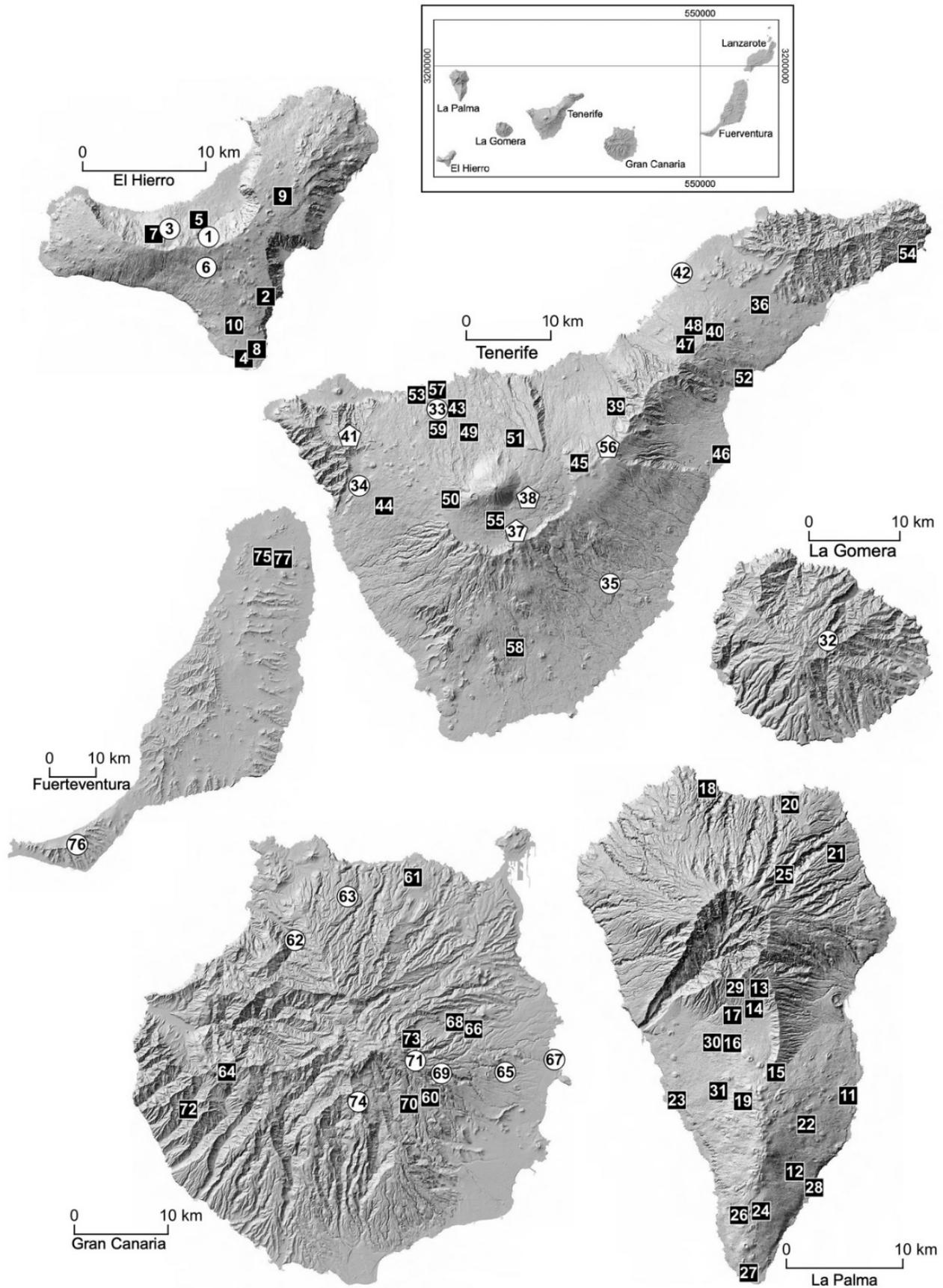


Figura 1. Representación de las localidades recogidas en la **Tabla 1**, en las que se han colectado arañas troglobiontes. Los números hacen referencia a las localidades de la **Tabla 1**. Cuadrados negros: cuevas y minas; Círculos blancos: MSS; Pentágono blanco: depósitos de piroclastos.

Figure 1. Representation of the localities from **Table 1** where troglobiont spiders has been collected. The numbers refer to the location following **Table 1**. Black squares: caves and mines; White circles: MSS; White pentagons: pyroclastic deposits.

A continuación, se comentan las familias y géneros de arañas troglobiontes que tienen mayor diversidad en el archipiélago canario.

El género *Dysdera* Latreille, 1804 es de considerable importancia en Canarias por haber experimentado una de las radiaciones evolutivas más notables en el archipiélago. Con 47 especies endémicas descritas hasta la fecha, es el género de arañas con mayor riqueza de especies de Canarias (Macías-Hernández et al. 2016), y el de mayor número de especies troglobiontes del archipiélago, con un total de 10 especies descritas y otras tres aún inéditas (Tabla 2). La isla de Tenerife ostenta la mayor riqueza, con ocho especies, seguida de Gran Canaria con dos especies aún sin describir, una en La Palma, y otra en El Hierro también por describir. Todas estas especies se han encontrado en cuevas, bien naturales o artificiales, pero cinco de ellas han aparecido además en MSS y dos de ellas en piroclastos. Estudios filogenéticos de este género (Arnedo et al. 2007) han revelado que todas las especies troglobiontes excepto dos (*D. esquiveli* Ribera y Blasco, 1986 (Fig. 2A) y *D. herndezi* Arnedo y Ribera, 1999) tienen su especie hermana epigea, por lo que la adaptación al medio subterráneo se ha podido producir a partir de diez procesos independientes de colonización del mismo. Aparentemente el origen de estas especies podría deberse a la búsqueda de un refugio climático en el subsuelo por parte de las poblaciones epigeas, de acuerdo con la hipótesis clásica del relicto climático (Barr 1968; Barr y Holsinger 1985), frente a la hipótesis del cambio adaptativo, aplicable sobre todo a especies hipogeas tropicales (Howarth 1987). Sin embargo, el hecho de que tanto las especies troglobiontes como sus hermanas epigeas se solapan en sus rangos de distribución, sugiere que la aparición de nichos vacíos, seguido de aislamiento ecológico, ha propiciado la aparición de estas especies troglobiontes. Otra peculiaridad es que las arañas de este género presentan diferentes grados de reducción ocular, elongación de apéndices y desarrollo de uñas tarsales, siendo *Dysdera unguimmanis* Ribera, Ferrández y Blasco 1985 la que presenta un troglomorfismo más acentuado (Fig. 2B). Como también ocurre en otros organismos, estos diferentes estadios del troglomorfismo no están directamente relacionados con la edad del taxón (Oromí et al. 1991). Por el contrario, parecen depender de adaptaciones a las particularidades ambientales de los distintos hábitats del ecosistema subterráneo (Arnedo et al. 2007).

