

Nuevas aportaciones al conocimiento de macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica y Nicaragua, con especial énfasis en las esponjas

Juan Rueda & Francesc Mesquita-Joanes

Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva (ICBiBE), Universitat de València. C/ Catedrático José Beltrán Martínez, 2, 46980 Paterna, València (España)

Resumen

Correspondencia

J. Rueda

E-mail: juan.rueda@uv.es

Recibido: 19 septiembre 2017

Aceptado: 30 enero 2018

Publicado on-line: 21 febrero 2018

Se estudia la caracterización limnológica de 30 lagunas del bosque tropical seco de Costa Rica y Nicaragua durante 2010-11. Se aislaron gémulas de esponjas de agua dulce en cuatro de las localidades. Se registraron dos nuevas citas de esponjas para Nicaragua, *Radiospongilla cerebellata* (Bowerbank, 1863) y *Corvoheteromeyenia heterosclera* (Ezcurra de Drago, 1974). En Costa Rica también se registró esta última y se recolectaron ejemplares de *Radiospongilla crateriformis* (Potts, 1882). En otra laguna de Costa Rica, se recolectó una larva de neuróptero (Insecta) de la familia Sisyridae asociada a las esponjas: *Sisyra apicalis* Banks, 1908. Por otro lado, hemos podido recolectar gémulas incrustadas en el tubo de alojamiento del oligoqueto *Aulophorus vagus* Leidy, 1880 (Annelida: Oligochaeta: Naididae), que también supone la primera cita para Costa Rica y Nicaragua.

Palabras clave: Esponjas, Sisyridae, Oligochaeta, Charcas temporales, América Central.

Abstract

New contributions to the knowledge of freshwater macroinvertebrates of Costa Rica and Nicaragua, with particular focus on sponges

The characterization of 30 temporary ponds was done in the tropical dry forest of Costa Rica and Nicaragua, in 2010-2011. Gemmules of sponges were isolated in four of the studied sites. Two new records were set for Nicaragua, *Radiospongilla cerebellata* (Bowerbank, 1863) and *Corvoheteromeyenia heterosclera* (Ezcurra de Drago, 1974). In Costa Rica, the last ones were also recorded as well as specimens of *Radiospongilla crateriformis* (Potts, 1882) were collected. In another pond of Costa Rica, larva of Neuroptera (Insecta) belonging to family Sisyridae, commonly associated to sponges, was collected: *Sisyra apicalis* Banks, 1908. In addition, we have been able to collect embedded gemmules in the housing tube of the annelid *Aulophorus vagus* Leidy, 1880 (Annelida: Oligochaeta: Naididae). This species is also here reported for the first time in Costa Rica and Nicaragua.

Key words: Sponges, Spongilla fly, Oligochaeta, Seasonal freshwater ponds, Central America.

Introducción

Las esponjas (filo Porifera) son animales exclusivamente acuáticos, ya sean de ambientes marinos, de estuarios o de agua dulce. Son de vida bentónica sésil, y crecen adheridos a la vegetación, sobre troncos, piedras o rocas, pudiendo establecerse perfectamente en ríos y lagunas temporales o permanentes. En la actualidad se contabilizan unas 8400 especies en el World Porifera Database (Van Soest *et al.* 2017). En el medio acuático continental no superan las 270 (Reiswig *et al.* 2010). Las esponjas de agua dulce producen gémulas, como formas de resistencia que están constituidas por espículas especiales, o gemoscleras, para sobrevivir a fuertes cambios en las condiciones ambientales como puede ser la temporalidad del sistema (Manconi & Pronzato 2016). Las gémulas pueden desempeñar un papel de dispersión pasivo facilitado por el viento, las aves o por el flujo del agua (Manconi & Pronzato 2016).

Según diferentes autores (Murillo & Mora 1995, Roush 1999, Manconi & Pronzato 2002, Volkmer-Ribeiro & Machado 2009), los géneros conocidos para Costa Rica son *Corvoheteromeyenia* Ezcurra de Drago, 1979, *Radiospongilla* Penny & Racek, 1968, *Spongilla* Lamarck, 1816, y *Trochospongilla* Vejdovsky, 1888. Volkmer-Ribeiro & Machado (2009) señalan para Costa Rica las especies *Radiospongilla crateriformis* (Potts, 1882), *Trochospongilla variabilis* Bonetto & Ezcurra de Drago, 1973, *Spongilla cenota* Penny & Racek, 1968 y *Corvoheteromeyenia heterosclera* (Ezcurra de Drago, 1974) al mismo tiempo que redescubren las tres primeras bajo microscopio electrónico de barrido (SEM). Respecto a Nicaragua, Rueda & Mesquita-Joanes (2016) aportaron la primera cita de *Radiospongilla crateriformis* (Potts, 1882).

Por otro lado, algunos organismos que no pertenecen al filo de los poríferos se encuentran especialmente vinculados a estos por cuestiones ecológicas (Reiswig *et al.* 2010). El objetivo de este trabajo se centra en la identificación de diferente material perteneciente a Porifera, principalmente gémulas con escasos restos de esponjas con ayuda del SEM, y aportar la identificación de dos especies de invertebrados acuáticos del filo de los anélidos y artrópodos que conviven con las esponjas recolectadas en algún momento de su ciclo.

Metodología

Área de estudio

Se seleccionaron treinta sitios, entre diecinueve cuerpos de agua de diferentes tamaños de manera no aleatoria, con el fin de asegurar la representación de los usos del suelo, la conectividad y la estacionalidad en cuatro regiones geográficas de clima tropical seco de la costa Pacífica de Costa Rica y Nicaragua (Fig. 1). Una breve descripción de los sitios puede encontrarse en Sasa *et al.* (2015: tabla S1).

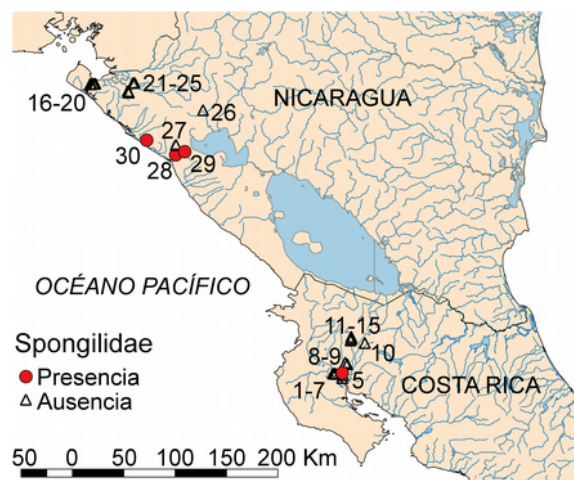


Figura 1. Mapa de sitios muestreados por la región situada en la costa del Pacífico de Costa Rica y Nicaragua.

Figure 1. Map of sampled sites according to region in the Pacific coast of Costa Rica and Nicaragua.

Datos ambientales

Durante los trabajos de toma de muestras se realizó la cuantificación (Greenberg *et al.* 1992) de las variables físico-químicas (conductividad, temperatura del agua, pH, oxígeno, alcalinidad, nitritos, nitratos, amonios, cloruros, sulfatos, etc.). Se realizaron tres campañas de muestreo en diferentes épocas meteorológicas (junio y septiembre de 2010 y enero de 2011). Además se realizó una descripción morfométrica de las lagunas y una caracterización del medio (usos del suelo, composición de macrófitos y cobertura, estructura y cobertura de las riberas, etc.). Todos los resultados correspondientes a estos análisis se detallan y discuten en Sasa *et al.* (2015). Dicha información se aporta para explicar la autoecología de los organismos presentados en este documento.

