

MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN ECOSISTEMAS ENDO Y EXOCÁRSTICOS DEL DEPARTAMENTO DE SANTANDER, COLOMBIA

AQUATIC MACROINVERTEBRATES IN ENDO AND EXOCARSTIC ECOSYSTEMS OF THE DEPARTMENT OF SANTANDER, COLOMBIA

HERNÁN ARISTIZÁBAL¹; LAURA LEANDRA GARZÓN-SALAMANCA; CARLOS LASSO-ALCALÁ²

¹HERNARIS@EQUALAMBIENTAL.COM

¹EQUAL CONSULTORÍA Y SERVICIOS AMBIENTALES

²INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT

RESUMEN

Los macroinvertebrados acuáticos asociados a ecosistemas endo y exocársticos han sido poco estudiados en Colombia. Desde el año 2016 hasta el año 2019 se han realizado exploraciones en cavernas de Santander, Colombia, para reconocer a la fauna habitante de estos ecosistemas. En otros departamentos como Cesar y Antioquia, son escasos los estudios en especial aquellos que se enfocan en macroinvertebrados acuáticos. Este estudio consideró 13 puntos de muestreo de ecosistemas endo y exocársticos de Santander. Los muestreos se realizaron usando redes de mano, una red Surber y red D, como resultado se colectaron ejemplares de 50 especies de macroinvertebrados acuáticos. Los órdenes con mayor número de taxones fueron Diptera, Coleoptera, Hemiptera y Odonata. Es importante resaltar el encuentro de una nueva especie del género *Telmatotrephes* (Hemiptera: Nepidae). Se obtuvieron 11 especies no registradas previamente realizando un aporte significativo al conocimiento de los macroinvertebrados acuáticos en ecosistemas endo y exocársticos de Santander.

Palabras clave: endocárstico, exocárstico, macroinvertebrados acuáticos, troglobios, troglófilos, troglóxenos.

ABSTRACT

Aquatic macroinvertebrates associated to endokarst and exokarst ecosystems have been little studied in Colombia. From 2016 to 2019, explorations have been carried out in Santander caves to recognize the fauna that live in these ecosystems. In other departments such as Cesar and Antioquia, studies are scarce, especially those that consider aquatic macroinvertebrates. In this study, 13 sampling points of endo and exokarst ecosystems of Santander. The samplings were carried out using hand nets, a Surber sampler and D-net, as a result, specimens of 50 species of aquatic macroinvertebrates were collected. The orders with the highest number of taxa were Diptera, Coleoptera, Hemiptera and Odonata. It is important to highlight the discovery of a new species of the genus *Telmatotrephes* (Hemiptera: Nepidae). 11 species with no bibliographic antecedents in caves were found. Therefore, the number of records of aquatic macroinvertebrates in endokarst and exokarst ecosystems of Santander has increased significantly.

INTRODUCCIÓN

Las exploraciones espeleológicas en Colombia comenzaron con descripciones topográficas de diferentes cavidades entre los siglos XIX y XX (Hapka, 2019). Estudios más elaborados, utilizando equipos más avanzados, se realizaron en la década de los 70; principalmente en el departamento de Santander y desde 2010 se han realizado exploraciones sucesivas en la región andina de Colombia (Hapka, 2019). Sin embargo, estos estudios se han centrado en la topografía de las cavidades y la fauna ha sido poco estudiada (Lasso, Barriga y Fernández-Auderset, 2019). Dentro de los grupos que cuentan un mayor número de estudios y conocimiento en ecosistemas cársticos en Colombia se encuentran los quirópteros y artrópodos terrestres (Angarita-Sierra, 2018; Casallas-Pabón, Muñoz-Saba y Valdivieso, 2019; Barriga, Martínez-Torres, López-Orozco, Villareal y Murcia, 2019), respectivamente, entre otros grupos (Angarita-Sierra, Dulcey y Lasso, 2019). Dentro de los grupos menos estudiados se encuentra la hidrobiota, troglobia o estigobiota, en especial los macroinvertebrados acuáticos cavernícolas (Pérez, García y Lasso, 2019). Los estudios más recientes asociados a este grupo se centran en los departamentos del Santander, César y Antioquia (Vides-Navarro, Montes-Calderón, Fernández-Cuello y Rojas-Martínez, 2015; Aristizábal-García, Herreño-Castellanos y Lasso, 2018; Campos, Acevedo, Lasso y Fernández-Auderset, 2018; Pérez *et al.*, 2019; Jiménez-González, Murillo-García y Ríos Pulgarín, 2021).

