

CATÁLOGO TAXONÓMICO DE LOS OSITOS DE AGUA (TARDIGRADA) DE LA CUENCA BAJA DE LOS RÍOS MANZANARES Y GAIRA, SANTA MARTA, COLOMBIA

Martín Caicedo¹, Rosana Londoño², Sigmer Quiroga³

Resumen

Los tardígrados son un grupo de micrometazoos pobremente estudiados en Colombia. Su conocimiento se limita a unos pocos trabajos taxonómicos realizados principalmente en la región Andina del país. Con el objetivo de incrementar el conocimiento de su distribución y diversidad, en este trabajo se presenta un catálogo taxonómico, una clave para la identificación de géneros y los registros fotográficos de las especies encontradas en la parte baja de las cuencas de los ríos Manzanares y Gaira, Santa Marta. 215 especímenes fueron encontrados en muestras de musgos, hepáticas y líquenes sobre rocas y cortezas de árboles. 13 especies fueron identificadas, pertenecientes a ocho géneros de las familias Echiniscidae, Macrobiotidae, Milnesiidae e Isohypsibidae. El género *Calcarobotus* y las especies *Doryphoribius quadrituberculatus* y *Milnesium katarzynae* son registrados por primera vez para Colombia.

Palabras clave: tardígrados, Sierra Nevada de Santa Marta, biodiversidad.

TAXONOMIC CATALOGUE OF WATER BEARS (TARDIGRADA) IN THE MANZANARES AND GAIRA DOWNSTREAM RIVERS, SANTA MARTA, COLOMBIA

Abstract

Tardigrades are a group of poorly studied micrometazoans in Colombia. Its knowledge is limited to few taxonomic surveys carried out mainly in the Andean region of the country. With the aim of increasing the knowledge about its distribution and biodiversity a taxonomic checklist, a taxonomic key for genera, and photographic records of tardigrades from the lower Manzanares and Gaira river basins are presented in this work. 215 specimens were found in samples of mosses, liverworts, and lichens on rocks and tree bark. 13 species belonging to eight genera and to the families Echiniscidae, Macrobiotidae, Milnesiidae and Isohypsibidae were identified. The genus *Calcarobotus* and the species *Doryphoribius quadrituberculatus* and *Milnesium katarzynae* are recorded for the first time in Colombia.

Key words: tardigrades, Sierra Nevada de Santa Marta, biodiversity.

¹ FR: 27-VI-2013. FA: 11-IV-2013

¹ Estudiante Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Magdalena. Carrera 32 No. 22 – 08, Santa Marta, Colombia.

² Biólogo. B.Sc. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Magdalena. Carrera 32 No. 22 – 08, Santa Marta, Colombia.

³ Biólogo Marino. Ph.D. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Magdalena. Carrera 32 No. 22 – 08, Santa Marta, Colombia.

Autor de correspondencia: E-mail: sigmerquiroga@unimagdalena.edu.co; Tel. (5) 4301292/4217940 ext. 242/1120, Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Magdalena. Carrera 32 No. 22 – 08, Santa Marta, Colombia.

CÓMO CITAR:

CAICEDO, M., LONDOÑO, R. & QUIROGA, S., 2014.- Catálogo taxonómico de los ositos de agua (Tardigrada) de la cuenca baja de los ríos Manzanares y Gaira, Santa Marta, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 18 (1): 197-209.

INTRODUCCIÓN

Los tardígrados, conocidos como ositos de agua, son un phylum de micro-metazoos hidrófilos con tallas que oscilan entre 50 y 1200 μm . Poseen un cuerpo cilíndrico dividido en cinco segmentos, cuatro pares de patas lobopodiales armadas con garras o discos, y una cutícula externa que mudan periódicamente (NELSON, 2001). Desde su descubrimiento en 1773, se han registrado más de 1100 especies que se encuentran distribuidas en diversos ambientes terrestres, dulceacuícolas y marinos (BERTOLANI & GRIMALDI, 2000; NELSON, 2001). Son importantes en los ecosistemas como controladores de poblaciones de otros organismos, y como un grupo indicador de alteraciones ambientales (CLEGG 2001; SÁNCHEZ-MORENO *et al.*, 2008). Un aspecto de los tardígrados que ha despertado su interés en campos como la bioquímica y la farmacéutica (CLEGG, 2001; SCHILL *et al.*, 2009) es la capacidad que tienen para alcanzar el estado de criptobiosis, haciéndolos resistentes a temperaturas extremas, desecación, cambios osmóticos, disminución de oxígeno, químicos tóxicos, presión e incluso a la radiación ionizante del espacio (JÖNSSON, 2007; SCHILL *et al.*, 2009).