También ha sido ampliamente estudiada en Canarias por su elevada endemidad la familia Pholcidae, cuyos géneros *Pholcus* Walckenaer, 1805 y *Spermophorides* Wunderlich, 1992 han sufrido notables procesos de diversificación dentro del archipiélago, con 19 y 17 especies endémicas respectivamente (López-Mercader 2005; Dimitrov y Ribera 2007). En el medio subterráneo también se ve reflejado este proceso de diversificación, con hasta siete especies troglobiontes; dos de ellas del género *Pholcus* en Tenerife, y cuatro de *Spermophorides* en Fuerteventura (p.e. *Spermophorides fuertecavensis* Wunderlich 1992 Fig. 2C), Gran Canaria, Tenerife y La Palma (Tabla 2). A pesar de mostrar muchas de ellas cierto grado de reducción ocular (Dimitrov y Ribera 2007; Wunderlich 1992; Wunderlich 1999), solo *Pholcus corniger* Dimitrov y Ribera, 2006 carece completamente de ojos. Un elemento destacable dentro de Pholcidae es *Ossinissa justoi* (Wunderlich, 1992) (Fig. 2D), especie de un género monoespecífico endémico de Canarias, que habita en cuevas de la isla de El Hierro, la más joven del archipiélago.

Los linífidos son también una familia de gran importancia para la fauna troglobionte canaria, con nueve especies repartidas en cinco géneros (*Centromerus* Dahl, 1886, *Lepthyphantes* Menge, 1866, *Metopobactrus* Simon, 1884, *Troglohyphantes* Joseph, 1882 y *Walckenaeria* Blackwall, 1859) (Tabla 2). Algunas de estas especies pueden llegar a ser localmente abundantes en cuevas, como *Troglohyphantes oromii* (Ribera y Blasco 1986) en Tenerife (Fig. 2E) y *Troglohyphantes roquensis* Barrientos y Fernández-Pérez, 2018 en Gran Canaria (Tabla 2; Fig. 1). También lo es *Walckenaeria subterranea* Wunderlich, 2011, que aparece en abundancia en trampas de MSS en Gran Canaria. Especial mención merece *Centromerus fuerteventurensis* Wunderlich 1992, una especie hasta ahora exclusiva de Fuerteventura que ha aparecido recientemente en muestras de MSS de Gran Canaria, aunque estudios genéticos deberán confirmar si se trata realmente de la misma especie.

Otras familias incluyen también troglobiontes, aunque con menor diversidad de especies. La familia Gnaphosidae está representada en Canarias por una única especie recientemente descrita *Poecilochroa exoculata* Lissner 2024 (Lissner et al. 2024) (Tabla 2; Fig. 1; Fig. 2F). Esta nueva especie está ampliamente distribuida por el subsuelo de Gran Canaria, carece de ojos y presenta cierto grado de despigmentación (Naranjo et al. 2009). De la familia Liocranidae hay dos especies, *Agraecina canariensis* Wunderlich, 1992 (Fig. 2G) y *Agraecina* n. sp. aún por describir, encontrada en el MSS de La Gomera (Tabla 2; Fig. 1). *Agraecina canariensis* es la única araña troglobionte endémica presente en más de una isla, citada en Tenerife y Gran Canaria (Tabla 2; Fig. 1), aunque estudios genéticos en marcha probablemente indiquen que son taxones distintos. Esta especie presenta el tamaño ocular variable, desde individuos con ligera reducción ocular hasta microftalmos (Wunderlich 1992).

La familia Nesticidae cuenta hasta la fecha con un único troglobionte descrito, *Canarionesticus quadridentatus* Wunderlich, 1992 (Fig. 2H) perteneciente a un género considerado endémico de Tenerife, aunque recientemente se ha hallado otra especie distinta en el MSS de La Gomera (Tabla 2). *Zimirina grancanariensis* Wunderlich, 1992 es el único representante troglobionte de la familia Prodidomidae, y se encuentra solamente en la isla homónima. Los únicos Theridiidae canarios de adaptación subterránea son dos especies del género *Robertus* O. Pickard-Cambridge, 1879 pendientes de describir (*C. Ribera com. pers.*) de El Hierro y La Palma (Oromí et al. 2001), y una especie anoftalma de *Pholcomma* Thorell, 1869 capturada en MSS en El Hierro, afín a *P. gibbum* (Westring, 1851) aunque probablemente distinta dado el normal desarrollo ocular de esta última (*J. Lissner com. pers.*). Finalmente, la familia Symphytognathidae, de la que en Europa se conoce una sola especie en Portugal (Cardoso y Scharff 2009), está únicamente representada en Canarias por una especie sin describir del género *Anapistula* Gertsch, 1941, colectada con trampas de MSS en un terreno de cultivo abandonado en Tenerife.

Eidmannella pallida (Emerton, 1875) no ha sido incluida en este catálogo por tratarse de una araña cosmopolita distribuida en áreas tropicales y subtropicales, que ha sido accidentalmente introducida por actividades relacionadas con la producción agrícola, invernaderos, viveros y ambientes similares (Mammola et al. 2018a), aunque es frecuente encontrarla en cuevas de Madeira, Canarias y el sur de la Península Ibérica (*C. Ribera, com. pers.*). En Canarias ha sido encontrada en todas las islas excepto Lanzarote y Fuerteventura (Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias 2022).

Tabla 2. Listado de arañas troglobiontes presentes en el medio subterráneo de Canarias. Los números hacen referencia a las localidades de la **Tabla 1**.**Table 2.** List of troglobiont spiders distributed in the subterranean environment from the Canary Islands. The numbers refer to the location following **Table 1**.