Muestreo

Para la recogida de los macroinvertebrados acuáticos, se utilizó una red cuya malla posee una luz de poro de 120 μm . Dicha red, de 25 cm de lado, se introdujo mediante un barrido en la parte bentónica de cada laguna o charca estudiada. El muestreo pretendía caracterizar cada sistema húmedo en su conjunto. El procedimiento se repitió en cuatro lugares al azar para obtener una superficie de muestreo de aproximadamente 1 m². El material biológico recolectado se guardó en un envase de polietileno, al cual se le añadió etanol al 70% para su conservación. La identificación de los organismos y el recuento se realizó en laboratorio mediante lupa binocular Motic Digital Microscope DM-143, microscopio óptico y microscopio electrónico de barrido (SEM) Hitachi S4800 en la Universidad de Valencia. Para poder observar las espículas y las gemoscleras se prepararon mediante el protocolo de Volkmer-Ribeiro & Turcq (1996). Una vez aisladas las espículas y las gemoscleras, se recubrieron con oro-paladio para observarlas al SEM. La morfología de las gemoscleras representa el criterio taxonómico más importante, en particular de los espongiólidos que carecen de verdaderas microscleras (Penny & Racek 1968).

Todo el material estudiado está depositado en el Museo de la Universidad de Valencia de Historia Natural (MUVHN) en Burjassot (España) con el código: M[UV]JHN 3001.

Resultados

Los análisis físico-químicos realizados a pie de charcas (Tabla 1) nos indican que nos encontramos con unos ambientes que poseen aguas esencialmente neutras salvando Los Corrales (n°29) que sería ligeramente básica con un valor de pH de 8,43. La concentración de oxígeno es baja en general, llegando a aproximarse a la anoxia en La Bocana (n° 5). La conductividad eléctrica del agua

es inferior a los 400 $\mu\text{S/cm}$, siendo la más baja la charca del Huertón (n° 4) con 120 $\mu\text{S/cm}$. Estos encharcamientos, vinculados a la presencia de esponjas de agua dulce recolectadas en el presente estudio, se sitúan entre 12 y 36 m de altitud y de superficie muy variada cuyo rango se encuentra entre 0,25 ha y 1.261,1 ha. La profundidad del agua no superó los dos metros durante la campaña de julio de 2010.

El material examinado durante la identificación de los macroinvertebrados permitió aislar un centenar de gémulas con escasos restos de las colonias de poríferos, distribuidas en cuatro localidades que fueron positivas durante el muestreo de julio de 2010. Dichas localidades son las siguientes (numeración según Sasa *et al.* 2015): charca La Bocana (n.º 5: Costa Rica, 10°20' 55,4"N 85°16'48,8"W), charca de San Jorge Izapa (nº 28: Nicaragua, 12°16'59,9"N 86°43' 29,8"W), charca Los Corrales (nº 29: Nicaragua, 12°17' 13,4"N 86°43'09,8"W), laguna Palermo (nº 30: Nicaragua, 12°23'15,5"N 86°59'27,3"W). Además, nos parece interesante incluir la cita del insecto de la familia Sisyridae, *Sisyra apicalis* Banks, 1908 por estar vinculado al ciclo de las esponjas de agua dulce (Penny 1981). Esta especie se localizó en Huertón (Palo Verde, n° 4: Costa Rica) en ausencia de espongiólido. En el mismo sentido, queremos hacer notar la presencia del anélido de la familia Naididae, *Aulophorus vagus* Leidy, 1880 por presentar cuatro gémulas entre los materiales que componen la estructura del tubo de alojamiento construido por el ejemplar. La especie se encontró en Los Corrales (nº 29: Nicaragua), un ambiente en el que se detectaron dos esponjas. La identificación de los Porifera se realizó principalmente según los criterios de Calheira & Pinheiro (2016) y Manconi & Pronzato (2016), con los que se determinaron tres especies que citaremos más abajo. La identificación de *A. vagus* se efectuó con la clave de Gaviria (1993) y la de *S. apicalis* con las de Poirrier & Arceneaux (1972) y

Código	Lugar	Prof	Área	Alt	pH	O ₂	Cond	Hábitat	Porifera	Annelida	Neuroptera
4-S	Huertón-CR	0,7	1267,1	12,0	6,95	1,0	0,12	Charca-TRLB	¿?		<i>Sisyra apicalis</i>
5-S	La Bocana-CR	2,0	331,21	15,7	6,89	0,1	0,28	Charca-TRLB	<i>C. heterosclera</i> <i>R. crateriformis</i>		
28-S	San Jorge2-N	1,5	0,25	31,0	7,63	5,3	0,40	Charca-RON	<i>C. heterosclera</i>		
29-S	Los Corrales-N	1,5	0,83	36,0	8,43	5,5	0,21	Charca-RON	<i>C. heterosclera</i> <i>R. cerebellata</i>	<i>Aulophorus vagus</i>	
30-P	Palermo-N	2,0	10,40	20,0	6,58	6,0	0,15	Lago-RON	<i>C. heterosclera</i>		

Tabla 1. Variables físico-químicas analizadas durante el estudio. **Prof:** profundidad máxima (m); **Área:** superficie en ha; **Alt:** altitud msnm; **O₂:** oxígeno disuelto (mg/L); **Cond:** conductividad (mS/cm).

Table 1. Physicochemical variables analysed during the study. **Prof:** maximum depth (m); **Área:** area in ha; **Alt:** altitude MASL; **O₂:** dissolved oxygen (mg/L); **Cond:** conductivity (mS/cm).

Bowles (2006). A continuación, aportamos la identificación sistemática de las especies identificadas.

Porifera, Demospongiae, Spongillidae

Radiospongilla cerebellata (Bowerbank, 1863)

(Fig. 2A-F)

Spongilla cerebellata Bowerbank, 1863

Radiospongilla cerebellata Penny & Racek, 1968

Nicaragua: Charca Los Corrales (n° 29), 14-VII-2010, 12 gémulas y restos de esponjas.

Diámetro de las gémulas (Fig. 2A): mínimo: 480 μm -(media: 492,1 μm)-máximo: 504,5 μm ; SD9 (para 9 gémulas): 8,5 μm . Longitud de las gemoscleras (Figs. 2B a 2E): 86,3 μm -(91,2 μm)-96,6 μm (SD19: 4,1 μm). Gemoscleras insertadas en dos capas, una interna con disposición radial de las escleras y otra externa con distribución tangencial de las mismas sobre la gémula (Figs. 2A y 2B). Las megascleras son totalmente lisas (Fig. 2F).

Distribución: India (Bowerbank 1863), África, subcontinente Indo-Paquistaní, Indonesia, Filipinas, Nueva Guinea, Rusia y China (Penny & Racek 1968), Texas (Poirrier 1972, Hooper & van Soest 2002) y Nicaragua (este documento).

Radiospongilla crateriformis (Potts, 1882)

(Fig. 2G-H)

Meyenia crateriforma Potts, 1882

Radiospongilla crateriformis Penny & Racek, 1968

Costa Rica: Guanacaste, Parque Natural de Palo Verde, Cuenca del río Tempisque, Charca Bocana (n° 5), 18-IX-2010, 6 gémulas.

Diámetro de las gémulas (Fig. 2G): 189,6 μm -(291,63 μm)-352,7 μm (SD6: 58,84 μm). Longitud de las gemoscleras (Fig. 2H): 59,3 μm -(72,93 μm)-87,4 μm (SD17: 9,04).

Distribución: Estados Unidos (Potts 1882), Canadá (Ricciardi 1992, Ricciardi & Reiswig 1993), Australia (Reiswig *et al.* 2010), Sureste de Asia, incluyendo Japón y China (Manconi *et al.* 2013) y Centroamérica: Barbados (Bass & Volkmer-Ribeiro 1998), Cuba (Manconi & Pronzato 2005), Costa Rica (Volkmer-Ribeiro & Machado 2009), México (Nicacio *et al.* 2011) y Nicaragua (Rueda & Mesquita-Joanes 2016).