El phylum Tardigrada comprende dos clases válidas, Heterotardigrada y Eutardigrada (NELSON, 2002). Los primeros presentan una cutícula engrosada, a veces dividida en placas, y numerosos cirros o papilas; los eutardígrados poseen una cutícula delgada, a veces labrada, y la mayoría de las especies carecen de órganos sensoriales (RAMAZZOTTI & MAUCCI, 1983). La identificación de los tardígrados se realiza con base en caracteres morfométricos tales como la morfología de las uñas o garras, conformación del aparato bucal, presencia de estructuras sensoriales como cirros, papilas o lamelas, labrado de la cutícula, presencia de placas cuticulares y, en algunos géneros, la ornamentación de los huevos (NELSON, 2001; PILATO & BINDA, 2010; RAMAZZOTTI & MAUCCI, 1983).

En Colombia este phylum ha sido uno de los grupos de metazoos menos estudiados. Se ha registrado un total de 32 especies, pertenecientes a 16 géneros, para los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Santander, Tolima, Arauca y Cauca (MEYER, 2013). Esta investigación se convierte en la primera realizada para la región Caribe de Colombia y contribuye al conocimiento de la biodiversidad del país. Se incluye un catálogo con las 13 especies encontradas en la cuenca baja de los ríos Gaira y Manzanares (SNSM) y una clave taxonómica para la identificación de géneros que será útil en futuras investigaciones.

METODOLOGÍA

Área de estudio: las muestras fueron colectadas en la parte baja de los ríos Manzanares y Gaira, micro-cuencas que se originan en la vertiente noroccidental de la SNSM. El río Manzanares se encuentra entre los 11°07'22" N 74°01'14" W y 11°14'27" N 74°12'25" W (DE ARCO & DE LEÓN, 2006). El transecto muestreado se ubicó en el sector de Bonda, entre los 46 y 80 m.s.n.m.; adicionalmente, dos muestras fueron colectadas a 192 m.s.n.m.

El río Gaira se ubica entre los 11°52'56" 74°01'07" W y 11°10'08" N 74°46'22" W (GUTIÉRREZ, 2009) (Figura 1); el transecto muestreado se localizó en el sector

de Puerto Mosquito, entre 22 y 33 m.s.n.m. La región presenta un régimen de precipitaciones que se ajusta a un patrón monomodal, con lluvias que empiezan en abril y terminan en octubre (GUTIÉRREZ, 2009; MANJARRÉS-GARCÍA & MANJARRÉS-PINZÓN, 2004).

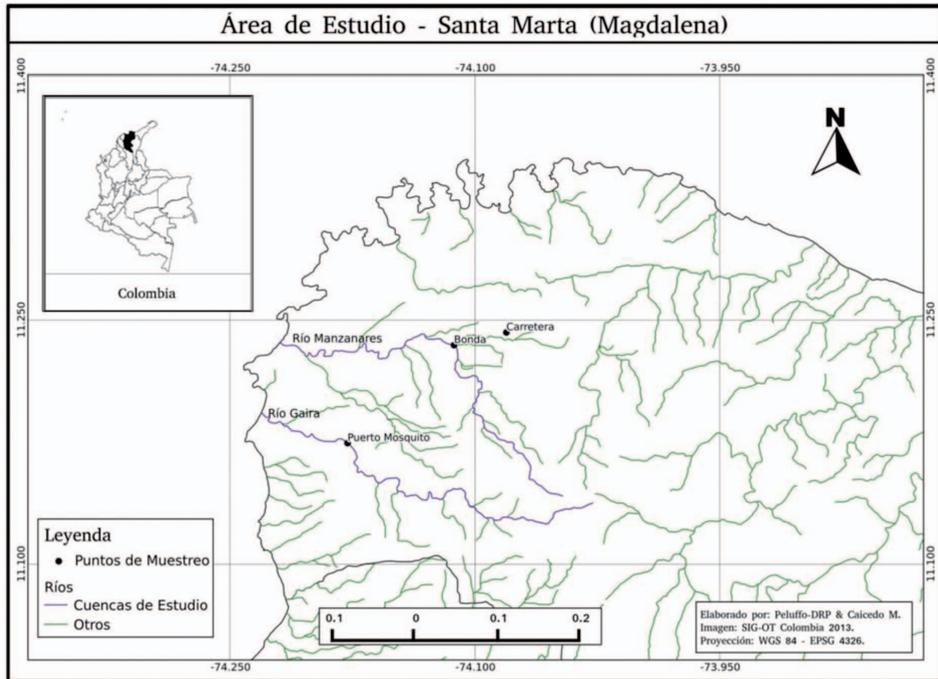


Figura 1. Mapa del área de estudio. Se indican las zonas de colecta en las riberas de los ríos Manzanares y Gaira, en los sectores de Bonda y Puerto Mosquito, respectivamente.