Familia	Especie	Isla	Código
Dysderidae	<i>Dysdera ambulotenta</i> Ribera, Ferrández y Blasco, 1985	Tenerife	39, 43, 47, 48, 50, 55, 59
	<i>Dysdera chioensis</i> Wunderlich, 1992	Tenerife	38, 39, 44, 46, 50, 55
	<i>Dysdera esquivelii</i> Ribera y Blasco, 1986	Tenerife	39, 41, 43, 44, 47, 55, 59
	<i>Dysdera gollumi</i> Ribera y Arnedo, 1994	Tenerife	55
	<i>Dysdera hernandezii</i> Arnedo y Ribera, 1999	Tenerife	47, 52
	<i>Dysdera labradaensis</i> Wunderlich, 1992	Tenerife	39, 43, 47, 55, 59
	<i>Dysdera madai</i> Arnedo, 2007	Tenerife	38, 39, 41, 45, 47, 56
	<i>Dysdera</i> n. sp. 1	El Hierro	1, 2, 6
	<i>Dysdera</i> n. sp. 2	Gran Canaria	62, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72
	<i>Dysdera</i> n. sp. 3	Gran Canaria	66, 68
	<i>Dysdera ratonensis</i> Wunderlich, 1992	La Palma	11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31
<i>Dysdera sibyllina</i> Arnedo, 2007	Tenerife	43, 59	
<i>Dysdera unguimmanis</i> Ribera, Ferrández y Blasco, 1985	Tenerife	39, 43, 59	
Gnaphosidae	<i>Poecilochroa exoculata</i> Lissner, 2024	Gran Canaria	61, 62, 65, 66, 71
Linyphiidae	<i>Centromerus fuerteventurensis</i> Wunderlich, 1992	Gran Canaria, Fuerteventura	63, 76
	<i>Lepthyphantes palmeroensis</i> Wunderlich, 1992	La Palma	15, 26
	<i>Lepthyphantes styx</i> Wunderlich, 2011	Tenerife	37
	<i>Metopobactrus cavernicola</i> Wunderlich, 1992	Tenerife	43, 59
	<i>Troglohyphantes labrada</i> Wunderlich, 2012	Tenerife	47
	<i>Troglohyphantes oromii</i> (Ribera y Blasco, 1986)	Tenerife	39, 40, 43, 44, 45, 47, 49, 51, 53, 55, 57, 59
	<i>Troglohyphantes roquensis</i> Barrientos y Fdez. Pérez, 2018	Gran Canaria	60, 65, 66, 70, 73
	<i>Walckenaeria cavernicola</i> Wunderlich, 1992	Tenerife	55, 59
	<i>Walckenaeria subterranea</i> Wunderlich, 2011	Gran Canaria	71
Liocranidae	<i>Agraecina canariensis</i> Wunderlich, 1992	Tenerife, Gran Canaria	33, 34, 35, 36, 43, 44, 46, 47, 49, 56, 54, 59, 62, 65, 69, 71
	<i>Agraecina</i> n.sp.	La Gomera	32
Nesticidae	<i>Canarionesticus</i> n.sp.	La Gomera	32
	<i>Canarionesticus quadridentatus</i> Wunderlich, 1992	Tenerife	42, 47, 51, 59
Pholcidae	<i>Ossinissa justoi</i> (Wunderlich, 1992)	El Hierro	4, 8
	<i>Pholcus baldiosensis</i> Wunderlich, 1992	Tenerife	36, 52
	<i>Pholcus corniger</i> Dimitrov y Ribera, 2006	Tenerife	58
	<i>Spermophorides anophthalma</i> Wunderlich, 1999	La Palma	26
	<i>Spermophorides flava</i> Wunderlich, 1992	Gran Canaria	64, 73
	<i>Spermophorides fuertecavensis</i> Wunderlich, 1992	Fuerteventura	75, 77
	<i>Spermophorides reventoni</i> Wunderlich, 1992	Tenerife	43, 59
Prodidomidae	<i>Zimirina grancanariensis</i> Wunderlich, 1992	Gran Canaria	62, 74
Symphytognathidae	<i>Anapistula</i> n.sp.	Tenerife	42
	<i>Pholcomma</i> cf. <i>gibbum</i> (Westring, 1851)	El Hierro	3
Theridiidae	<i>Robertus</i> n. sp. 1	El Hierro	5, 7, 9, 10
	<i>Robertus</i> n. sp. 2	La Palma	19, 26



Figura 2. Habitus de varias arañas troglóbiontes presentes en Canarias. (A) *Dysdera esquiveli* (F. Dysderidae). (B) *Dysdera unguimmanis* (F. Dysderidae). (C) *Spermophorides fuertecavensis* (F. Pholcidae). (D) *Ossinissa justoi* (F. Pholcidae). (E) *Troglolyphantes oromii* (F. Linyphiidae). (F) *Poecilochroa exoculata*. (F. Gnaphosidae). (G) *Agraecina canariensis* (F. Liocranidae). (H) *Canarionesticus quadridentatus* (F. Nesticidae). Fotos: P. Oromí (A - E, G - H) y M. Naranjo (F).

Figure 2. Habitus of some troglomorphic spiders from the Canary Islands. (A) *Dysdera esquiveli* (F. Dysderidae). (B) *Dysdera unguimmanis* (F. Dysderidae). (C) *Spermophorides fuertecavensis* (F. Pholcidae). (D) *Ossinissa justoi* (F. Pholcidae). (E) *Troglolyphantes oromii* (F. Linyphiidae). (F) *Poecilochroa exoculata*. (F. Gnaphosidae). (G) *Agraecina canariensis* (F. Liocranidae). (H) *Canarionesticus quadridentatus* (F. Nesticidae). Photographs by P. Oromí (A - E, G - H) and M. Naranjo (F).

Diversidad de arañas troglobiontes en archipiélagos oceánicos

La biota de cualquier isla oceánica siempre tiene carencias de taxones respecto a las áreas continentales, fenómeno conocido como disarmonía insular (Taylor et al. 2019). Ello se debe a la dificultad e incluso imposibilidad de muchas plantas y animales de alcanzar y/o colonizar una isla. La radiación adaptativa puede compensar en parte la baja biodiversidad inicial, originando una elevada proporción de endemismos locales, pero raramente llega a igualarse con los valores alcanzados en un área continental semejante. La ausencia de determinados grupos taxonómicos en islas es, en parte, consecuencia de la limitada capacidad de dispersión de los mismos (Gillespie y Roderick 2002). Evidentemente, las arañas están sujetas a este mismo fenómeno, y los casos de ausencia de determinadas familias en islas son frecuentes, ya que las que tienen mayor capacidad de dispersión (*ballooning*) podrán alcanzar más fácilmente islas oceánicas y esta característica va a determinar, en gran medida, el ensamblaje de las comunidades insulares (Gillespie et al. 2012; Malumbres-Olarte et al. 2021; Suárez et al. 2023). En el medio subterráneo se produce también el fenómeno de disarmonía, ya que hay familias muy representadas en el medio epigeo que no son capaces de colonizar el subsuelo, y otras que se han adaptado totalmente a la vida subterránea y ya no habitan el medio epigeo (Cardoso 2012). Las arañas hipogeas, al igual que otros troglobiontes, no pueden colonizar nuevas islas dada la imposibilidad de subsistir fuera del medio subterráneo. Ello implica que en Canarias todas las especies hipogeas estrictas sean endemismos monoisulares (Oromí et al. 2021). Algunos casos de presencia de troglobiontes en dos o más islas (v. gr. *Agracina canariensis* en Tenerife y Gran Canaria) probablemente se deban a la existencia de especies crípticas no identificadas.