En el departamento del César se realizó una exploración de la fauna encontrada en la Caverna del Diablo (Becerril), en la cual se hizo una breve caracterización de fauna, registrando un decápodo troglobio de la familia *Pseudothelphusidae* (Vides-Navarro *et al.*, 2015). En el Departamento de Antioquia se realizó un estudio de macroinvertebrados acuáticos en las cavernas: La Gruta, Corintos y Caracoles, encontrando 53 géneros, siendo los más abundantes *Thraulodes*, *Camelobaetidius* y *Microcylloepus* (Jiménez-González *et al.*, 2021). De forma similar, en el departamento de Santander, los ecosistemas subterráneos Las Gallinas, Los Carracos, Las Sardinas y El Caracol cuentan estudios de macroinvertebrados acuáticos (Pérez *et al.*, 2019), en los que reportaron 21 taxa, siendo los órdenes Diptera y Ephemeroptera los que presentaron una mayor riqueza. Del material colectado en estas exploraciones se han realizado estudios morfológicos del decápodo *Neostrengeria charalensis* encontrado en cuevas y cavernas del Municipio de El Peñón (Campos *et al.*, 2018) y el registro de la especie *Stridulivelia cincitipes*, del orden Hemiptera, para el departamento de Santander, la primera especie de este género asociada a

cavernas (Aristizábal-García, Herreño-Castellanos y Lasso, 2018).

Estas investigaciones evidencian el escaso conocimiento de los macroinvertebrados acuáticos cavernícolas, siendo indispensable para tener una mejor comprensión de la fauna de los ecosistemas cársticos en Colombia. En este estudio se tuvieron en cuenta 13 puntos de muestro de cavernas encontradas en el departamento de Santander. Se registraron 50 taxa (géneros/morfotipos), siendo los órdenes Coleoptera, Hemiptera y Odonata los más abundantes.

ÁREA DE ESTUDIO

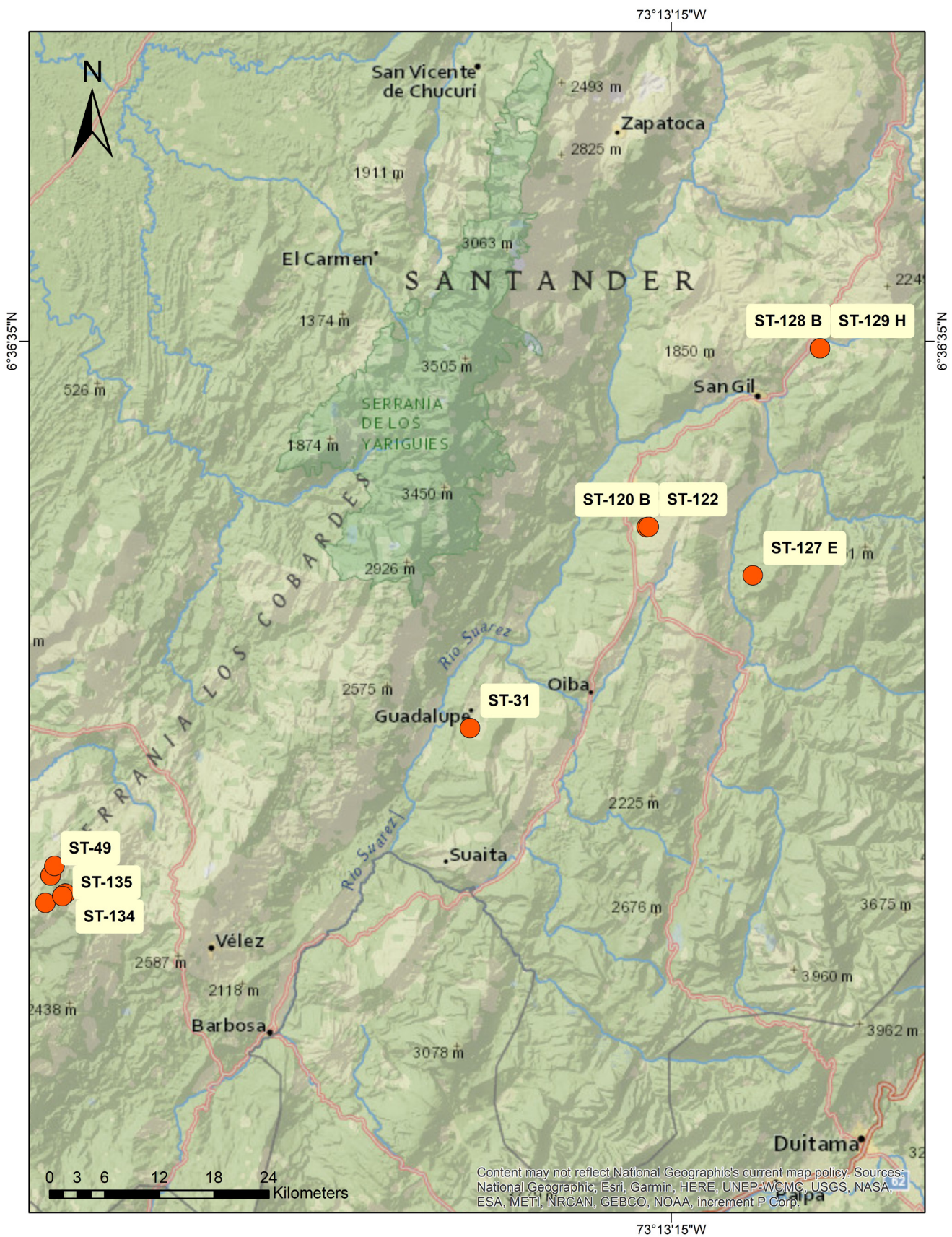
Desde el 2016 al 2019 se muestrearon de manera no estandarizada trece ecosistemas cársticos, distribuidos así: nueve (9) sistemas endocársticos (cuevas-zona afótica) y cuatro (4) sistemas exocársticos: un lapiaz en la entrada de una cueva (zona fótica); dos sumideros (zona fótica) y una dolina (zona fótica) (Figura 10). Estos sistemas se encontraron desde zonas de piedemonte (155 m s.n.m.) hasta las cumbres andinas (2529 m s.n.m.) en el departamento de Santander (municipios de San Gil, El Socorro y El Peñón). En la tabla 1 se anexan los datos respectivos.