Colecta e identificación del material biológico: se colectaron 53 muestras en el río Manzanares y 34 en el río Gaira. Las muestras consistieron en briofitos y líquenes, encontrados sobre sustratos arbóreos y rocosos, que fueron guardados en bolsas de papel para su secado y almacenamiento. Las muestras fueron pesadas, posteriormente rehidratadas y se hicieron inspecciones a las 24 y 48 horas, con un estereoscopio Zeiss Stemi DV4, para aislar los especímenes que fueron montados directamente en portaobjetos con medio de Hoyer. Para la identificación, los ejemplares fueron observados y fotografiados en un microscopio de contraste de fase Zeiss AxioLab 1 y una cámara AxioCam ERc 5s. Se utilizaron las claves taxonómicas de NELSON (2001), RAMAZZOTTI & MAUCCI (1983), y PILATO & BINDA (2010), además de literatura especializada de géneros que han sido revisados en las últimas décadas (BERTOLANI & REBECCHI, 1993; CLAXTON, 1998; MICHALCZYK & KACZMAREK, 2010; MICHALCZYK *et al.*, 2012). Los micropreparados fueron depositados en el Centro de Colecciones de la Universidad del Magdalena (CBUM).

Las medidas morfométricas fueron tomadas de acuerdo con lo sugerido por PILATO (1981) y TUMANOV (2006). Todos los datos morfométricos fueron procesados

usando la plantilla versión 1.0 del orden Aporchela y las familias Echiniscoidea, Hypsibioidea, Isohypsibioidea y Macrobiotidea, disponibles en “Tardigrada Register” (www.tardigrada.net/register).

La identificación de los micro-hábitats (musgo, líquenes y hepáticas) se realizó con la ayuda de personal experto y con las claves taxonómicas de URIBE & AGUIRRE (1997) y CHURCHILL & LINARES (1995).

RESULTADOS

Se encontraron 215 especímenes. De estos, 18 solo fueron identificados hasta la categoría de familia debido a la posición en la que quedaron los ejemplares en el montaje, 13 Macrobiotidae, cuatro Isohypsibiidae y un Echiniscidae, Los 197 restantes pertenecieron a 13 especies de ocho géneros y cuatro familias (Tabla 1). El género *Calcaribiotus* y las especies *Doryphoribius quadrituberculatus* y *Milnesium katarzynae* son registrados por primera vez para Colombia.

Tabla 1. Catálogo de especies de la cuenca baja de los ríos Manzanares (M) y Gaira (G). Las muestras colectadas corresponden a los siguientes microhábitats: H, hepáticas; L, líquen; M, musgo; y fueron colectadas sobre los sustratos: 1, corteza de árbol; 2, roca. Los No. de acceso corresponden al lote donde se encuentran los especímenes dentro de la colección.

Morfoespecie	Localidad N o. Especímenes	Sustrato	Microhábitat	No. Acceso a colección
HETEROTARDIGRADA:				
ECHINISCOIDEA:				
ECHINISCIDAE				
<i>Echiniscus</i> sp. (Fig. 2A)	M (1)	1	H (<i>Frullania ericoides</i>)	CBUMAG: TAR:00023
<i>Pseudechiniscus novaezelandiae</i> <i>aspinosa</i> Iharos, 1963 (Fig. 2B)	M (37)	1	L; H (<i>F. ericoides</i>); M (<i>Oreoweisia</i> sp.)	CBUMAG:TAR:00023, 00024, 00025, 0028, 0030
EUTARDIGRADA:				
APOCHELA: MILNESIIDAE				
<i>Milnesium katarzynae</i> Kaczmarek, Michalczyk & Beasley, 2004* (Fig. 2C-D)	M (1), G (6)	1	L; M	CBUMAG:TAR:00035, 00038, 00040
<i>Milnesium</i> sp. (Fig. 2E-F)	M (4), G (1)	1	L; M	CBUMAG:TAR:00004, 00006, 00007, 00038, 00041
EUTARDIGRADA:				
PARACHELA:				
ISOHYPYSIBIIDAE				