Corvoheteromeyenia heterosclera (Ezcurra de Drago, 1974)

(Fig. 3)

Costa Rica: Charca Bocana (n° 5), 2.VII.2010, 57 gémulas y restos de ejemplares. **Nicaragua:**

charca San Jorge Izapa (n° 28), 14-VII-2010, 15 gémulas; charca Los Corrales (n° 29), 14-VII-2010, 17 gémulas y restos; Laguna Palermo (n° 30), 14-VII-2010, 8 gémulas.

Diámetro de las gémulas (Figs. 3A y 3B): 350 μm -(408,5 μm)-447,5 μm (SD16: 30,9 μm). Longitud de las gemoscleras (Figs. 3C a 3E): 49,8-(67,5)-88,7 μm (SD29: 8,75 μm). Gemoscleras birrotuladas insertadas radialmente en las gémulas observándose únicamente las cabezas (Figs. 3A, 3B y 3F). Longitud microscleras acanthoexas (Figs. 3G y 3H): 57,1-(94,5)-109,9 μm (SD4: 25,1 μm).

Primera cita con tres localidades para Nicaragua y nueva localidad para Costa Rica.

Distribución: Argentina, Brasil (Volkmer-Ribeiro *et al.* 1998, Nicacio & Pinheiro 2015, Pinheiro *et al.* 2015), Costa Rica (Volkmer-Ribeiro & Machado 2009, Pinheiro, Silva & Calheira 2015), Curaçao (Debrot & van Soest 2001, Manconi & Pronzato 2007), Nicaragua (este documento) y Venezuela (Volkmer-Ribeiro & Pauls 2000).

Annelida, Clitellata, Naididae

Aulophorus vagus Leidy, 1880

(Fig. 4A a 4D)

Costa Rica: Guanacaste, Parque Natural (PN) de Palo Verde, Torre 1 (n° 1), 15-IX-2010, 12 ejemplares, 1-I-2011, 2 ejs.; Lázaro (n° 2), 27-VI-2010, 1 ej., 18-IX-2010, 1 ej., 15-I-2011, 4 ejs.; Torres 2 (n° 3), 15-IX-2010, 9 ejs., 15-I-2011, 12 ejs.; charca Huertón (n° 4), 10-VI-2011, 5 ejs.; Laguna Nicaragua (n° 6), 18-IX-2010, 5 ejs.; Piedra Hueca (n° 7), 18-IX-2010, 3 ejs., 15.I.2011, 4 ejs.; charca Sainalosa (n° 12), 25-IX-2010, 5 ejs.; charca Las Brisas (n° 13), 30-VI-2010, 8 ejs., 17-IX-2010, 4 ejs.; charca La Lagarta (n° 15), 15-I-2011, 2 ejs. **Nicaragua:** Cinta de Marañón Mata de cacao-1 (n° 17), 13-IX-2010, 12 ejs.; charca La Tonalá (n° 21), 24-IX-2010, 3 ejs.; Las Hormiguitas-2 (n° 23), 15-I-2011, 1 ej.; Puente (n° 26), 25-IX-2010, 2 ejs.; charca San Jorge-1 (n° 27), 25-IX-2010, 9 ejs.; charca Los Corrales (n° 29), 14-VII-2010, 3 ejs., uno de ellos con cuatro gémulas de las cuales una correspondió a la especie *R. cerebellata* y tres a *C. heterosclera*.

Esta especie se cita por primera vez para Costa Rica y Nicaragua.

Distribución: América del Norte y Trinidad (Walton 1906), Perú (Harman *et al.* 1988), Colombia (Gaviria 1993), Argentina, Brasil (Christoffersen 2007), Australia (Martin *et al.* 2016), Costa Rica y

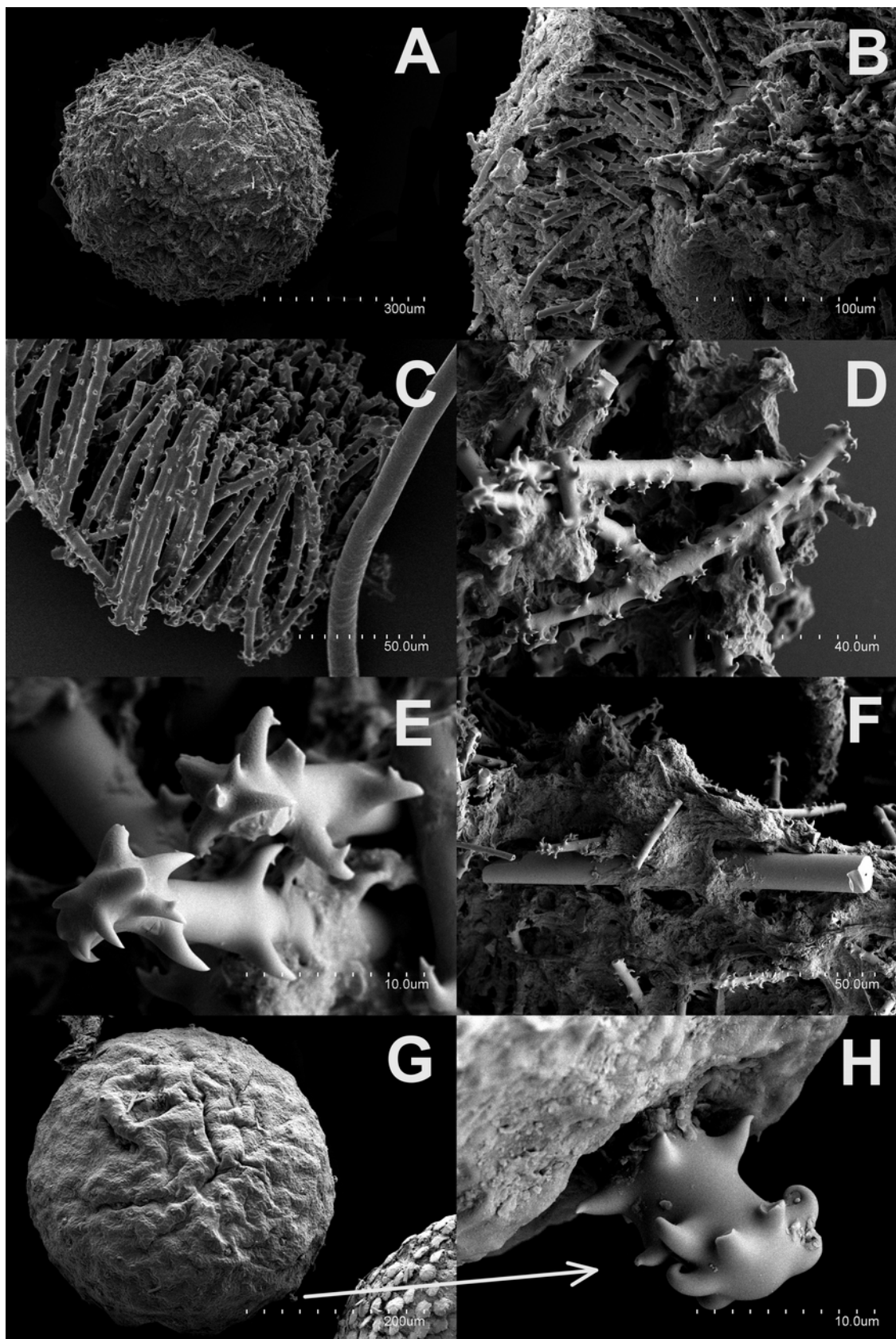


Figura 2. *Radiospongilla cerebellata*. **A:** gémula con gemoscleras tangenciales; **B:** capa gemular con gemoscleras tangenciales y radiales (sección); **C:** conjunto de gemoscleras; **D:** gemoscleras aisladas; **E:** punta y eje de gemosclera; **F:** superficie lisa de megasclera. *Radiospongilla crateriformis*. **G:** gémula; **H:** detalle de un extremo de gemosclera.