METODOLOGÍA

Los muestreos se llevaron a cabo utilizando redes de mano y una red Surber de 30 cm de lado para profundidades menores a 30 cm, complementando las colectas con una red manual D. En cada punto de muestreo se realizó un esfuerzo de muestreo de 10 m de barrido contracorriente. Las muestras colectadas fueron etiquetadas y preservadas con alcohol etílico al 70%. En el laboratorio fueron separadas de los restos de sedimentos e identificadas al mejor nivel taxonómico posible con la ayuda claves taxonómicas de macroinvertebrados neotropicales, entre estas las contenidas en Hamada, Thorp y Rogers (2018); Domínguez, Molineri, Pescador, Hubbard y Nieto (2006); Domínguez y Fernández (2009) y Aristizábal-García (2017).

RESULTADOS

Se registraron 50 morfoespecies en las cavernas de Santander. De estos los géneros *Gyrinus* (n=55), *Tropisternus* (n=23) del orden Coleoptera y la subfamilia Chironominae (n=35) del orden Diptera fueron los más abundantes. Los órdenes con mayor número de morfoespecies fueron: Diptera (10), Hemiptera (8), Odonata (7) y Coleoptera (9). De 50 morfoespecies, 11 no cuentan



Mapa 1: localización de los puntos de muestreo en el departamento de Santander.

Tabla 1: localidades/cuevas de los puntos de muestreo.

CODIGO	LOCALIDAD/CUEVA	COORDENADAS	FECHA	ALTURA (m s.n.m.)	COLECTOR	ZONA
ST-18 E	Cueva Hipocampo, Mpo. El Peñón, Santander	"-73,837222° 6,056667°"	14/06/2016	2668	Carlos A. Lasso, Jesús Fernández-Auderset	Cueva (zona afótica)
ST-31	Cueva Los Aviones, La Guadalupe, Santander	"-73,418889° 6,228889°"	17/06/2016	155	Carlos A. Lasso, Johanna Dulcey-Ulloa, Jesús Fernández-Auderset	Cueva (zona afótica)
ST-49	Cueva Los Carracos, Mpo. El Peñón, Santander	"-73,832222° 6,083611°"	16/02/2019	2408	Carlos A. Lasso, Jesús Fernández-Auderset	Sumidero (zona fótica)
ST-120 B	Qda. Las Lajas, salida cueva Piquitos, Vereda Árbol Solo, Mpo. El Socorro, Santander	"-73,244722° 6,426667°"	29/09/2017	1447	Carlos A. Lasso	Lapiaz (zona fótica)
ST-122	Cueva Piquitos, La Milogrosa, Mpo. El Socorro, Santander	"-73,242778° 6,426944°"	30/09/2017	1410	Carlos A. Lasso	Cueva (zona afótica)
ST-127 E	Cueva El Cristal, La Laucha, Vereda Agua Fría, San Gil, Santander	"-73,140278° 6,379167°"	6/11/2018	1525	Carlos A. Lasso	Cueva (zona afótica)
ST-128 B	Cueva La Vaca, Curití, Mpo. Curití, Santander	"-73,073889° 6,602778°"	8/11/2018	1464	Carlos A. Lasso	Cueva (zona afótica)
ST-129 H	Cueva El Páramo, Mpo. Páramo, Santander	"-73,073889° 6,602778°"	9/11/2018	1435	Carlos A. Lasso	Cueva (zona afótica)
ST-131	Cueva Los Carracos, Mpo. El Peñón, Santander	"-73,832222° 6,083611°"	16/02/2019	2408	Carlos A. Lasso, Jesús Fernández-Auderset	Cueva (zona afótica)
ST-133 G	Cueva Caracol, Mpo. El Peñón, Santander	"-73,819722° 6,064167°"	17/02/2019	2384	Carlos A. Lasso, Jesús Fernández-Auderset	Cueva (zona fótica)
ST-134	Laguna (dolina), Mpo. El Peñón, Santander	"-73,817778° 6,065833°"	17/02/2019	2375	Carlos A. Lasso, Jesús Fernández-Auderset	Dolina
ST-135	La Virgen, El Peñón, Santander	"-73,820556° 6,063333°"	18/02/2019	2529	Carlos A. Lasso, Jesús Fernández-Auderset	Sumidero (zona fótica)
ST-137 B	Cuevas Las Sardinas, El Peñón, Santander	"-73,828333° 6,093056°"	19/02/2019	2205	Carlos A. Lasso, Jesús Fernández-Auderset	Sumidero (zona fótica)

con registros previos en cavernas, entre estos el género *Telmatotrepes*. A su vez en la Tabla 1 se muestra un aumento significativo en el número de registros para los ecosistemas endo y exocársticos de Santander, en donde de 50 morfoespecies, 7 contaban con registros previos en Santander

En las figuras 1 a 9 se muestran algunos de los géneros y subfamilias más representativas de este estudio.