Morfoespecie	Localidad N o. Especímenes	Sustrato	Microhábitat	No. Acceso a colección
<i>Doryphoribius quadrituberculatus</i> Kaczmarek & Michalczyk, 2004* (Fig. 2G-H)	M (5)	1	L; M (<i>Oreoweisia</i> sp.)	CBUMAG:TAR:00008, 00009, 00019, 00031
<i>Doryphoribius</i> sp. grupo <i>evelinae</i> (Fig. 3A-B)	M (9)	1	L; M (<i>Oreoweisia</i> sp.)	CBUMAG:TAR:00007, 00009, 00010, 00019, 00031
<i>Doryphoribius</i> sp. grupo <i>vietnamensis</i> (Fig. 3C-D)	M (5)	1	M (<i>Oreoweisia</i> sp., <i>Racopilum</i> sp.)	CBUMAG:TAR:00015, 00016, 00019, 00020
EUTARDIGRADA: PARACHELA: MACROBIOTIDAE				
<i>Calcaribiotus</i> sp. * (Fig. 3E-F)	M (4), G (4)	1	L; M (Stereophyllaceae)	CBUMAG:TAR:00012, 00021, 00041, 00042, 00043
<i>Macrobiotus</i> sp 1. grupo <i>hufelandi</i> (Fig. 3G-H)	M (3), G (1)	1	M (Stereophyllaceae)	CBUMAG:TAR:00004, 00040
<i>Macrobiotus</i> sp 2. grupo <i>hufelandi</i> (Fig. 4A-B)	M (2)	1	M	CBUMAG:TAR:00013
<i>Minibiotus intermedius</i> (Plate, 1889) (Fig. 4C-D)	M (2)	1		CBUMAG:TAR:00003, 00034
<i>Paramacrobiotus</i> sp. grupo <i>areolatus</i> (Fig. 4E-F)	M (3)	1		CBUMAG:TAR:00015, 00027, 00036
<i>Paramacrobiotus</i> sp. grupo <i>richtersi</i> (Fig. 4G-H)	M (97), G (12)	1, 2	L; H (<i>F. ericoides</i> , <i>Lejeunea</i> sp.); M (<i>Campilum</i> sp., <i>Fissidens</i> sp., <i>Oreoweisia</i> sp., <i>Racopilum</i> sp., Dicranaceae, Meteoriaceae, Streophyllaceae)	CBUMAG:TAR:00001, 00002, 00004, 00005, 00006, 00007, 00008, 00009, 00010, 00011, 00013, 00014, 00020, 00022, 00023, 00024, 00026, 00027, 00029, 00030, 00031, 00033, 00034, 00035, 00037, 00040, 00043, 00044, 00045, 00046, 00047, 00048, 00049, 00050

* Nuevos registros para Colombia

En la zona del río Manzanares se encontró el mayor número de especímenes, con 187 individuos que representan un 88,21 % del total. Tres géneros *Milnesium*, *Macrobiotus* y *Paramacrobiotus*, estuvieron presentes en ambas cuencas, mientras que los géneros restantes se encontraron solamente en la zona del río Manzanares (Tabla 1). *Paramacrobiotus* fue el género más común de tardígrados en ambas cuencas, con un total de 113 especímenes (52,80 %), mientras que el género *Echiniscus* fue el más escaso, con un único espécimen. *Doryphoribius* fue el género con mayor número de especies, tres en total. Los géneros *Echiniscus*, *Pseudechiniscus*, *Calcarobiotus* y *Minibiotus* estuvieron representados con una única especie.

Clave taxonómica para la identificación de los géneros de tardígrados de la parte baja de las cuencas de los ríos Manzanares y Gaira.

1. Cirro A presente - (2)
 - 1a. Cirro A ausente - (3)
2. Placa pseudosegmental entre la tercera placa media y la placa terminal dorsal - *Pseudechiniscus*.
 - 2a. Placa pseudosegmental ausente - *Echiniscus*.
3. Papilas cefálicas presentes - *Milnesium*.
 - 3a. Papilas cefálicas ausentes y barra de refuerzo presente - (4)
4. Configuración de las garras 2:1:2:1 (secundaria: primaria: secundaria: primaria) - *Doryphoribius*.
 - 4a. Configuración de las garras 2:1:1:2 (secundaria: primaria: primaria: secundaria) - (5)
5. Inserción de los soportes de los estiletes cerca de la mitad de la longitud del tubo bucal - *Minibiotus*.
 - 5a. Inserción de los soportes de los estiletes en la mitad posterior del tubo bucal y uñas de tipo *Macrobiotus* (porción basal delgada, con ramas en forma de Y) - (6)
6. Uñas de tipo *Calcarobiotus* (porción basal ancha, con ramas casi simétricas, dispuestas en forma de V) - *Calcarobiotus*
 - 6a. Uñas de tipo *Macrobiotus* (porción basal delgada, con ramas en forma de Y) - (7)
7. Microplacoides siempre presentes, alejados del último macroplacode a una distancia menor o igual a su longitud - *Macrobiotus*.
 - 7a. Microplacoides presentes o ausentes; si están presentes, alejados del último macroplacode a una distancia mayor a su propia longitud - *Paramacrobiotus*.