Plate 2. *Radiospongilla cerebellata*. **A:** gemmule with tangential gemmuloscleres; **B:** gemmular theca with tangential and radial gemmuloscleres (cross section); **C:** gemmuloscleres; **D:** isolated gemmuloscleres; **E:** gemmulosclere shaft and tip. *Radiospongilla crateriformis*. **F:** smooth surface of megasclere, **G:** gemmule, **H:** tip of gemmulosclere.

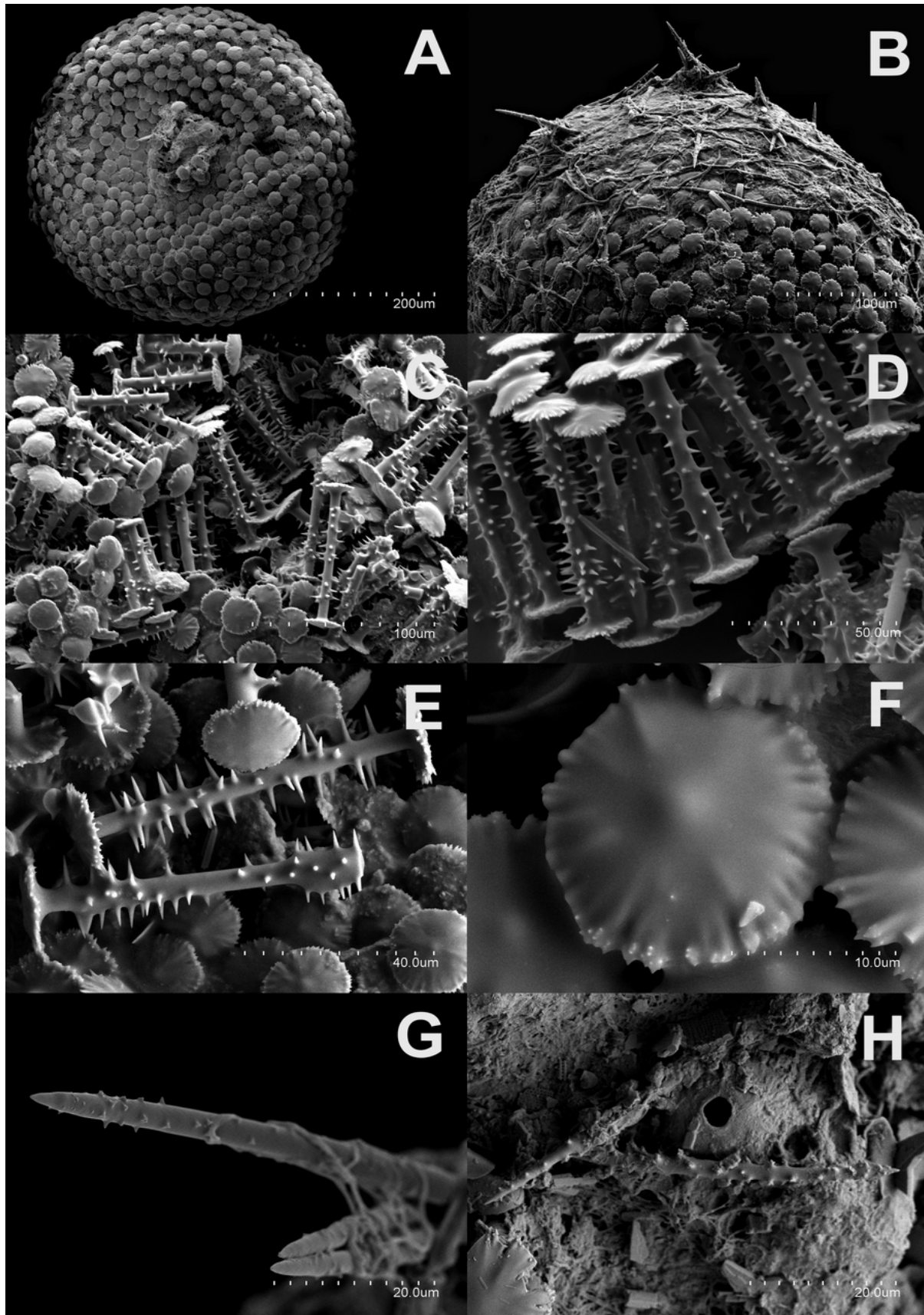


Figura 3. *Corvoheteromeyenia heterosclera*. **A:** gémula; **B:** microscleras acantoxeas sobre gémula; **C-E:** varias formas de gemoscleras birrótulas; **F:** cabeza de gemosclera; **G, H:** microscleras.

Figure 3. *Corvoheteromeyenia heterosclera*. **A:** gemmule; **B:** acanthocean microscleres on gemmule; **C-E:** various shapes of birrotule gemmulo-scleres; **F:** head of gemmulo-sclere; **G, H:** acanthocean microscleres.

Nicaragua (este documento).

Arthropoda, Insecta, Neuroptera, Sisyridae

Sisyra apicalis Banks, 1908

(Figs. 4E a 4H)

Costa Rica: Guanacaste, Parque Natural (PN) de Palo Verde, charca Huertón (n° 4), 15-IX-2010. 1 larva.

La larva posee branquias abdominales (Fig. 4F). Las tres setas del 5° tubérculo abdominal lateral están dispuestas con dos sésiles y otra sobre una proyección central (Fig. 4G) (Poirrier & Arceneaux 1972). Se caracteriza por no existir ninguna proyección en los primeros apéndices branquiales (Fig. 4H).

Distribución: Estados Unidos, Cuba y Panamá (Parfín & Gurney 1956), Brasil (Penny 1981), Perú (Flint 2006), Guatemala, Surinam y Uruguay (Bowles 2015), Honduras (Monserrat 2005) y Costa Rica (Penny 2002, Monserrat 2005).

Discusión

Radiospongilla cerebellata es una especie que muestra una amplia distribución mundial. Se conoce de las regiones tropicales y sub-tropicales de África, del subcontinente Indo-Paquistaní (Bowerbank 1863), Indonesia, Filipinas, Nueva Guinea, Rusia y China (Penny & Racek 1968, Hooper & van Soest 2002). Ha sido identificada también en Texas (Poirrier 1972) y Tennessee (USA) (Kunigelis & Copeland 2014). Sin embargo, las estructuras de las gemoscleras presentadas por Kunigelis & Copeland (2014: 1295, Fig. 1A) para los ejemplares recolectados en Tennessee (USA) difieren de las que se observan en Saller (1990: 296, Fig. 1B), Mobley (2010: 30, Fig. 4) y en Manconi & Pronzato (2016: 58, Fig. 3.10: H); todas estas últimas son morfológicamente similares a los ejemplares observados en este trabajo. Por otro lado, Manconi & Pronzato (2016) indican que la cita del Neártico reportada por Poirrier & Arceneaux (1972) para Texas (USA), a pesar de coincidir con la descripción de Penney & Racek (1968), sin aportar descripción ni rasgos diagnósticos, se aleja especialmente de su distribución tropical y subtropical. Además, la figura presentada por Kunigelis & Copeland (2014: 1295, Fig. 1A) se asemeja especialmente a la de Manconi & Pronzato (2016: 61, Fig. 3.13: G), perteneciendo probablemente a *Spongilla lacustris* (Linnaeus, 1759) o a *Spongilla alba*

Carter, 1849 (Manconi & Pronzato 2016: 62, Fig. 3.14: J). Bowerbank (1863) ya indicaba que la especie se podría confundir con *S. alba*. Los autores del presente manuscrito pudieron llegar a la misma conclusión (Fig. 2E). *S. alba* ofrece una microsclera que no está presente en *R. cerebellata* (Manconi & Pronzato 2016). En el caso que nos ocupa de la cita de Nicaragua, permitiría establecer su presencia en la región Neotropical, pasando a ser la primera cita para el mencionado país y ampliarse a cuatro las especies del género *Radiospongilla* para el Neotrópico: *Radiospongilla amazonensis* Volkmer-Ribeiro & Maciel, 1983, *R. crateriformis*, *Radiospongilla inesi* Nicacio, Severi & Pinheiro, 2011 y *R. cerebellata*. Esta última es una especie que podría considerarse invasora según Blottière (2017). Con la aportación de *R. cerebellata* en este presente trabajo, aumenta la diversidad de *Radiospongilla* en el Neotrópico y pondría fin a la deslocalización de la especie fuera del trópico según Manconi & Pronzato (2016).