DISCUSIÓN

De los macroinvertebrados acuáticos colectados en ecosistemas cársticos de Santander, los géneros *Leptonema*, *Polycentropus* (Trichoptera), *Anchytarsus* (Coleoptera),

Thraulodes (Ephemeroptera) *Hexatoma* (Diptera) *Rhagovelia* y *Limnocoris* (Hemiptera) contaban con registros de estos ecosistemas en Antioquia (Jiménez-González *et al.*, 2021). En el departamento del Santander la especie *Stridudivelia cinctipes* (Hemiptera), fue registrada por Aristizábal-García *et al.* (2018) en la Cueva Piquitos. El género *Pisidium* (Bivalvia), fue encontrado en cuevas de Santander, así como dípteros de las subfamilias Chironominae y Tanypodinae (Pérez *et al.*, 2019). Para el Neotrópico, tricópteros del género *Polycentropus* también se han reportado en cavernas de México y Brasil (Hoffmann, López-Campos y Vásquez-Rojas, 2004; Pellegrini, 2016). *Leptonema* y géneros de Odontoceridae en cuevas de Brasil (Pellegrini, 2016).

Tabla 2: listado taxonómico de cavernas de Santander y comentarios sobre registros previos en otros países. N.D.: No determinado (1/3)

Cod Lab-EQ	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	No. Ind.	Ubicación previa	Referencias
ST 133g	Arachnida	Acariformes	N.D.	Acariformes N.D.	1	México	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004; Reddell, 1971; Palacios-Vargas <i>et al.</i> , 2016
ST 129F		Araneae	Pisauridae	Pisauridae N.D.	1	Colombia (Santander); México	Muñoz-Saba, <i>et al.</i> (1998), Casallas-Pabón <i>et al.</i> (2013) Hoffmann <i>et al.</i> , 2004; Reddell, 1971
ST 31		Araneae	Tetragnathidae	<i>Chrysometa sp.</i>	1	Tasmania.	Clarke, 2006
ST 131	Bivalvia	Veneroida	Pisidiidae	<i>Pisidium sp.</i>	26	Colombia (Santander)	Pérez <i>et al.</i> , 2019
ST 135	Clitellata	Tubificida	Naididae	Naididae N.D.	6	España	Rodríguez-Noriega, 2012
ST 135	Collembola	Collembola	Entomobryidae	Entomobryidae N.D.	2	México	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004; Reddell, 1971; Palacios-Vargas <i>et al.</i> , 2016
ST 135	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	Curculionidae N.D.	1	México	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
ST 137b			Dytiscidae	<i>Hydaticus sp.</i>	1	México	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004; Reddell, 1971
ST-49				<i>Platynectes sp.</i>	2	-	Sin antecedentes
ST 130h				<i>Thermonectus sp.</i>	1	México	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004; Reddell, 1971
ST 131			Gyrinidae	<i>Gyrinus sp.</i>	6		Sin antecedentes
ST 135					47		
ST 137b					2		
ST 131			Hydrophilidae	<i>Tropisternus sp.</i>	1	México; Cuba	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004; Reddell, 1971; Peck <i>et al.</i> , 1998
ST 135					1		
ST 134					21		
ST-18E			Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus sp.</i>	1	Colombia (Antioquia)	Jiménez-González <i>et al.</i> , 2021
ST 134			Scirtidae	Scirtidae N.D.	2	Tasmania (Registro de la familia. Gen, Cyphon)	Clarke, 2006
ST 131			Staphylinidae	Staphylinidae N.D.	1	Estados Unidos, México, Cuba. Pocos géneros acuáticos, principalmente Stenus.	National Park Service, 2007; Hoffmann <i>et al.</i> , 2004; Reddell, 1971; Peck <i>et al.</i> , 1998
ST 135					2		
ST 137b	2						
ST 131	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae Chironomidae	<i>Probezzia sp.</i>	2	Brasil	Ferreira y Horta, 2001
ST 131				Subf. Chironominae	33	Colombia (Santander), Estados Unidos	Pérez <i>et al.</i> , 2019 National Park Service, 2007
ST 135				2			
ST 135				subf. Orthocla-diinae	1	Estados Unidos	National Park Service, 2007

Tabla 2: listado taxonómico de cavernas de Santander y comentarios sobre registros previos en otros países. N.D.: No determinado (2/3)