DISCUSIÓN

Algunas especies de tardigrados como *Macrobotus hufelandi* y *Milnesium tardigradum* han sido consideradas cosmopolitas (PENNAK, 1978). Sin embargo, las identificaciones basadas en caracteres morfológicos tradicionales han conducido a que especies diferentes, con caracteres similares, hayan sido registradas como la misma en áreas o regiones completamente diferentes y apartadas, originando complejos de especies. La aplicación de técnicas moleculares, el avance de la tecnología microscópica (SEM, PCM y DIC) y el establecimiento de caracteres morfométricos adicionales han permitido la discriminación de estos complejos; por ejemplo, después de analizar el número de macroplacoides faríngeos y la presencia o ausencia de gibosidades cuticulares, se han encontrado cuatro complejos dentro del género *Doryphoribius*: *D.* grupo *evelinae*, *D.* grupo *doryphorus*, *D.* grupo *vietnamensis* y *D.* grupo *zappalai* (MICHALCZYK & KACZMAREK, 2010). Situaciones similares se presentan para los géneros *Macrobotus* (BERTOLANI & REBECCHI, 1993) y *Paramacrobotus* (GUIDETTI *et al.* 2009); sin embargo, estos grupos han sido diseñados para facilitar la identificación, pero su afinidad filogenética es incierta (LISI, 2011; MICHALCZYK & KACZMAREK, 2010).

Debido a lo anteriormente expuesto, dentro de los complejos se hace difícil la identificación de especies y algunas veces es necesario el uso de herramientas moleculares. En el presente trabajo se identificaron con certeza las especies *D. quadrituberculatus*, *Mil. katarzynae*, *Minibiotus intermedius* y *Pseudechiniscus novaezealandiae aspinosa*. El primero fue encontrado en Centro América (KACZMAREK & MICHALCZYK, 2004) y *Mil. katarzynae* registrado en China (KACZMAREK *et al.*, 2004) y Costa Rica (KACZMAREK, Comunicación personal, 6 de noviembre de 2013), por lo que en este trabajo se amplía su distribución a la región norte de América del Sur. *Min. intermedius* ha sido anteriormente registrado para Europa (McINNES, 1991) y en Colombia en el trabajo de JEREZ-JAÍMES *et al.* (2002); sin embargo, podría tratarse de un complejo de especies que necesita ser revisado. *Pseudechiniscus novaezealandiae* parece tener una distribución cosmopolita, y en Colombia ya había sido descrito para los departamentos de Antioquia, Santander y Tolima (MEYER, 2013).

Mac. hufelandi, *D. evelinae*, *D. vietnamensis* *Par. richtersi* y *Par. areolatus* son ejemplos de especies con amplia distribución (FONTOURA *et al.*, 2011; KACZMAREK & BEASLEY, 2002; McINNES, 1994) que han sido objeto de revisión y actualmente son consideradas como grupos o complejos de especies. En esta investigación se encontraron dos especies del primer grupo y una especie de cada uno de los demás grupos. La presencia de estas especies en Colombia podría en un futuro contribuir a resolver la taxonomía de este complejo de especies.

La Sierra Nevada de Santa Marta es un complejo montañoso aislado de los Andes en donde la presencia de especies endémicas es un común denominador (TRIBIN *et al.*, 1999). Los especímenes identificadas como *Echiniscus* sp., *Milnesium* sp. y *Paramacrobotus* sp. grupo *richtersi* podrían tratarse de especies aun no descritas; sin embargo, para el caso de las dos primeras hace falta un número mayor de especímenes, y para los Macrobiotidae es necesario mantener a los ejemplares con vida, debido a que uno de los caracteres más importantes para su identificación es la morfología de los huevos (NELSON & MARLEY, 2000).

Los resultados sugieren que existe una mayor riqueza de tardígrados en la muestras de briófitos epífitos. En los briófitos provenientes de sustrato rocoso solo se encontraron dos especies de tardígrados del género *Paramacrobiotus*, que también fueron encontradas en las muestras de briófitos epífitos. De acuerdo con CRUM (1976) y GLIME (2006), los tardígrados son especialmente comunes en briófitos epífitos de cortezas de árboles, y de hecho es el hábitat más apropiado, ya que presentan tolerancias similares a la desecación y sus periodos de humedad y sequía se ajustan al ciclo de vida de los tardígrados. Es importante resaltar que las muestras provenientes de rocas fueron colectadas en la zona riparia, en donde los briofitos y líquenes están expuestos a constante humedad y en algunas épocas inclusive pueden quedar sumergidos por largos periodos de tiempo, y como consecuencia la riqueza de tardígrados puede ser considerablemente menor, como ha sido demostrado en otros trabajos (ROMANO *et al.* 2001). Al parecer, cuando la película de agua que rodea los briofitos es constante, como en periodos de lluvia muy prolongados, el ambiente se hace anóxico ocasionando la muerte de los tardígrados (BRIONES *et al.* 1997).

La riqueza y abundancia de tardígrados fue considerablemente superior en el río Manzanares (187 especímenes de las 13 especies) que en el río Gaira (34 especímenes de cinco especies), pero considerando que la cantidad de muestras analizadas de la primera cuenca fue mayor, resulta complejo realizar una comparación. Sin embargo, para futuros trabajos vale la pena tener en cuenta que la riqueza de tardígrados puede depender de la humedad y la calidad del aire, de tal manera que los ambientes cercanos a centros urbanos pueden poseer bajas riquezas de tardígrados (GLIME 2006).