Canarias destaca por una alta diversidad de artrópodos troglobiontes (225 especies), de los cuales 39 son arañas (17.3%) (Oromí et al. 2021). Esta riqueza contrasta con los datos existentes para otros archipiélagos oceánicos: Reunión (3 especies troglobiontes totales/1 araña), Cabo Verde (3/2), Madeira (8/2), Azores (18/2), Galápagos (18/7) y Hawái (80/14) (Naranjo et al. 2020) (Tabla 3). Estas diferencias en diversidad pueden deberse a varios factores. Por un lado, las particularidades geológicas, edáficas y climáticas de cada archipiélago (Oromí y Afonso Carrillo 2010), factores que difieren respecto a los que determinan la diversidad de la fauna epigea. En el caso del medio subterráneo, la edad de las rocas en superficie es más importante que la edad geológica de la isla, siendo los terrenos más recientes los que poseen mayor abundancia de subsuelos óptimos para generar un medio hipogeo habitable (Oromí y Martín 1992). Otro de los factores a tener en cuenta es la diferencia del esfuerzo de muestreo invertido en estudiar la fauna subterránea en las diferentes islas y archipiélagos.

Si tenemos en cuenta la representación por familias de arañas en estos archipiélagos oceánicos (Canarias, Madeira, Azores, Cabo Verde, Reunión, Hawái y Galápagos), la más diversa y abundante es la familia Linyphiidae (21 especies), seguida de Dysderidae (13 spp., todas exclusivas de Canarias), Pholcidae (9 spp.), Theridiidae (8 spp.), el resto de familias solo tienen entre 1 y 4 especies hipogeas obligadas (Tabla 3).

Tabla 3. Número de arañas troglobiontes presentes en Canarias y otros archipiélagos oceánicos.

Table 3. Number of troglobiont spiders from the Canary Islands and several oceanic archipelagos.

Familia	Canarias	Madeira	Azores	Cabo Verde	Reunión	Hawái	Galápagos	TOTAL
Linyphiidae	9	2	1	1		8		21
Dysderidae	13							13
Pholcidae	7						2	9
Theridiidae	3		1			3	1	8
Gnaphosidae	1						2	3
Nesticidae	2							2
Liocranidae	2							2
Lycosidae						2		2
Prodidomidae	1							1
Pisauridae							1	1
Oonopidae						1		1
Hahnidae				1				1
Ctenidae					1			1
Symphytognatidae	1							1
Unknown family							1	1
Total arañas troglobiontes	39	2	2	2	1	14	7	67
Otros troglobiontes	186	6	16	1	2	66	11	288
% arañas troglobiontes	17.33	25	11.11	66.67	33.33	17.5	38.9	18.87
Total troglobiontes	225	8	18	3	3	80	18	355

En Canarias la diversidad de artrópodos troglobiontes varía entre las distintas islas: Tenerife (82), Gran Canaria (57), La Palma (48), El Hierro (29), La Gomera (17) y Fuerteventura (13) (Oromí et al 2021). En el caso concreto de las arañas, Tenerife es también la que alberga mayor número de especies troglobiontes (19), seguida de Gran Canaria (8), La Palma (4), El Hierro (4), La Gomera (2), y Fuerteventura (2), patrón similar al observado con el total de artrópodos troglobiontes.

Las cuevas que albergan mayor número de especies de arañas troglobiontes son Viento-Sobrado (11 spp. / 5 de *Dysdera*), Felipe Reventón (10/5) y Labrada (9/5), todas ellas de Tenerife, siendo además las cavidades con mayor diversidad de artrópodos hipogeos obligados en el archipiélago. Las estaciones de MSS más ricas en arañas han resultado ser la de Los Berrazales (4/1) y la del Draguillo (3/1), ambas de Gran Canaria (ver [Tabla 2](#)).

Amenazas y conservación de la fauna cavernícola

El medio subterráneo es de especial fragilidad dadas sus características extremas, con ausencia de luz solar y baja disponibilidad de recursos energéticos, que influyen en la escasez de organismos y sus respectivas abundancias (Culver y Pipan 2010). En consecuencia, la fauna adaptada a vivir en estas condiciones es muy frágil ante perturbaciones de este peculiar hábitat.

Este medio depende en gran medida del medio epigeo, del cual proviene la mayor parte de la energía (materia orgánica, detritus, deposición de guano, etc.); de esta forma, las alteraciones producidas en el exterior afectan también, en mayor o menor medida, al medio hipogeo (Mammola et al. 2019). A nivel mundial, algunas de las principales amenazas que perturban al medio subterráneo son la introducción de especies invasoras y sus patógenos asociados, el cambio climático, la sobreexplotación de sus recursos biológicos, la contaminación, la deforestación, la urbanización, las actividades agrícolas e industriales y, en algunos casos, el impacto del turismo (Mammola et al. 2022).

El rápido aumento de la concentración atmosférica de gases de efecto invernadero es uno de los principales componentes del cambio global que contribuye a la actual crisis de biodiversidad (Chapin et al. 2000). Aunque estos efectos negativos son obvios en el medio epigeo, su impacto en el medio subterráneo ha sido poco estudiado. El medio subterráneo se caracteriza por poseer unas condiciones constantes de humedad y temperatura a lo largo del año con escasas fluctuaciones, por lo que futuros incrementos de temperatura y consecuente desecación de los hábitats terrestres pueden afectarle negativamente (Mammola et al. 2018b; Sánchez-Fernández et al. 2021). Las especies troglobiontes pueden tener grandes limitaciones fisiológicas para tolerar las eventuales fluctuaciones de temperatura en el medio subterráneo (Pallarés et al. 2020); esto, unido a su baja capacidad de dispersión y limitado rango de distribución, hace que futuros escenarios de calentamiento global puedan afectar negativamente a las poblaciones de troglobiontes debido a la pérdida de hábitat, incrementando el riesgo de extinción de especies endémicas, sobre todo las insulares dado su limitado rango de distribución (Mammola et al. 2018b).

Aunque no existen estudios concretos sobre la afección del aumento de temperatura en la fauna subterránea de Canarias, a lo largo de los últimos 30 años se está llevando a cabo la toma de datos ambientales de varias cuevas en el Parque Nacional del Teide para relacionarlos con posibles variaciones en su composición faunística (J.L. Martín, *com pers.*). Se ha observado que durante este periodo la temperatura media del aire ha ascendido un grado, aumento que puede estar también afectando a la fauna del medio subterráneo (Oromí et al. 2018), aunque futuros estudios son necesarios para conocer con más detalle dichas alteraciones.

Del listado propuesto por Mammola et al (2022) sobre las principales amenazas que perturban al medio subterráneo, en Canarias tenemos constancia del efecto de algunos de ellos en los ambientes subterráneos que llevamos estudiando desde hace décadas.