Cod Lab-EQ	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	No. Ind.	Ubicación previa	Referencias
ST 131	Insecta	Diptera	Chironomidae	Subf. Tanypodinae	5	Colombia (Santander), Estados Unidos	Pérez <i>et al.</i> , 2019 National Park Service, 2007
ST 135					1		
ST 135			Culicidae	<i>Aedes sp.</i>	1	Estados Unidos, México	National Park Service, 2007 Hoffmann <i>et al.</i> , 2004, Reddell, 1971
ST 131					<i>cf. Culex sp.</i>		
ST 131			Dixidae	<i>Dixella sp.</i>	16	Estados Unidos, México	Sin antecedentes
ST 135					6		
ST-31			Limoniidae	<i>Hexatoma sp.</i>	1	Colombia (Antioquia)	Jiménez-González <i>et al.</i> , 2021
ST 135			Tipulidae	<i>Prionocera sp.</i>	2	Tasmania.	Clarke, 2006
ST 131				Tipulidae N.D. sp.	1	Tasmania (Registro de la familia)	Clarke, 2006
ST 131			Baetidae	<i>Callibaetis sp.</i>	9		Sin antecedentes
ST 135	<i>cf. Callibaetis sp.</i>	1		Sin antecedentes			
ST 127e	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes sp.</i>	1	Colombia (Antioquia); México	Jiménez-González <i>et al.</i> , 2021; Hoffmann <i>et al.</i> , 2004		
ST 131	Insecta	Hemiptera	Belostomatidae	<i>Lethocerus sp.</i>	1	México	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
ST 135					2		
ST 135			Corixidae	<i>Sigara sp.</i>	23	-	Sin antecedentes
ST 131			Gerridae	<i>Eurygerris sp.</i>	15	-	Sin antecedentes
ST 135					17		
ST 137b					9		
ST 134			Gerridae N.D. sp.	1	Ninfa en primeros estadios. Familia con géneros en cavernas	Jiménez-González <i>et al.</i> , 2021; Hoffmann <i>et al.</i> , 2004	
ST 127e			Naucoridae	<i>Limnocoris sp.</i>	1	Colombia (Antioquia)	Jiménez-González <i>et al.</i> , 2021
ST-122			Nepidae	<i>Telmatotrephes sp.</i>	2	-	Primer registro en cavernas. Antecedentes en Nepidae, especie por describir
ST 127e			Notonectidae	<i>Notonecta sp.</i>	3	Tasmania (familia Notonectidae)	Clarke, 2006
ST 135					3	Tasmania (Registro de la familia)	Clarke, 2006
ST 128b			Veliidae	<i>Rhagovelia sp.</i>	6	Colombia (Antioquia)	Jiménez-González <i>et al.</i> , 2021
ST 127e					3	Colombia (Antioquia)	Jiménez-González <i>et al.</i> , 2021
ST-120b					<i>Stridulivelia cinctipes</i>	2	Colombia (Santander)

Tabla 2: listado taxonómico de cavernas de Santander y comentarios sobre registros previos en otros países. N.D.: No determinado (3/3)

Cod Lab-EQ	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	No. Ind.	Ubicación previa	Referencias		
ST 131	Insecta	Odonata	Aeshnidae	<i>Rhionaeschna sp.</i>	17	Tasmania (Registro de la familia)	Clarke, 2006		
ST 135			Aeshnidae	<i>Rhionaeschna sp.</i>	8	Tasmania (Registro de la familia. Gen. Austroaeschna)	Clarke, 2006		
ST 131			Coenagrionidae	<i>Enallagma sp.</i>	1	Estados Unidos	National Park Service, 2007		
ST 135					13				
ST-31			Heteragrionidae	<i>Heteragrion sp.</i>	2	-	Sin antecedentes		
ST 135			Lestidae	<i>Lestes sp.</i>	3	Estados Unidos	National Park Service, 2007		
ST 134			Libellulidae		<i>cf. Erythrodiplax sp.</i>	2	México	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004; Reddell, 1971	
ST 135						<i>Dasythemis sp.</i>		4	Sin antecedentes
ST 129h						<i>Libellula sp.</i>		1	México. Estados Unidos
ST 137b			Aeshnidae	<i>Rhionaeschna sp.</i>	8		Sin antecedentes		
ST-31	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema sp.</i>	4	Colombia (Antioquia, Santander)	Jiménez-González <i>et al.</i> , 2021		
ST 135			Hydroptilidae	<i>Oxyethira sp.</i>	1		Sin antecedentes		
ST-31			Odontoceridae	Odontoceridae N.D. sp.	1	Brasil	Pellegrini, 2016		
ST 135			Polycentropodidae	<i>Polycentropus sp.</i>	1	Colombia (Antioquia, Santander)	Jiménez-González <i>et al.</i> , 2021; Hoffmann <i>et al.</i> , 2004		
ST 133g	Malacostraca	Isopoda	N.D.	<i>Isopoda N.D. sp.</i>	1	México	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004; Reddell, 1971		
ST 135					1	México	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004; Reddell, 1971		
ST 133g	Rhabdiphora	Tricladida	Planariidae	Planariidae N.D. sp.	3	Tasmania.	Clarke, 2006		