Son pocos los trabajos que se han realizado en el neotrópico americano. Algunos estudios realizados en Costa Rica han demostrado que la altitud es un factor determinante en la distribución de los tardígrados en zonas tropicales, existiendo una mayor diversidad entre los 1400 y 2000 m.s.n.m; en 700 muestras de briofitos se encontraron 7000 tardígrados pertenecientes a 64 especies de 18 géneros, con un promedio de tres especies por muestra (KACZMAREK *et al.* 2009). Aunque los resultados de esta investigación no son comparables por su diferencia en magnitud, sí es una referencia de los resultados que podrían obtenerse si se intensifica el muestreo y se amplía el rango geográfico y altitudinal en la SNSM. JEREZ *et al.* (2002) llegaron a una conclusión similar para la reserva del Diviso en Santander (Colombia), debido a que entre los 1700 y 2100 m.s.n.m. encontraron 14 especies, de las cuales 7 correspondieron a nuevos registros.

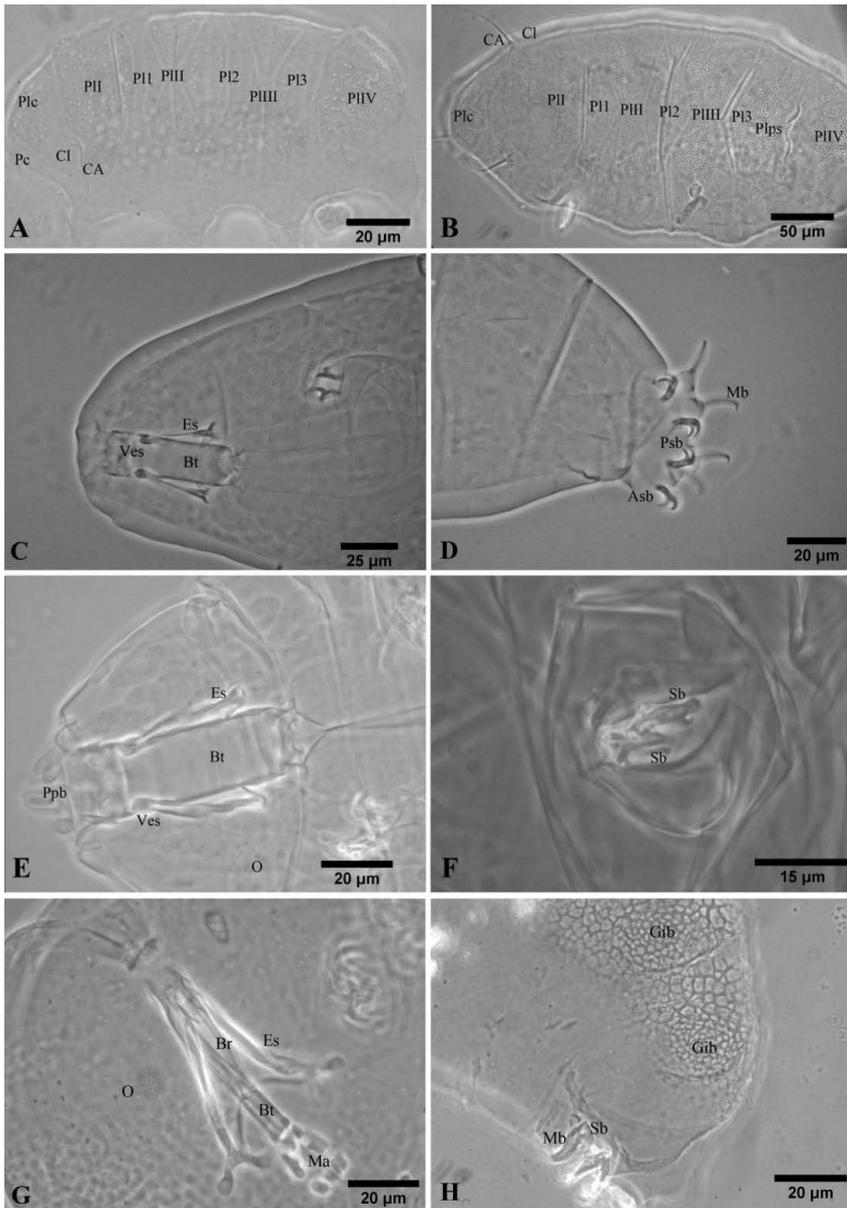


Figura 2. A: *Echiniscus* sp. Vista dorsal; B: *Pseudechiniscus novaezelandiae aspinosa* vista dorsal; C-D: *Milnesium katarzynae*. C- detalle del tubo bucal, D- detalle de las garras del cuarto par de patas; E-F: *Milnesium* sp. E- detalle del tubo bucal, F- detalle de las garras del segundo par de patas; G-H: *Doryphoribius quadriuberculatus*. G- detalle del tubo bucal, H- detalle de las garras del cuarto par de patas. Asb: rama secundaria anterior; Br: barra de refuerzo; Bt: tubo bucal; CA: cirro A; Cl: clava; Es: estiletes; Gib: gibosidades; Ma: macroplacoides; Mb: rama bucal; P1: placa escapular; P2-P4: placas pareadas; P5: placa terminal; P6-P8: placas medianas; P9: papila lateral; P10: placa cefálica; P11-P13: papilas peribucales; P14: rama secundaria posterior; P15: rama secundaria; Ves: vaina de los estiletes.

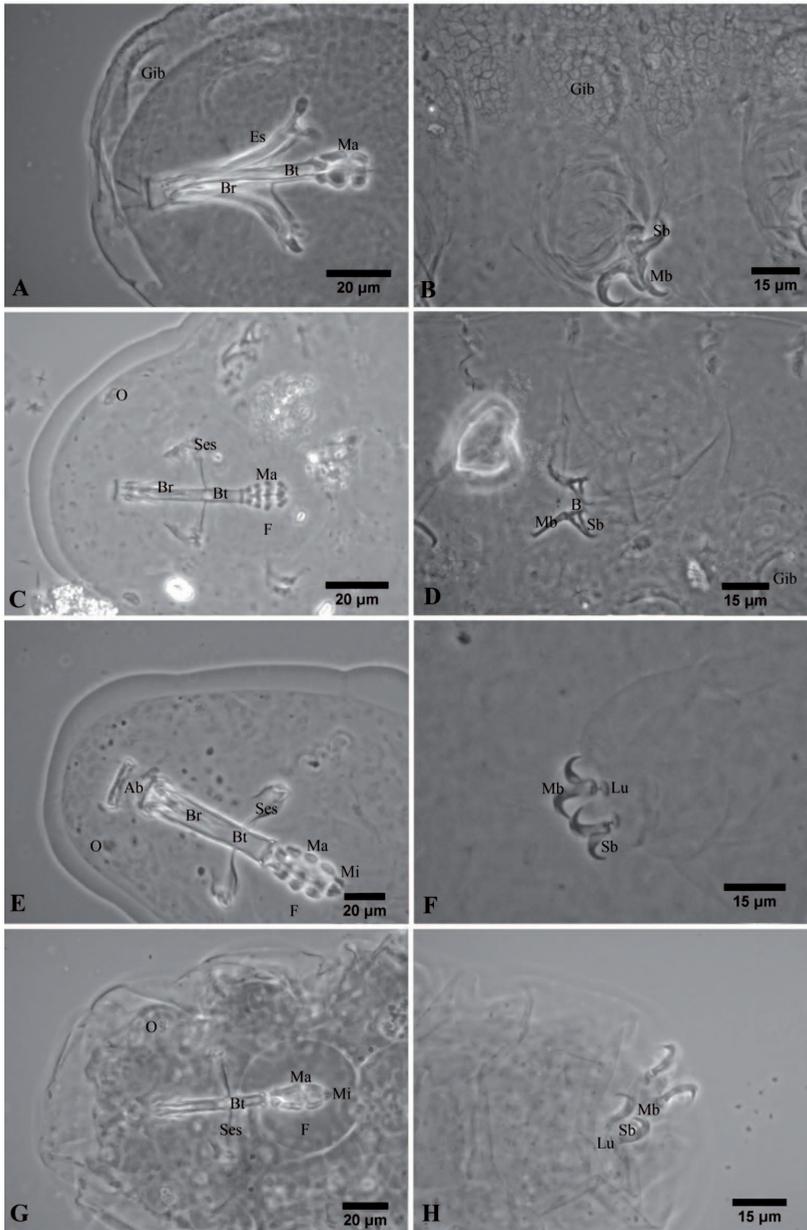


Figura 3. **Figura 3.** A-B: *Doryphoribius* sp. grupo *evelinae* A- detalle del tubo bucal, B- detalle de las garras del segundo par de patas; C-D: *Doryphoribius* sp. grupo *vietnamensis*. C- detalle del tubo bucal, D- detalle de las garras del tercer par de patas; E-F: *Calcarobiotus* sp. E- detalle del tubo bucal, F- detalle de las garras del segundo par de patas; G-H: *Macrobiotus* sp. grupo *hufelandi*. G- detalle del tubo bucal, H- detalle de las garras del cuarto par de patas. Ab: armadura bucal; B: base de la garra; Br: barra de refuerzo; Bt: tubo bucal; Es: estilotes; F: faringe; Gib: gibosidades; Lu: lúnula; Ma: macroplacoides; Mb: rama primaria; Mi: microplacoides; O: ocelos; Sb: rama secundaria; Ses: soporte de los estilotes.