El material estudiado de *R. crateriformis* se ajustan a la redescipción aportada por Volkmer-Ribeiro & Machado (2009) al citar por primera vez la especie para Costa Rica. Para Nicaragua, la primera cita es más reciente, se debe a su descubrimiento en el río Aposento, a su paso por el Jardín Botánico Ambiental (JBA) de León por Rueda & Mesquita-Joanes (2016). Sobre la superficie de la gémula no se suelen observar ninguna gemoscleras salvo algunas excepciones en que hayan atravesado la capa superior del esqueleto (ver Fig. 2G y 2H). El tamaño de las gémulas, así como el de las gemoscleras, es similar al de las esponjas que se encontraron en Nicaragua durante el año 2016 (Rueda & Mesquita-Joanes, 2016). Al igual que en el estudio de 2010-11, Volkmer-Ribeiro & Machado (2009) han encontrado *R. crateriformis* y *C. heterosclera* en diferentes puntos del río Cua-jiniquil del Sector de Santa Rosa en Costa Rica. En el caso que nos ocupa, se encuentran asociadas en la misma charca “La Bocana” del Parque Natural de Palo Verde (Tabla 1).

Corvoheteromeyenia es un género endémico de la región neotropical. Brasil ha situado en su lista roja a la especie *C. heterosclera* junto con otras tres (Amaral *et al.* 2008). El género incluye tres especies: *Corvoheteromeyenia australis* (Bonetto & Ezcurra de Drago, 1966), *C. heterosclera* y *Corvoheteromeyenia sanidastosclera* Pinheiro, Silva & Calheira, 2015. Ésta última, según Pinheiro *et al.* (2015) podría ser el producto de

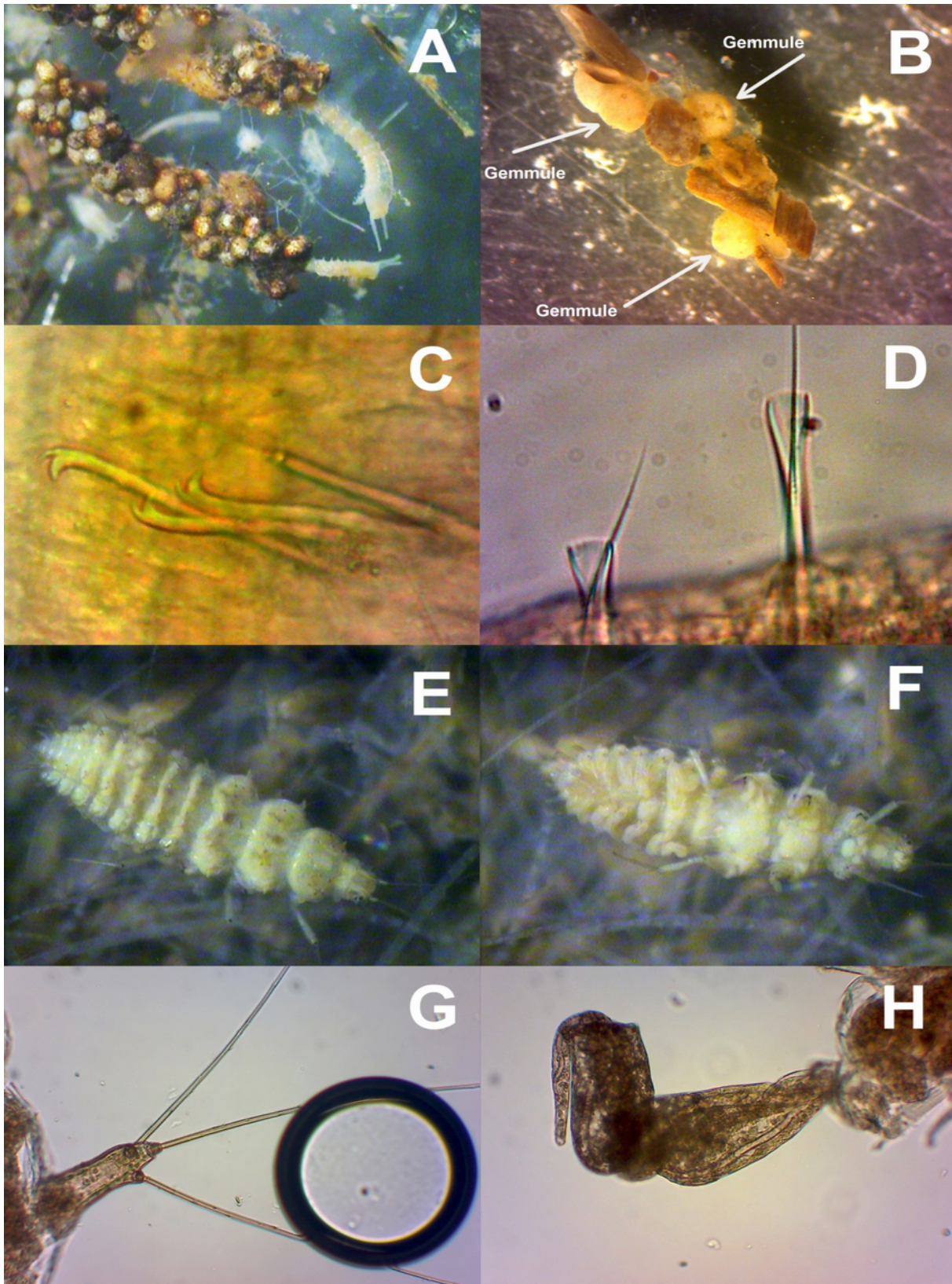


Figura 4. *Aulophorus vagus*. **A:** visión general; **B:** tubo con gémulas; **C:** setas bífidas; **D:** setas palmeadas. *Sisyra apicalis*. **E:** visión dorsal; **F:** visión ventral; **G:** 5º tubérculo abdominal; **H:** branquia del primer par abdominal (ausencia de apéndice).

Figure 4. *Aulophorus vagus*. **A:** general view; **B:** tube with gemmules; **C:** bifid chaetae; **D:** palmate chaetae. *Sisyra apicalis*. **E:** dorsal view; **F:** ventral view; **G:** fifth lateral abdominal tubercle; **H:** first abdominal gill of 3rd instar (absence of appendage).

malformaciones de las gemoscleras de *C. heterosclera* debido a la contaminación del entorno por metales pesados a pesar de haber encontrado un 100% de gemoscleras del tipo sanidaster. Sin embargo, no creen que esta morfología de las gemoscleras puedan ser el resultado de dicha exposición a químicos (Pinheiro *et al.* 2015).