Para el orden Odonata, *Enallagma* y *Lestes* se han reportado en cavernas de Nuevo México, Estados Unidos (National Park Service, 2007); *Libellula* para las cuevas de México y Nuevo México (National Park Service, 2007; Hoffmann *et al.*, 2004; Reddell, 1971) y *Erythrodiplax* para cuevas de México (Hoffmann *et al.*, 2004; Reddell, 1971). Entre el grupo de los Hemiptera, el género *Lethocerus* se ha encontrado en cavernas de México (Hoffmann *et al.*, 2004). Registros de especies de las familias encontradas en ecosistemas kársticos de Santander se tienen en Decu *et al.* (1994) con *Nepa anophthalma* (Nepidae), especie adaptada a cuevas, encontrada en Rumania. Latella *et al.* (1999) registran la presencia

de *N. cinerea* en una cueva de Italia, también en aguas superficiales. Gagne y Morré (1975) describen *Speovelia aaa*, primer hemíptero troglobio, en áreas húmedas en cuevas de Hawaii, de ojos reducidos y poca pigmentación. *Microvelia cavernula* en cavernas de Venezuela (Polhemus, 1972) y *Velia caprai* registrada en una cueva en España por Ruíz-Portero, Barranco, Fernández-Cortez, Tinaut y Calaforra (2002).

Por otro lado, el orden coleóptera, la familia Staphylinidae se ha registrado en cavernas de Nuevo México y México (National Park Service, 2007; Hoffmann *et al.*, 2004; Reddell, 1971). Para la familia Curculionidae se tienen registros en cavernas de México (Hoffmann *et al.*, 2004).

Figura 1: *Gyrinus*Figura 2: *Platynectes*Figura 3: *Limnocoris*Figura 4: *Dixella*

Figura 5: Tanypodinae

Figura 6: *Probezzia*Figura 7: *Callibaetis*Figura 8: *Polycentropus*Figura 9: *Rhagovelia*

Los géneros *Thermonectus*, *Hydaticus* y *Tropisternus* se han reportado para cavernas de México (Hoffmann *et al.*, 2004; Reddell, 1971). Peck, Ruiz-Baliú y Garcés-González (1998) registraron para 11 cuevas en Cuba, 53 especies de Coleoptera, incluyendo 4 especies de Dytiscidae, 2 de Gyrinidae, 2 de Hydrophilidae y 1 de Staphylinidae, dentro de estas, especies del género *Tropisternus* (Staphylinidae)

(Peck *et al.*, 1998). En Venezuela, Sanfilippo (1958) describió la especie *Trogloguignotus concii* (Dytiscidae) y posteriormente en Texas, Spangler y Barr (1995) describieron un nuevo género y nueva especie de la misma familia (*Comaldessus stygius*), con ojos rudimentarios. Posteriormente, Spangler (1996) describió 4 nuevas especies de las familias Dytiscidae, Noteridae y Elmidae.

Para el orden Ephemeroptera el género *Thraulodes* se ha registrado en cavernas de México (Hoffmann *et al.*, 2004). En cuanto a la clase Collembola se ha reportado para las cavernas de Nuevo México, en las cavernas de México se ha registrado la familia Entomobryidae (National Park Service, 2007; Hoffmann *et al.*, 2004; Reddell, 1971; Palacios-Vargas, Cutz-Pool e Iglesias, 2016). En el orden Araneae la familia Pisauridae contaba con registros para las cavernas de México (Hoffmann *et al.*, 2004; Reddell, 1971). El orden Acariformes se ha registrado en las cavernas de México (Hoffmann *et al.*, 2004; Reddell, 1971; Palacios-Vargas *et al.*, 2016). Ferreira y Horta (2001) registran la artropofauna de cavernas en Brasil, como las familias Chironomidae, Simuliidae y Ceratopogonidae. Las subfamilias Chironominae, Orthoclaadiinae y Tanypodinae se han reportado en cavernas Estados Unidos (National Park Service, 2007). Se tienen registros previos de los géneros *Culex* y *Aedes* en cavernas de Estados Unidos (National Park Service, 2007).

También se puede evidenciar los escasos estudios relacionados con invertebrados en cavernas Colombia y aún más cuando estos se enfocan en los macroinvertebrados. En el continente se puede ver este mismo patrón, siendo México el país que tiene un mayor conocimiento de la fauna de invertebrados asociada a cavernas. Los resultados detallados se presentan en la Tabla 2.

CONCLUSIONES

La fauna de macroinvertebrados acuáticos cavernícolas ha sido pobremente estudiada en Colombia, con unos pocos estudios en los departamentos de Santander, Antioquia y Cesar (Vides-Navarro, Montes-Calderón, Fernández-Cuello y Rojas-Martínez, 2015; Aristizábal-García, Herreño-Castellanos y Lasso, 2018; Campos, Acevedo, Lasso y Fernández-Auderset, 2018; Pérez *et al.*, 2019; Jiménez-González, Murillo-García y Ríos Pulgarín, 2021). A su vez se ha tenido más conocimiento de artrópodos terrestres asociados a cavernas que de macroinvertebrados acuáticos (Pérez, García y Lasso, 2019). Por tanto, es evidente la necesidad de realizar un número mayor de exploraciones en los diferentes ecosistemas cársticos del país para conocer un número aproximado a la realidad de los macroinvertebrados que habitan en cavernas. También se observó un mayor número de taxones para los órdenes Coleoptera, Diptera, Odonata y Hemiptera, lo que puede ser un indicador de la adaptación de estos grupos a este tipo de ecosistemas. En general se puede afirmar que el grupo de macroinvertebrados acuáticos se encuentra bien representado en estos ambientes y que a medida que se hagan más estudios se encontrarán otros grupos. También es claro que la mayoría de estos grupos serán troglóxenos o troglófilos, compuestos por organismos que caen accidentalmente en estos ambientes, y unas pocas especies serán verdaderos troglobios.