Contaminación por aguas residuales

La urbanización sobre las cuevas, con la consiguiente contaminación por vertido de aguas residuales, es una amenaza actual en algunas cuevas de Canarias, como la Cueva del Viento-Sobrado en Icod de los Vinos (Tenerife). Este municipio carece de una red de saneamiento adecuada de modo que las aguas residuales se filtran al interior de la cueva o incluso vierten directamente en ella. El mal olor en algunas de sus galerías (p.e. Breveritas Superior, Sobrado inferior, Piquetes, La Candelaria y Belén) muestra que están claramente contaminadas por aguas negras, y la más grave (Piquetes) tiene incluso acúmulo de lodos fecales (Oromí y Socorro 2021). En un proyecto LIFE-Natura (1999-2001) sobre la biodiversidad y conservación de las cuevas en las islas de Tenerife, La Palma y El Hierro, se incluyó un proyecto para la implementación de un sistema de depuración de aguas residuales en Icod de Los Vinos, instalación que nunca se llegó a realizar (Oromí y Socorro 2021). A pesar de que el complejo de Cueva del Viento-Sobrado cuenta con un plan de Ordenación de Recursos Naturales para evitar edificaciones sobre la cueva y vertidos de diferentes orígenes, nunca se han implantado dichas medidas para su conservación. Si la problemática del filtrado de aguas residuales no se resuelve con celeridad, el futuro de las poblaciones de troglobiontes que habitan estas cuevas está seriamente amenazado (Oromí et al. 2001). *Pholcus corniger* fue hallada en un muestreo rápido de un tubo volcánico descubierto al perforar un pozo negro bajo una casa en construcción, obra que luego fue finalizada; no se conoce ninguna otra cueva en el municipio de San Miguel (Tenerife), la localidad típica de esta especie ha desaparecido y su situación se desconoce por completo. La Cueva del Llano en Villaverde (Fuerteventura), que alberga el opilión *Maioresus randoi* Rambla 1993 considerado como "En peligro de extinción" en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (MARM 2011), discurre bajo un terreno cada vez más invadido por nuevas construcciones que tampoco disponen de red de saneamiento, y las autoridades locales no hacen nada por impedirlo a pesar de las protestas conservacionistas (Menéndez 2018).

Especies introducidas o invasoras

Otra amenaza del medio subterráneo es el desplazamiento de especies no nativas o invasoras hacia el interior de las cuevas, bien por la búsqueda de refugios ante el aumento de la temperatura exterior, o debido a la alteración de los hábitats que se encuentran sobre las cuevas. Aunque desconocemos casos con arañas, hay evidencias de desplazamiento de especies troglobiontes por otras foráneas en el medio subterráneo, como ocurre con las cucarachas *Loboptera subterranea* Martín y Oromí, 1987 en la Cueva del Viento-Sobrado (Tenerife) y *Loboptera ombriosa* Martín e Izquierdo, 1987 en la Cueva de Don Justo (El Hierro) tras la invasión de *Periplaneta australasiae* (Fabricius, 1775). La especie troglófila *Eidmannella pallida*, de distribución cosmopolita, se ha expandido de forma notable en hábitats subterráneos de gran parte del mundo, y ha sido considerada en algunos lugares como una especie exótica invasora que puede estar afectando a la fauna troglobionte (Melic et al. 2015), aunque no hay estudios al respecto. *Dysdera crocata* C.L. Koch, 1838, catalogada como exótica invasora en la Macaronesia (Cardoso et al. 2008), ha sido encontrada esporádicamente en el interior de algunas cuevas en Tenerife y La Palma, aunque se desconoce su posible impacto y repercusión en la fauna hipogea endémica.

Visitas de cuevas

Las actividades recreativas y turísticas en el interior de las cuevas también se han señalado como una posible amenaza a la biodiversidad de troglobiontes, siendo la principal causa del declive de poblaciones de las arañas *Anapistula ataecina* Cardoso y Scharff, 2009 y *Turinyphia cavernicola* Wunderlich, 2008 en Portugal (Cardoso y Scharff 2009; Borges et al. 2016). En Canarias, el acceso a muchas de las cuevas está restringido por la presencia de rejas en sus entradas, y en el caso de cuevas turísticas (p.e. Cueva del Viento-Sobrado en Tenerife, Cueva de Los Verdes en Lanzarote), la zona accesible al público no coincide con zonas donde habitan las especies troglobiontes. En cambio, y aunque no se trata de un arácnido del orden Araneae, es importante destacar que en la Cueva del Llano (Fuerteventura) el recorrido turístico está peligrosamente cercano a la zona donde se encuentra el opilión *Maiorerus randoi*, Rambla, 1993.

Grado de amenaza y conservación de la fauna de arañas

A pesar de la importancia y diversidad de las arañas en los ecosistemas, se ha dado poca trascendencia a su conservación. A nivel europeo (sin incluir la Macaronesia), solo hay una especie incluida en el Convenio de Berna y en la Directiva Hábitat, y 178 especies están incluidas en algún catálogo o lista roja en 19 países europeos (Milano et al. 2021). En Canarias no existe ninguna especie de araña incluida en el Catálogo Canario de Especies Protegidas (CC AA de Canarias 2010), aunque se incluye el opilión *Maiorerus randoi* considerado como "En peligro de extinción" en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (MARM 2011). En cuanto a las arañas troglobiontes, en todo el mundo hay siete especies catalogadas con algún nivel de amenaza según la lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), cuatro de las cuales se encuentran en la Macaronesia (IUCN 2022). Los archipiélagos Macaronésicos (Azores, Madeira y Canarias) no han sido incluidos en trabajos previos sobre fauna y estado de conservación de arañas europeas (Mammola y Isaia 2017; Milano et al. 2021; Mammola et al. 2022) debido a que la insularidad y los procesos evolutivos derivados del aislamiento han influido en la diversidad regional de dichos archipiélagos (Malumbres-Olarte et al. 2021). En el caso de Canarias, no existe ninguna especie de araña catalogada según los criterios UICN, pero un estudio preliminar donde se evaluó el grado de amenaza de 23 especies de *Dysdera* en Tenerife, sugiere que ocho especies troglobiontes tienen algún grado de amenaza (González 2021, datos sin publicar). A pesar de las limitaciones que supone implementar los criterios de la UICN a los invertebrados y ecosistemas insulares o particulares como las cuevas (Cardoso et al. 2011), es importante hacer un esfuerzo para catalogar el grado de amenaza de estas especies troglobiontes con unos criterios comparables a otros grupos de especies subterráneas y establecer propuestas para su conservación.

Conclusiones y perspectivas futuras

En este trabajo queda constancia de la gran diversidad de arañas hipogeas presentes en Canarias, siendo el segundo grupo con mayor número de especies troglobiontes en las islas. En los últimos 40 años la fauna subterránea de Canarias ha sido bastante estudiada, con varios grupos de investigación pioneros en el descubrimiento y conocimiento de nuevas cavidades y otros hábitats subterráneos, en los que han aparecido nuevas especies para la ciencia, revelando unas cifras de troglobiontes muy altas en comparación con otros archipiélagos oceánicos. La mayor parte de la diversidad de arañas troglobiontes ha sido descrita en las décadas de los 80 y 90, principalmente por Jörg Wunderlich y Carles Ribera, y más recientemente por Miquel Arnedo y José Antonio Barrientos entre otros. A medida que aumenta la prospección en otros tipos de hábitats subterráneos menos estudiados, como las minas artificiales o el MSS, se observa que una gran parte de la diversidad de arañas troglobiontes aún está por describir (8 especies nuevas hasta la fecha).