Según la clave de las especies del género, Calheira & Pinheiro (2016: 372) establecen que *C. heterosclera* se separa de las otras dos (*C. australis* y *C. sanidastosclera*), por poseer microscleras acanthoxeas.

La morfología de los ejemplares recolectados en el presente trabajo es similar a los de Volkmer-Ribeiro & Machado (2009). Nuestras gemoscleras poseen una longitud media ligeramente más corta aunque hemos observado la existencia de, al menos, dos longitudes diferentes dentro de la compleja estructura de las gémulas por lo que tal vez pudiera ser la razón de nuestras mediciones. Este hecho ya lo comenta Ezcurra de Drago (1974). Sin embargo, dicho autor no separa las gemoscleras en dos categorías considerando que se debe a variaciones de las mismas. De las dos microscleras existentes en esta esponja, sólo hemos observado las más grandes de ellas que poseen pequeñas espinas (acanthoxeas) y con espinas más grandes en la parte media, y que coinciden con las medidas aportadas por los autores mencionados anteriormente. No hemos encontrado microscleras pseudobirrótulas que poseen diminutos ganchos en sus dos extremos (Volkmer-Ribeiro & Machado 2009: 342, Fig 28). Tal vez, esto se deba a la escasa cantidad de esponja recolectada en las muestras, ya que todo el material se basa principalmente en gémulas.

Aulophorus vagus se caracteriza por poseer una fosa con un par de lóbulos branquiales, dos largos palpos divergentes (Fig. 4A), segmentos ventrales II a VII con 7 a 14 setas por haz (Brinkhurst 1986) y cada cual con el diente superior más largo que el inferior. Los segmentos siguientes, del VIII en adelante, poseen el diente inferior más corto y robusto que el superior (Fig. 4C) y setas dorsales palmeadas (Fig. 4D) o en forma de pala (Vaillant 1890), y con dientes ventrales intermedios (Brinkhurst & Jamieson 1971). Construye un delgado tubo hialino, cubierto con hojas muertas de *Lemna* L., estatoblastos de Bryozoa de agua dulce cementados entre sí, conchas de *Arcella* Ehrenberg, 1832, o pequeñas piezas de casi cualquier cosa (Fig. 4A), que pueda estar flotando en la superficie del agua donde vive (Brode, 1898) o

que arrastra de la misma manera que una larva de Trichoptera (Walton 1906). Leidy (1880), en la descripción del organismo, hace mención a dicha construcción de la siguiente manera: “*Viviendo en un tubo de su propia construcción que arrastra con él. El tubo se compone de un cemento o base transparente incorporado con diversos materiales, tales como partículas vegetales, arena, suciedad, diatomeas, espículas de esponjas, etc.*” Con lo observado en el presente estudio, podemos añadir la utilización de gémulas de esponjas como material de construcción (Fig. 4B). Encontramos una nueva forma de asociación y dispersión por desplazamiento de gémulas a través de los movimientos que realiza el oligoqueto además de los que se producen de forma pasiva. Hasta la fecha, Volkmer-Ribeiro & Machado (2009) habían detectado diferentes asociaciones con el bivalvo de la familia Sphaeriidae, *Eupera cubensis* (Prime, 1865), y con varias especies de briozoos *Plumatella* Lamarck, 1816 y *Fredericella browni* (Rogick, 1941). Dichas asociaciones se detectaron en Guanacaste (Costa Rica) con *Trochospongilla variabilis* Bonetto & Ezcurra de Drago, 1973, *Corvoheteromeyenia heterosclera*, *Radiospongilla crateriformis* y *Spongilla cenota* Penny & Racek, 1968 (Volkmer-Ribeiro & Machado, 2009). En el presente trabajo, dicha asociación se produce entre *C. heterosclera* y *R. cerebellata* y *A. vagus* en la charca “Los Corrales” de la provincia de León, al Noroeste de Nicaragua (Tabla 1) ya que éste último es portador de algunas gémulas de aquellas.

Sisyra apicalis pertenece a la familia Sisyridae, que cuenta con unas 45 especies (Penny 1981). Su nombre común en inglés es el de “*spongilla-flies*”, moscas de las esponjas (Heckman 2017). Es la única familia de Planipennia que posee larvas acuáticas y su relación con las esponjas es comensal (Old 1901) y/o parásita (Heckman 2017) de los géneros *Ephydatia* Lamouroux, 1816 (= *Meyenia* Carter, 1881) y *Spongilla* Lamarck, 1816 (Penny, 1981; Heckman, 2017). Según Poirrier & Arceneaux (1972), la familia Sisyridae parasitaria también *R. crateriformis*, *Heteromeyenia baileyi* (Bowerbanl, 1863), *Dosilia radiospiculata* (Mills, 1888) y *Eunapius igloviformis* (Potts, 1884). Lestage (1921) lo considera también parásito de algas filamentosas y de briozoos.

Fue recolectada una sola larva (Fig. 4E a 4H) en un medio en el que no se recolectaron ni esponjas ni gémulas y con presencia de *Plumate-*

lla sp. (Bryozoa: Phylactolaemata). Sin embargo, la no recolección de esponjas o de sus formas de resistencia no implica la ausencia de estas (Tabla 1), ya que dichas larvas de sisíridos se encuentran estrechamente vinculadas a ellas (Elliott 1977), sea por parasitismo (Heckman 2017) o por comensalismo (Old 1901). De hecho, pensamos que no sería excepcional recolectar alguna especie de porífero en la misma laguna o en el entorno de inundación de esta.

Penny (2002) y Monserrat (2005) citan esta especie en el Guanacaste, a 14 km de Cañas. Según Alonso-Eguía-Lis *et al.* (2014), se depositó un individuo en el Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica (MZUCR), recolectado sobre una esponja en un arroyo de una zona arroceras cercana al sitio citado anteriormente donde se recolectaron los adultos de esta especie por Penny (2002). De hecho, esto concuerda con nuestra localidad en el PN de Palo Verde, el cual se encuentra en la cuenca del río Tempisque y está conectado además a algunas zonas arroceras cercanas, sobre todo en época de lluvias. Monserrat (2005) propuso la sinonimización de *Sisyra nocturna*, por lo que añadiría Honduras a su distribución.

Con el presente trabajo, y teniendo en cuenta los anteriores de Volkmer-Ribeiro & Machado (2009) y Rueda & Mesquita-Joanes (2016), podemos concluir que las especies de esponjas presentes en Costa Rica incluyen *R. crateriformis*, *T. variabilis*, *S. cenota* y *C. heterosclera*, y en Nicaragua se han citado hasta la fecha *R. cerebellata* (siendo esta la primera cita para el Neotrópico), *R. crateriformis* y *C. heterosclera*. Considerando que los estudios sobre poríferos en ambos países siguen siendo escasos, es probable que con un mayor esfuerzo de muestreo en el futuro se pueda ampliar el conocimiento sobre su diversidad en la zona.

Agradecimientos

Esta investigación ha estado financiada principalmente por los proyectos de la AECID A1024073/09 y A/031019/10 del Ministerio Español de Asuntos Exteriores, y parcialmente por el proyecto METACOM-SET, CGL2016-78260-P, financiado por la Agencia Estatal de Investigación (AEI) del Ministerio Español de Economía, Industria y Competitividad y al Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) de la Unión Europea.

Agradecemos también la ayuda prestada por todos los compañeros miembros del proyecto AECID en los muestreos y por el Servicio de Microscopía del SCSIE de la Universidad de Valencia por su apoyo en la obtención de fotografías con el SEM. Se agradece al Profesor Martínez-Ansemil la ayuda prestada para poder identificar los ejemplares de *Aulophorus vagus* y también las sugerencias aportadas por los revisores anónimos.