Para ver presentación escanee el código QR o ingrese a <https://youtu.be/N5ld7gmRgDg>

REFERENCIAS

- Angarita-Sierra, T. (2018). Brief History of Biospeleology in Colombia: Perspectives and Opportunities. Conference proceedings of the I Colombian Congress of Speleology and VIII Speleological Congress of Latin America and the Caribbean. 43-61pp.
- Angarita, T., Dulcey-Ulloa, J. y Lasso, C. A. (2019). Biodiversidad subterránea del departamento de Santander (Andes), Colombia. En: C. A. Lasso, J. C. Barriga y J. Fernández-Auderset (Eds.), Biodiversidad subterránea y epigea de los sistemas cársticos de El Peñón (Andes), Santander, Colombia.VII. Serie Fauna Silvestre Neotropical (pp. 257-286). Bogotá D. C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Aristizábal-García, H. (2017). Hemípteros acuáticos y semiacuáticos del Neotrópico. Bogotá D. C., Colombia: Editorial Gente Nueva.
- Aristizábal-García, H., Herreño-Castellanos N. y Lasso, C. A. (2018). Primer registro del Hemíptero Stridulivelia cincipes Champion, 1898 (Hemiptera: Veliidae) para ambientes cavernícolas de Colombia. Biota Colombiana, 19(1), 205-210.

- Barriga, J. C., Martínez-Torres, D., López-Orozco, C. M., Villarreal, O. y Murcia, M. A. (2019). Artrópodos terrestres de las cuevas y cavernas de El Peñón (Andes), Santander, Colombia. En: C. A. Lasso, J. C. Barriga y J. Fernández-Auderset (Eds.), Biodiversidad subterránea y epigea de los sistemas cársticos de El Peñón (Andes), Santander, Colombia. VII. Serie Fauna Silvestre Neotropical (pp. 99-155). Bogotá D. C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Campos, M. R., Acevedo, A., Lasso, C. A. y Fernández-Auderset, J. (2018). Variaciones morfológicas y algunas notas bioecológicas del cangrejo de agua dulce *Neostrengeria charalensis* Campos y Rodríguez, 1985 (Decapoda: Pseudothelphusidae), en ambientes exo y endocársticos de los Andes colombianos. *Biota Colombiana*, 19(Suppl 1), 65-83.
- Casallas-Pabón, D., Hoyos-Rodríguez, M., Muñoz-Saba, Y., Baptiste, B. L. y Salas, D. (2013). Conservación de las cavernas en Santander. En: Y. Muñoz-Saba, I. González-Sánchez y N. Calvo-Roa (Eds.), Cavernas de Santander, Colombia: Guía de campo. Serie de Guías de Campo del Instituto de Ciencias Naturales No 13 (pp. 157-240). Bogotá D. C., Colombia: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Casallas-Pabón, D., Muñoz-Saba, Y., Valdivieso, N. y Pinto, R. (2019). Murciélagos de las cuevas, cavernas y áreas adyacentes de El Peñón (Andes), Santander, Colombia. En: C. A. Lasso, J. C. Barriga y J. Fernández-Auderset (Eds.), Biodiversidad subterránea y epigea de los sistemas cársticos de El Peñón (Andes), Santander, Colombia. VII. Serie Fauna Silvestre Neotropical (pp. 157-173). Bogotá D. C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Clarke, A. K. (2006). Cavernicole diversity and ecology in Tasmania (Research Master thesis). University of Tasmania, Tasmania, Australia.
- Decu, V., Gruia, M., Keffer, S. L., y Sarbu, S. M. (1994). Stygobiotic waterscorpion, *Nepa anophthalma*, n. sp. (Heteroptera: Nepidae), from a sulfurous cave in Romania. *Annals of the Entomological Society of America*, 87(6), 755-761.
- Domínguez, E., y Fernández, H. R. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.
- Domínguez, E., Molineri, C., Pescador, M.L., Hubbard, M.D. y Nieto, C. (2006). Ephemeroptera of South America. Sofia, Moscow: Pensoft.
- Ferreira, R. L., y Horta, L. C. S. (2001). Natural and human impacts on invertebrate communities in Brazilian caves. *Revista Brasileira de Biologia*, 61(1), 7-17.
- Gagne, W. C. y Morré, F. G. (1975). De cavernicolous fauna of Hawaiian lava tubes 6. Mesoveliidae or wáter treaders (Heteroptera). *Pacific Insects*, 16(4), 399-413.
- Hamada, N., Thorp, J. H., y Rogers, D. C. (Eds.). (2018). Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates: Keys to Neotropical Hexapoda. London, United Kingdom: Academic Press.
- Hapka, R. (2019). Espeleo Colombia 2010-2019: 10 años de espeleología Andina-Friburguesa (Suiza). En: C. A. Lasso, J. C. Barriga y J. Fernández-Auderset (Eds.), Biodiversidad subterránea y epigea de los sistemas cársticos de El Peñón (Andes), Santander, Colombia. VII. Serie Fauna Silvestre Neotropical (pp. 73-81). Bogotá D. C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Hoffmann, A., López-Campos, M. G., y Vázquez-Rojas, I. M. (2004). Los artrópodos de las cavernas de México. En: J. Llorente Bousquets, J. J. Morrone, O. Yáñez-Ordóñez y I. V. Fernández (Eds.), Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento (pp. 229-328). Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Jiménez-González, D. M., Murillo-García, K., y Ríos-Pulgarín, M. I. (2021). Caracterización físicoquímica e hidrobiológica de tres ecosistemas cársticos de la cuenca del río Magdalena (Antioquia, Colombia) durante el ciclo hidrológico 2016-2017. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1260>