Como perspectivas futuras dentro del estudio de la fauna de arañas hipogeas, convendría describir estos nuevos taxones, incluir información genética de todas las especies troglobiontes, recabar información de sus rasgos funcionales para entender el ensamblaje de las comunidades en el medio subterráneo (p.e. Cardoso 2012), y realizar estudios filogeográficos de especies ampliamente distribuidas en el medio subterráneo para entender los patrones de colonización y flujo génico en este hábitat. Muchas de estas iniciativas están en marcha y supondrán una mejora en el conocimiento general de las arañas troglobiontes de Canarias.

En cuanto a la conservación, sería interesante recabar información sobre la distribución de las especies troglobiontes, y evaluar el grado de amenaza de estas especies en base a criterios de la UICN y del Gobierno de Canarias, para establecer futuras propuestas para su conservación. Para las especies que se encuentran amenazadas o están próximas a hacerlo, convendría incluirlas en los Programas de Seguimiento de Especies Amenazadas de Canarias (SEGA) llevados a cabo por la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias (Rodríguez González et al. 2013). También habría que llevar a cabo

estudios de seguimiento a lo largo del tiempo, así como fomentar estudios faunísticos, de historia natural y evaluación de sus poblaciones, ya que hay un déficit de conocimiento acerca de los hábitats subterráneos y de la posible afección del cambio climático sobre los mismos. También se han de tomar medidas de conservación en las cuevas de especial interés biológico, proveyendo el área donde se encuentran de un sistema de saneamiento adecuado e instalando rejillas en las entradas para evitar el acceso (Oromí et al. 2001).

Algunas cavidades volcánicas (p.e. Cueva Viento-Sobrado en Tenerife y Cueva de las Palomas en La Palma) están incluidas entre los Lugares de Interés Comunitario (LIC) de Canarias, otras están localizadas dentro de la Red de Espacios Naturales Protegidos de Canarias y, en general, las cuevas no explotadas turísticamente están citadas como uno de los hábitats naturales incluidos en el Anexo I de la Directiva de Hábitats de Canarias; sin embargo, no existe una legislación específica de protección especial para las mismas. En este sentido, ya existen iniciativas a nivel mundial para promover la inclusión de los hábitats subterráneos dentro de las futuras políticas de conservación y agendas de cambio climático (Sánchez-Fernández et al. 2021; Wynne et al. 2021).

Además, es necesario fomentar la educación medioambiental y la divulgación sobre el medio subterráneo, como las visitas turísticas guiadas y controladas o charlas divulgativas de diferente índole, prensa escrita y redes sociales, para acercar a la sociedad en general y divulgar las particularidades de estos hábitats y la fauna que los habita. Finalmente, debemos mejorar la comunicación entre científicos y gestores de la biodiversidad a nivel local y regional, para poder llevar a cabo medidas de protección y conservación adecuadas en el medio subterráneo.

Contribución de los autores

NMH: Conceptualización, Redacción - borrador original, Redacción – revisión y edición. DS: Redacción - borrador original, Redacción – revisión y edición. SCL: Redacción – revisión y edición, Visualización. HL: Redacción – revisión y edición. PO: Redacción - borrador original, Redacción – revisión y edición, Visualización.

Agradecimientos

Agradecemos a Jørgen Lissner, Antonio J. Pérez, Carles Ribera y Manuel Naranjo por la cesión de datos, información y préstamo de fotografías. A los revisores José Antonio Barrientos y Miquel Arnedo por sus aportaciones para la mejora del manuscrito. A los Cabildos de las diferentes islas por facilitarnos los permisos necesarios para los estudios y la colecta de la fauna subterránea. A todos los biólogos y espeleólogos que han colaborado y trabajado en los diferentes proyectos para el estudio de la fauna subterránea de Canarias.

Referencias

- Ancochea, E., Hernán, F., Huertas, M.J., Brändle, J.L., Herrera, R. 2006. A new chronostratigraphical and evolutionary model for La Gomera: implications for the overall evolution of the Canarian Archipelago. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 157: 271-293.
- Arnedo, M.A., Oromí, P., Múrria, C., Macías-Hernández, N., Ribera, C. 2007. The dark side of an island radiation: systematics and evolution of troglobitic spiders of the genus *Dysdera* Latreille (Araneae: Dysderidae) in the Canary Islands. *Invertebrate Systematics* 21: 623-660.
- Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias 2022. Disponible en: <https://www.biodiversidadcanarias.es/biota/> [Accedido el 19/12/2022]
- Barr, T.C. 1968. Cave ecology and the evolution of troglobites. *Evolutionary Biology* 2: 35-102.
- Barr, T.C., Holsinger, J.P. 1985. Speciation in cave faunas. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16: 313-337.
- Barrientos, J., Pérez, J.F., Morales, M.N. 2018. Un nuevo *Troglohyphantes* Joseph, 1881 (Araneae, Linyphiidae) de las Islas Canarias (España). *Revista Ibérica de Aracnología* 3-10.
- Borges, P., Crespo, L., Cardoso, P. 2016. Species conservation profile of the cave spider *Turinyphia cavernicola* (Araneae, Linyphiidae) from Terceira Island, Azores, Portugal. *Biodiversity Data Journal* 4: e10274-e10274.
- Cardoso, P. 2012. Diversity and community assembly patterns of epigean vs. troglobiont spiders in the Iberian Peninsula. *International Journal of Speleology* 41: 9-9.
- Cardoso, P., Scharff, N. 2009. First record of the spider family Symphytognathidae in Europe and description of *Anapistula ataecina* sp. n. (Araneae). *Zootaxa* 2246: 45-57.
- Cardoso, P., Borges, P.A.V., Macías-Hernández, N. 2008. *Dysdera crocata* C.L. Koch, 1838. En: Silva, L. Ojeda Land, E., Rodríguez Luengo, J. (eds.), *Invasive terrestrial flora and fauna of Macaronesia. TOP 100 in Azores, Madeira and Canaries*, pp. 415-417. ARENA, Ponta Delgada, Açores.
- Cardoso, P., Borges, P.A.V., Triantis, K.A., Ferrández, M.A., Martín, J.L. 2011. Adapting the IUCN Red List criteria for invertebrates. *Biological Conservation* 144: 2432-2440.
- Carracedo, J.C., Day, S.J., Guillou, H., Rodríguez, E., Canas, J.A., Perez, F.J. 1998. Origen y evolución del volcanismo de las Islas Canarias. En *Ciencia y Cultura en Canarias*, pp. 165-165. OACIMC, Santa Cruz de Tenerife.
- Chapin, F.S., Zavaleta, E.S., Eviner, V.T., Naylor, R.L., Vitousek, P.M., Reynolds, H.L., Hooper, D.U. et al. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.
- Comunidad Autónoma de Canarias. 2010. Ley 4/2010, de 4 de junio, del Catálogo Canario de Especies Protegidas. *BOE* 150, 53388-53406.
- Culver, D.C., Pipan, T. 2010. Climate, abiotic factors, and the evolution of subterranean life. *Acta Carsologica* 39: 539-577.
- Culver, D.C., Pipan, T. 2019. *The biology of caves and other subterranean habitats*. Oxford University Press.
- Deharveng, L., Bedos, A. 2018. Diversity of terrestrial invertebrates in subterranean habitats. En *Cave ecology*, pp. 107-172. Springer.
- Dimitrov, D., Ribera, C. 2007. The genus *Pholcus* (Araneae, Pholcidae) in the Canary Islands. *Zoological Journal of the Linnean Society* 151: 59-114.