Referencias

- Alonso-Eguía-Lis P, Mora JM, Campbell B & Springer M. 2014. Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados dulceacuícolas de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico. Jiutepec, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Amaral ACZ, Volkmer-Ribeiro C, Dreher-Mansur MC, Barbosa dos Santos S, Palva-Avelar WE, Matthews-Cascon H, Pereira-Leite FP, Schmidt de Melo GA, Alves-Coelho P, Bond-Buckup G, Buckup L, Rezende-Ventura CR & Gonçalves-Tiago C. 2008. A situação de ameaça dos invertebrados acuáticos no Brasil. En Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção: invertebrados acuáticos (Machado ABM, Drummond GM & Paglia AP, eds.) Vol I. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Annandale N. 1907. Notes on the freshwater fauna of India. 9. Descriptions of new freshwater sponges from Calcutta with a record of two known species from the Himalayas, and a list of the Indian forms. Journal Proceedings Asiatic Society Bengal 3: 15-26.
- Annandale N. 1909. Report on a collection of freshwater sponges from Japan. Annotationes zoologicae japonenses 7: 105-112.
- Annandale N. 1911. Freshwater sponges, hydroids and Polyzoa. London: Taylor & Francis.
- Annandale N. 1916. Freshwater sponges from the T'ai Hu (Great Lake) of the Kiangsu Province, China. Journal of the North China Branch of the Royal Asiatic Society 47: 49-52.
- Annandale N & Kawamura T. 1916. The sponges of Lake Biwa. Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo 39: 1-27.
- Bass D. & Volkmer-Ribeiro C. 1998. Radiospongilla crateriformis (Porifera: Spongillidae) in the West Indies and taxonomic notes. Iheringia, Série Zoologia 85: 123-128
- Blottière D. 2017. Radiospongilla cerebellata: une éponge exotique dulcicole récemment découverte sur l'Île de la Réunion, Cellule Scientifique et Technique, FD AAPPMA de la Réunion, 5 pp. Disponible en <http://www.gt-ibma.eu/decouverte-sur-lile-de-la-reunion-de-radio> (accedido el 17-7-17).
- Bousfield EC. 1887. The natural history of the genus Dero. Zoological Journal of the Linnean Society 20 (117): 91-107.
- Bowerbank JS. 1863. A monograph of the Spongillidae. Proceedings of the Zoological Society of London

- 440-472, pl. XXXVIII.
- Bowles DE. 2006. Spongillaflyies (Neuroptera: Sisyridae) of North America with a key to the larvae and adults. *Zootaxa* 1357: 1-19.
- Bowles DE. 2015. New distributional records for Neotropical spongillaflyies (Neuroptera: Sisyridae). *Insecta Mundi* 1-10.
- Brinkhurst RO. 1986. Guide to the freshwater aquatic microdrile oligochaetes of North America. Ontario: Fisheries and Oceans.
- Brinkhurst RO & Jamieson BGM. 1971. Aquatic Oligochaeta of the world. Edimburgo: Oliver & Boyd.
- Brode HS. 1898. A contribution to the morphology of *Dero vaga*. *Journal of Morphology*, 14: 141-180
- Calheira L & Pinheiro U. 2016. *Corvoheteromeyenia Ezcurra de Drago, 1979* (Spongillidae, Porifera): Genus review with proposal of neotype of *Corvoheteromeyenia heterosclera* (Ezcurra de Drago, 1974). *Zootaxa*, 4126 (3): 351-374.
- Carvalho JP. 1942. Ocorrência de *Ephydatia crateriformis* (Potts) na América do Sul. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo* 6: 267-283.
- Debrot AO & van Soest RWM. 2001. First Records of the Freshwater Sponges *Corvoheteromeyenia heterosclera* and *Spongilla alba* (Porifera: Spongillidae) from Curacao, with Species Descriptions and Data from Transplantation Experiments. *Caribbean Journal of Science* 37 (1-2): 88-94.
- Elliott JM. 1977. A key to British freshwater Magaloptera and Neuroptera with notes on their life cycles and ecology. *Freshwater Biological Association*.
- Ezcurra de Drago I. 1974. Las especies sudamericanas de *Corvomeyenia* Weltner (Porifera: Spongillidae). *Physis* B 33 (87): 233-240.
- Ezcurra de Drago I. 1979. Un nuevo género sudamericano de esponjas: *Corvoheteromeyenia* gen. nov. (Porifera Spongillidae). *Neotropica* 25 (74): 109-118.
- Flint OS. 2006. New species and records of Neotropical Sisyridae with special referente to *Sisyra* (Insect: Neuroptera). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 119 (2): 279-286.
- Gaviria EA. 1993. Claves para las especies colombianas de las Familias Naididae y Tubificidae (Oligochaeta, Annelida). *Caldasia* 17 (2): 237-248.
- Gee NG. 1931. A contribution towards an alphabetical list of the known freshwater sponges. *Peking Natural History Bulletin* 5 (1): 31-52.
- Greenberg AE, Clescerl LS & Eaton AD. 1992. Standard Methods for the examination o Water and Waste-water. Washington DC: APHA-AWWA-WEF.
- Harman WJ, Brinkhurst RO & Marchese M. 1988. A contribution to the taxonomy of the aquatic Oligochaeta (Naididae) of South America. *Canadian Journal of Zoology* 66: 2233-2242.
- Heckman CW (Edit). 2017. *Encyclopedia of South American aquatic insects: Illustrated keys to know families, genera, and species in South America: Neuroptera (including Megaloptera)*. Olympia, Washington: Springer-Verlag.
- Hooper JNA & van Soest RWM. 2002. *Systema Porifera: a guide to the classification of Sponges*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Kunigelis SC & Copeland JE. 2014. Identification of Isolated and in situ Freshwater Sponge Spicules of Eastern Tennessee Microscopy Microanalysis 20 (3): 1294-1295.
- Leidy J. 1880. Notice of Some Aquatic Worms of the Family Naides. *The American Naturalist* 14 (6): 421-425.
- Lestage JA. 1921. Sous-Famille II. Sisyrinae En Les larves et nymphes aquatiques des insectes d'Europe (Rousseau E, Lestage JA, & Schoteden H, eds.). Bruxelles: Office de Publicité, Anc. Établiss. J. Lebègue & cie, pp. 337-342.
- Manconi R & Pronzato R. 2002. Spongillina n. subord. Lubomirskiidae, Malawispongiidae n. fam., Metanidae, Metschnikowiidae, Palaeospongillidae, Potamolepiidae, Spongillidae. En *Systema Porifera: a guide to the classification of sponges vol 1* (Hooper JNA & van Soest RWM, eds.). New York: Kluwer Academic/ Plenum Publishers, pp. 921-1019.
- Manconi R & Pronzato R. 2005. Freshwater sponges of the West Indies: discovery of Spongillidae (Haplosclerida, Spongillina) from Cuba with biogeographic notes and a checklist for the Caribbean area. *Journal of Natural History* 39 (36): 3235-3253.
- Manconi R & Pronzato R. 2007. Gemmules as a key structure for the adaptive radiation of freshwater sponges: A morphofunctional and biogeographical study. En *Porifera Research: Biodiversity, Innovation, Sustainability* (Custódio MR, Lôbo-Hajdu G, Hajdu E & Muricy M eds.). Museu Nacional, Serie Livros 28: 61-77.
- Manconi R & Pronzato R. 2016. Phylum Porifera. En *Freshwater Invertebrates vol. II. Keys to Nearctic fauna* (Thorp J & Rogers DC, eds.). Amsterdam: Elsevier.
- Manconi R, Ruengsawang N, Vannachak V, Hanjavanit C, Sangpradub N & Pronzato R. 2013. Biodiversity in South East Asia: an overview of freshwater sponges (Porifera: Demospongiae: Spongillina). *Journal of Limnology* 72(s2): 313-326.
- Martin P, Martínez-Ansemil E, Pinder A, Timm T & Wetzel MJ. 2016. World checklist of freshwater Oligochaeta. Disponible en <http://fada.biodiversity-be/group/show/12> [accedido el 20.XII.2017].
- Mobley AS. 2010. The bacterial community of a freshwater sponge, *Radiospongilla cerebellata*: a comparison of terminal restriction fragment length polymorphisms (t-rflp) and 16s rRNA clone library methods. Tesis de Master of Science, University of Alabama at Birmingham, Birmingham, Alabama USA.
- Monserat VJ. 2005. Nuevos datos sobre algunas pequeñas familias de neurópteros (Insecta: Neuroptera: Nevrothidae, Osmylidae, Sisyridae, Dilaridae). *Heteropterus Revista de Entomología* 5: 1-26.
- Murillo R & Mora M. 1995. Presencia de *Ephydatia fluviatilis* (Porifera: Spongillidae) en Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 42(3): 761.
- Nicacio G & Pinheiro U. 2015. Biodiversity of freshwater sponges (Porifera: Spongillina) from northeast Brazil: new species and notes on systematics. *Zootaxa*, 3981 (2): 220-240.