- Lasso, C. A., Barriga J. C. y Fernández-Auderset, J. (Eds.). (2019). Biodiversidad subterránea y epigea de los sistemas cársticos de El Peñón (Andes), Santander, Colombia. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
- Latella, L., Di Russo, C., De Pasquale, L., Dell'anna, L., Nardi, G. y Rampini, M. (1999). Preliminary investigations on a new sulphurous cave in central Italy. *Memories de Biospéologie*, 26,131-135. Muñoz-Saba, Y., Andrade, G. F., Baptiste, L. G., Salas, D., Villarreal, H. y Armenteras, D. (1998). Conservación de los Ecosistemas Subterráneos en Colombia. *Biosíntesis*, 10, 1-4.
- National Park Service (2007). Preliminary List of Known Insects of Carlsbad Caverns National Park Through 2006. Recuperado de https://www.nps.gov/cave/planyourvisit/upload/2007_CAVE_insects.pdf
- Palacios-Vargas, J.G., Cutz-Pool L. Q. y Iglesias Mendoza, R. (2016). Fauna cavernícola y edáfica (Acarida y Collembola). En: E. Melgarejo, H. Perdomo y A. Pozos (Eds.), *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado* (pp. 320-324). Ciudad de México, México: CONAVIO.
- Peck, S. B., Ruiz-Baliú, A. E. y Garcés-González, G. F. (1998). The cave-inhabiting beetles of Cuba (Insecta: Coleoptera): Diversity, distribution and ecology. *Journal of Cave and Karst Studies*, 60(3), 156-166.
- Pellegrini, T. G. (2016). Insetos aquáticos em ambientes subterráneos: estrutura e dinâmica temporal das comunidades (Tese Doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil.
- Pérez, D. L., García, M. A. y Lasso, C. A. (2019). Macroinvertebrados acuáticos de las cuevas y cavernas de El Peñón (Andes), Santander, Colombia. En: C. A. Lasso, J. C. Barriga y J. Fernández-Auderset (Eds.), *Biodiversidad subterránea y epigea de los sistemas cársticos de El Peñón (Andes), Santander, Colombia. VII. Serie Fauna Silvestre Neotropical* (pp. 189-211). Bogotá D. C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Polhemus, J. T. (1972). Notes on veliids from Venezuela, with the description of a new *Microvelia* (Hemiptera). *Revue Suisse de Zoologie*, 79(2), 903-905.
- Reddell, J. R. (1971). A preliminary bibliography of Mexican cave biology with a checklist of published records. Texas, United States: Speleo Press.
- Rodríguez-Noriega, J. (2012). Patrones de composición físico-química y de distribución de la fauna estigobia en el sistema hidrológico del Monumento Natural de Ojo Guareña, Burgos, España (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España.
- Ruiz-Portero, C., Barranco, P., Fernández-Cortés, A., Tinaut, A., y Calaforra, J. M. (2002). Aproximación al conocimiento de la entomofauna de la Cueva del Yeso (Sorbas, Almería). *Boletín SEDECK*, 3, 16-25.
- Sanfilippo, N. (1958). Descrizione di *Trogloguignotus concii* n. gen n. sp. di Dytiscidae freatobio. (Viaggio in Venezuela di Nino Sanfilippo V). *Annali del Museo civico di storia naturale Giacomo Doria*, Genova, 70, 159-164.
- Spangler, P. J. (1996). Four new stygobiontic beetles (Coleoptera: Dytiscidae; Noteridae; Elmidae). *Insecta Mundi*, 9(1-4), 241-259.
- Spangler, P. J. y Barr. C. B. (1995). A new genus and species of stygobiontic dytiscid beetle, *Comaldessus stygius* (Coleoptera: Dytiscidae: Bidessini) from Comal Springs, Texas. *Insecta Mundi*, 9(3-4), 301-308.
- Vides-Navarro, E., Montes-Calderón, Á., Fernández-Cuello, G., y Rojas-Martínez, E. (2015). Caracterización espeleológica e inventario biológico de la Caverna del Diablo en el municipio de Becerril, departamento del Cesar, Colombia. *Respuestas*, 20(2), 93-104