- Español, F., Ribes, J. 1983. Una nueva especie troglobia de Emesinae (Heteroptera, Reduviidae) de las Islas Canarias. *Speleon* 26: 57-60.
- García, R., Fernández, O., Martín, M.A., González, A.I., Dumpiérrez, F., Ferraz, A.I., González, E.R. et al. 2007. *Estudio de las cavidades volcánicas del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente: aspectos topográficos, geomorfológicos, arqueológicos y biológicos*. Ed. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid, España.
- Gillespie, R.G., Roderick, G.K. 2002. Arthropods on Islands: Colonization, Speciation and Conservation. *Annual Review of Entomology* 47: 595-632.
- Gillespie, R.G., Baldwin, B.G., Waters, J.M., Fraser, C.I., Nikula, R., Roderick, G.K. 2012. Long-distance dispersal: a framework for hypothesis testing. *Trends in Ecology & Evolution* 27: 47-56.
- Howarth, F.G. 1983. Ecology of cave arthropods. *Annual Review of Entomology* 28: 365-389.
- Howarth, F.G. 1987. The evolution of non-relictual troglobites. *International Journal of Speleology* 16: 1-16.
- Howarth, F.G. 1996. A comparison of the ecology and evolution of cave-adapted faunas in volcanic and karstic caves. En *Proceedings 7th Int. Symp. Vulcanospeleology, Sta. Cruz La Palma, Spain.*, pp. 63-68. Libros de la Frontera, Sant Cugat del Vallés.
- IUCN. 2022. IUCN Red List of Threatened Species. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org/es>. [Accedido el 20-12-2022]
- Juberthie, C. 1983. Le milieu souterrain: étendue et composition. *Mémoires de Biospéologie* 10: 17-65.
- Juberthie, C., Delay, B., Bouillon, M. 1980. Sur l'existence d'un milieu souterrain superficiel en zone non calcaire. *Comptes Rendues Académie Sciences (Paris) Série D* 290: 49-52.
- Koelbel, K. 1892. Beiträge zur Kenntnis der Crustaceen der Canarischen Inseln. *Annalen des naturhistorischen Museums in Wien* 7: 105-116.
- Lissner, J., Suárez, D., López, H. 2024. A new eyeless *Poecilochroa* Westring, 1874 (Araneae: Gnaphosidae) from Gran Canaria, Spain. *Arachnology* 19: 1018-1024.
- López, H., Oromí, P. 2010. A type of trap for sampling the mesovoid shallow substratum (MSS) fauna. *Speleobiology Notes* 2: 7-11.
- López-Mercader, N. 2005. *Evolutionary processes of the genus Spermophorides (Araneae, Pholcidae) in the Canary Islands*. Tesis de Doctorado. Universitat de Barcelona, España.
- Macías-Hernández, N., de la Cruz López, S., Roca-Cusachs, M., Oromí, P., Arnedo, M.A. 2016. A geographical distribution database of the genus *Dysdera* in the Canary Islands (Araneae, Dysderidae). *ZooKeys* 625: 11-23.
- Malumbres-Olarte, J., Rigal, F., Girardello, M., Cardoso, P., Crespo, L.C., Amorim, I.R., Arnedo, M., et al. 2021. Habitat filtering and inferred dispersal ability condition across-scale species turnover and rarity in Macaronesian island spider assemblages. *Journal of Biogeography* 48: 3131-3144.
- Mammola, S., Isaia, M. 2017. Spiders in caves. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 284:(1853), 20170193.
- Mammola, S., Giachino, P.M., Piano, E., Jones, A., Barberis, M., Badino, G., Isaia, M. 2016. Ecology and sampling techniques of an understudied subterranean habitat: the Milieu Souterrain Superficiel (MSS). *The Science of Nature* 103: 88-88.
- Mammola, S., Cardoso, P., Ribera, C., Pavlek, M., Isaia, M. 2018a. A synthesis on cave-dwelling spiders in Europe. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 56: 301-316.
- Mammola, S., Goodacre, S.L., Isaia, M. 2018b. Climate change may drive cave spiders to extinction. *Ecography* 41: 233-243.
- Mammola, S., Piano, E., Cardoso, P., Philippe, V., David, D.-V., Isaia, M. 2019. Climate change going deep: the effects of global climatic alterations on cave ecosystems. *The Anthropocene Review* 6: 98-116.
- Mammola, S., Meierhofer, M.B., Borges, P.A., Colado, R., Culver, D.C., Deharveng, L., Delić, T. et al. 2022. Towards evidence-based conservation of subterranean ecosystems. *Biological Reviews* 97: 1476-1510.
- MARM (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino). 2011. Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. *BOE*, 46, 20912-20951.
- Martín, J.L., Oromí, P., Barquín, J. 1985. Estudio ecológico del ecosistema cavernícola de una Sima de Origen volcánico: La Sima Robada (Tenerife, Islas Canarias). *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 8: 265-270.
- Martínez, A., Gonzalez, B., Núñez, J., Wilkens, H., Oromí, P., Illife, T., Worsaae, K. 2016. *Guide to the anchialine ecosystems of Los Jameos del Agua and Túnel de la Atlántida*. Cabildo de Lanzarote.
- Medina, A.L., Oromí, P. 1990. First data on the superficial underground compartment on La Gomera (Canary Islands). *Mémoires de Biospéologie* 17: 87-91.
- Melic, A., Barrientos, J.A., Morano, E., Urones, C. 2015. Orden Araneae. *Revista IDE@-SEA* 11: 1-13.
- Menéndez, S. 2018. La Urbanización Casilla de Costa es una amenaza para la Cueva del Llano. *Diario de Fuerteventura* 21: 4-5.
- Milano, F., Blick, T., Cardoso, P., Chatzaki, M., Fukushima, C.S., Gajdoš, P., Gibbons, A.T., et al. 2021. Spider conservation in Europe: a review. *Biological Conservation* 256: 109020.
- Montoriol, J. 1973. Sobre la tipología vulcanoespeleológica. *Com. III Simp. Espeleología, Mataró* 268-272.
- Naranjo, M., Oromí, P., Pérez, A.J., González, C., Fernández, O., López, H., Martín, S. 2009. *Fauna cavernícola de Gran Canaria*. Melansis y Caja Insular de Ahorros de Gran Canaria.
- Naranjo, M., López, H., Martín, S., Suárez, D.B., Oromí, P. 2020. *Troglobiontes de Gran Canaria. Vida bajo el volcán. Troglobionts of Gran Canaria, life under the volcano*. CAMPDS Eds. Las Palmas de Gran Canaria.
- Oromí, P., Afonso Carrillo, J. 2010. La fauna subterránea de Canarias: un viaje desde las lavas hasta las cuevas. *Volcanes: mensajeros del fuego, creadores de vida, forjadores del paisaje. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias, Puerto de la Cruz* 63-98.
- Oromí, P., Martín, J.L. 1990. Recorrido histórico y perspectiva actual de la espeleología en Canarias. *Actas Facultad Ciencias la Universidad de La Laguna, Tomo Homenaje T. Bravo*.
- Oromí, P., Martín, J.L. 1992. The Canary Islands. Subterranean fauna, characterization and composition. En: Camacho, A.I. (ed.), *The natural history of biospeleology*, pp. 680-680. C.S.I.C., Madrid.
- Oromí, P., Socorro, S. 2021. Biodiversity in the Cueva del Viento Lava Tube System (Tenerife, Canary Islands). *Diversity* 13: 226.
- Oromí, P., Medina, A.L., Tejedor, M.L. 1986. On the existence of a superficial underground compartment in the Canary Islands. En: *Acta IX Congreso Internacional de Espeleología, Barcelona*, pp. 147-151.
- Oromí, P., Martín, J.L., Medina, A.L., Izquierdo, I. 1991. The evolution of the hypogean fauna in the Canary Islands. En: Dudley, E.C. (ed.), *The unity of evolutionary biology*, pp. 380-395. Dioscorides Press, Portland, OR.
- Oromí, P., Zurita, N., Muñoz, E., de la Cruz, S. 2001. *Conservación de la fauna invertebrada cavernícola de las islas de Tenerife, El Hierro y La Palma*. Universidad de La Laguna (informe sin publicar, depositado en Consejería Política Territorial y Medio Ambiente, Gob. Canarias) pp. 394.