- Nicacio G, Severi W & Pinheiro U. 2011. New species of *Radiospongilla* (Porifera: Spongillidae) from Brazilian inland waters. *Zootaxa* 3132: 56-63.
- Old MC. 1901. Observations on the Sisyridae (Neuroptera). *Papers of the Michigan Academy of Science, Arts and Letters* 17: 681-711.
- Parfin SI & Gurney AB. 1956. The spongilla-flies, with special reference to those of the western hemisphere (Sisyridae, Neuroptera). *Proceedings of the United States National Museum* 105 (3360): 421-529.
- Penney JT & Racek AA. 1968. Comprehensive revision of a worldwide collection of freshwater sponges (Porifera: Spongillidae). *United States Natural History Bulletin* 272: 1-184.
- Penny ND. 1981. Neuroptera of the Amazon Basin. Part 1. Sisyridae. *Acta Amazonica* 11 (1): 157-169.
- Penny ND. 2002. A guide to the lacewings (Neuroptera) of Costa Rica. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 53 (12): 161-457
- Pinheiro U, Silva C & Calheira L. 2015. Sanidaster in freshwater sponges: an unexpected spicule for the birotuled Genus *Corvoheteromeyenia* Ezcurra de Drago, 1979. *Zoosystema* 37 (3): 449-456.
- Poirrier MA. 1972. Additional records of Texas Freshwater sponges (Spongillidae) with the first record of *Radiospongilla cerebellata* (Bowerbank, 1863) from the western hemisphere. *Southwestern Association of Naturalists* 16 (3/4): 434-435.
- Poirrier MA & Arceneaux Y. 1972. Studies on Southern Sisyridae (Spongilla-flies) with a key to the third-instar larvae and additional sponge-host records. *The American Midland Naturalist* 88 (2): 455-458.
- Pinder AM & Brinkhurst RO. 1994. A preliminary guide to the identification of the microdrile Oligochaeta of Australian inland waters. Albury, Australia: Cooperative Research Center For Freshwater Ecology.
- Reiswig HM, Frost TM & Ricciardi A. 2010. *Porifera En Ecology and classification of North American freshwater invertebrates* (Thorp JM & Covich AP eds.). London: Academic Press. pp. 133-158.
- Rezvoj P. 1926. Note on freshwater sponges from Turkestan. *Comptes rendus (Doklady) de l'Académie des sciences de l'URSS Juin*: 107-110.
- Ricciardi A. 1992. Taxonomy, distribution and ecology of the freshwater sponges (Porifera: Spongillidae) and bryozoans (Ectoprocta) of Eastern Canada. Tesis Doctoral, McGill University, Montreal, Canada.
- Ricciardi A & Reiswig HM. 1993. Freshwater sponges (Porifera, Spongillidae) of Eastern Canada: taxonomy, distribution and ecology. *Canadian Journal of Zoology* 71: 665-682.
- Roush SA. 1999. Freshwater sponges (Porifera: Spongillidae) of the Guanacaste Conservation area, Costa Rica: a preliminary survey. En *Proceedings of the 5th International Sponge Symposium Origin and Outlook* (Hooper JH, ed.). *Memoirs of the Queensland Museum* 44: 540.
- Rueda J & Mesquita-Joanes F. 2016. Primera cita para Nicaragua de la esponja de agua dulce *Radiospongilla crateriformis* (Potts, 1882) (Porifera: Spongillidae). *Anales de Biología* 38: 103-107.
- Saller U. 1990. Formation and construction of asexual buds of the freshwater sponge *Radiospongilla cerebellata* (Porifera Spongillidae). *Zoomorphology*, 109: 295-301.
- Sasa M, Armengol J, Bonilla F, Mesquita-Joanes F, Piculo R, Rojo C, Rueda RM & Monrós JS. 2015. Seasonal wetlands in the Pacific coast of Costa Rica and Nicaragua: environmental characterisation and conservation state. *Limnetica* 34(1): 1-16.
- Vaillant ML. 1890. *Histoire naturelle des annelés marins et d'eau douce: lombriciens, hirudiniens, bdello-morphes, térétrulariens et planariens*. Paris: Roret 3 (2): 436.
- Van Soest RWM, Boury-Esnault N, Hooper JNA, Rützler K de Voogd NJ, Alvarez de Glasby B, Hajdu E, Pitera AB, Manconi R, Schoenberg C, Klautau M, Picton B, Kelly M, Vacelet J, Dohrmann M, Díaz MC, Cárdenas P, Carballo J L & Rios Lopez P. 2017. World Porifera database. Disponible en <http://www.marinespecies.org/porifera> (accedido el 2017-08-03)
- Volkmer-Ribeiro C & Machado V de S. 2009. Freshwater sponges (Porifera, Demospongiae) in a benthic filter feeding community at the Guanacaste Dry Forest, Costa Rica. *Iheringia, Serie Zoologica* 99(4): 335-344.
- Volkmer-Ribeiro C. & Maciel SB. 1983. New freshwater sponges from Amazonian waters. *Amazoniana* 8 (2): 255-264.
- Volkmer-Ribeiro C, Mansur MCD, Mera PS & Ross SM. 1998. Biological indicators in the aquatic habitats of the Ilha de Maracá. En *Maracá: The Biodiversity and Environment of an Amazonian Rainforest* (Milliken W & Ratter JA, eds.). Chichester: John Wiley, pp. 403-414.
- Volkmer-Ribeiro C & Pauls SM. 2000. Esponjas de agua dulce (Porifera, Demospongiae) de Venezuela. *Acta Biológica Venezolana* 20 (1): 1-28
- Volkmer-Ribeiro C & Turcq B. 1996. SEM analysis of silicious spicules of a freshwater sponge indicate paleoenvironmental changes. *Acta Microscópica* 5: 186-187. Suplemento B.
- Walton LB. 1906. Naididae of Cedar Point, Ohio. *The American Naturalist* 40 (478): 683-706.
- Weber M. 1890. *Spongillidae des Indischen Archipels. Zoologische Ergebnisse einer reise in Niederländisch Ost-Indien*. Amsterdam: University of Amsterdam.
- Weltner W. 1895. *Spongillidenstudien III. Katalog und Verbreitung der bekannten Süßwasserschwämme*. *Archiv für Naturgeschichte* 61 (1): 114-144.
- Weltner W. 1913. *Süßwasserschwämme (Spongillidae) der Deutschen Zentral Afrika-Expedition 1907-1908. Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Zentralafrika-Expedition 1907-1908* 4: 475-485.