- Oromí, P., Pérez, A.J., Martín, J.L., Martín, N. 2018. La fauna subterránea, pobladora de un hábitat inhóspito. En: N. Martín, P. Oromí, A.J. Pérez (Eds.). *Legados del Fuego. Reservorios de una asombrosa biota y refugios ancestrales*, pp. 82-131. Ayuntamiento de La Orotava. La Orotava, Santa Cruz de Tenerife, España.
- Oromí, P., Arechavaleta, M.A., de la Cruz, S., García, R., Izquierdo, I., López, H., Macías-Hernández, N., et al. 2021. Diversidad faunística en el medio subterráneo volcánico, con especial énfasis en las Islas Canarias. *Boletín de la Sociedad Española de Espeleología y Ciencias del Karst: SEDECK* 25-50.
- Ortuño, V.M., Gilgado, J.D., Jiménez-Valverde, A., Sendra, A., Pérez-Suárez, G., Herrero-Borgoñón, J.J. 2013. The "alluvial mesovoid shallow substratum", a new subterranean habitat. *PLoS One* 8: e76311.
- Pallarés, S., Sánchez-Hernández, J.C., Colado, R., Balart-García, P., Comas, J., Sánchez-Fernández, D. 2020. Beyond survival experiments: using biomarkers of oxidative stress and neurotoxicity to assess vulnerability of subterranean fauna to climate change. *Conservation Physiology* 8: coaa067.
- Pipan, T., López, H., Oromí, P., Polak, S., Culver, D.C. 2010. Temperature variation and the presence of troglobionts in terrestrial shallow subterranean habitats. *Journal of Natural History* 45: 253-273.
- Ribera, A., Blasco, A. 1986. Araneidos cavernícolas de Canarias. I. *Vieraea* 16: 1-48.
- Ribera, C., Arnedo, M.A. 1994. Description of *Dysdera gollumi* (Araneae, Haplogynae), a new troglobitic species from Tenerife, Canary Islands, with some comments on Canarian *Dysdera*. *Mémoires de Biospéologie* 21: 115-119.
- Ribera, C., Ferrández, M.A., Blasco, A. 1985. Araneidos cavernícolas de Canarias II. *Mémoires de Biospéologie* 12: 51-66.
- Rodríguez González, Z., Martín Sánchez, M., Díaz Fumero, A.C., Acosta Álvarez, J.C., Fernández Gallardo, M., Rodríguez Bermúdez, M.A., Carqué Álamo, E., et al. 2013. Actuaciones en especies amenazadas de las Islas Canarias incluidas en la Red Natura 2000. *Conservación Vegetal* 17: 19-25.
- Sánchez-Fernández, D., Galassi, D.M., Wynne, J.J., Cardoso, P., Mammola, S. 2021. Don't forget subterranean ecosystems in climate change agendas. *Nature Climate Change* 11: 458-459.
- Schmitz, O.J., Hambäck, P.A., Beckerman, A.P. 2000. Trophic cascades in terrestrial systems: a review of the effects of carnivore removals on plants. *The American Naturalist* 155: 141-153.
- Suárez, D., Arribas, P., Macías-Hernández, N., Emerson, B.C. 2023. Dispersal ability and niche breadth influence interspecific variation in spider abundance and occupancy. *Royal Society Open Science* 10: 230051.
- Taylor, A., Weigelt, P., König, C., Zotz, G., Kreft, H. 2019. Island disharmony revisited using orchids as a model group. *New Phytologist* 223: 597-606.
- Uéno, S.I. 1980. The anophthalmic trechine beetles of the group of *Trechiana ohshimai*. *Bulletin of the National Science Museum Tokio Series A* 6: 195-274.
- World Spider Catalog. 2023. World Spider Catalog. Natural History Museum Bern. versión 21.0. Disponible en: <https://wsc.nmbe.ch/>. [Accedido el 20 octubre 2022].
- Wunderlich, J. 1992. Die Spinnen-fauna der Makaronesischen Inseln. *Beiträge zur Araneologie* 1: 1-619.
- Wunderlich, J. 1999. Eine bisher unbekannte cavernicole Art der Zitterspinnen von la Palma, Kanarische Inseln (Arachnida: Araneae: Pholcidae). *Entomologische Zeitschrift* 109: 71-73.
- Wunderlich, J. 2011. Extant and fossil spiders (Araneae). *Beiträge zur Araneologie* 6: 1-640.
- Wynne, J.J., Howarth, F.G., Mammola, S., Ferreira, R.L., Cardoso, P., Lorenzo, T.D., Galassi, D.M.P., et al. 2021. A conservation roadmap for the subterranean biome. *Conservation Letters* 14: e12834.