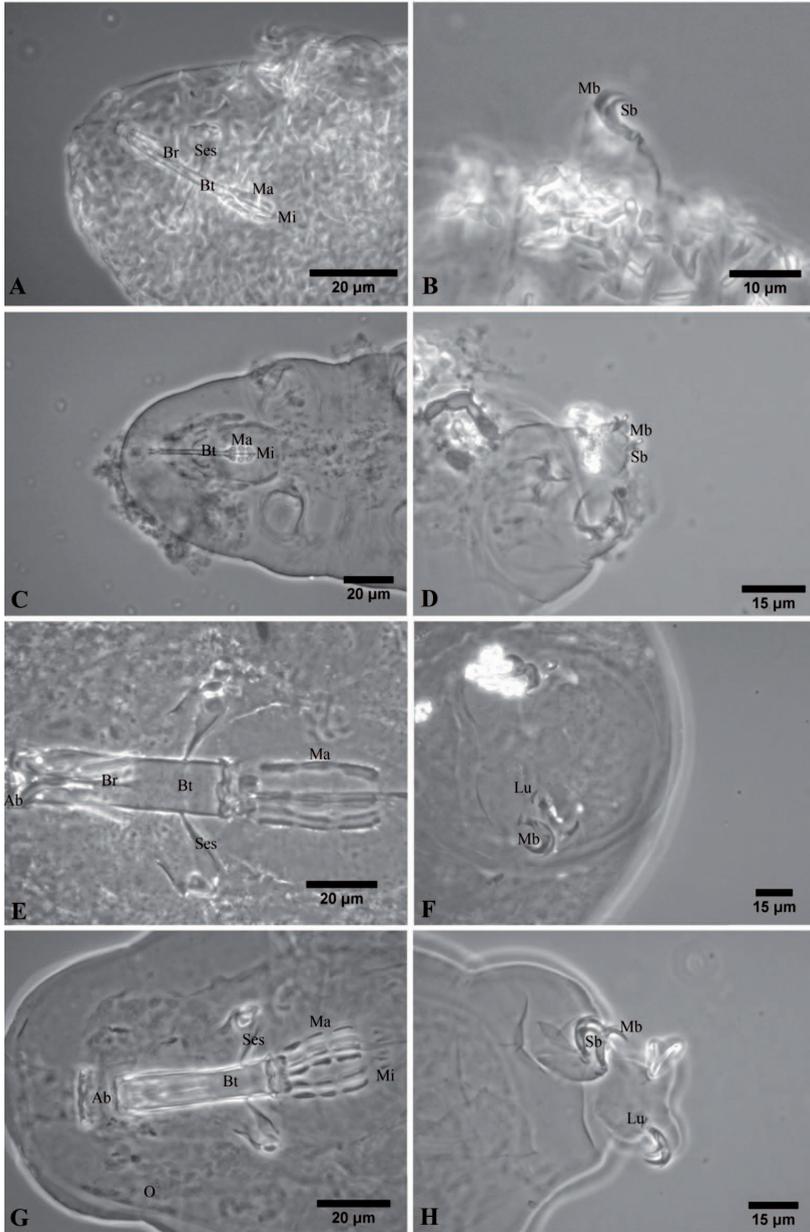


Figura 4. A-B: *Macrobiotus* sp. 2 grupo *hufelandi*. A- detalle del tubo bucal, B- detalle de las garras del segundo par de patas; C-D: *Minibiotus intermedius*. C- detalle del tubo bucal, D- detalle de las garras del cuarto par de patas; E-F: *Paramacrobiotus* sp. grupo *areolatus*. E- detalle del tubo bucal, F- detalle de las garras del cuarto par de patas; G-H: *Paramacrobiotus* sp. grupo *richteri*. G- detalle del tubo bucal, H- detalle de las garras del cuarto par de patas. Ab: armadura bucal; Br: barra de refuerzo; Bt: tubo bucal; Lu: lúnula; Ma: macroplacoides; Mb: rama primaria; Mi: microplacoides; O: ocelo; Sb: rama secundaria; SCS: soporte de los estiletes.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el fondo de investigación de la Universidad del Magdalena -FONCIENCIAS 2010-, el Programa Semilleros de Investigación, y el programa Jóvenes Investigadores de COLCIENCIAS. Los autores extienden sus agradecimientos al Dr. Łukacz Kaczmarek por la ayuda con la identificación de los tardígrados; Claudia Morales por la identificación de los sustratos, Julio Mazenet por sus asesorías y Cindy Guette, Anisbeth Daza y Sandra Estrada por su colaboración en las colectas.

BIBLIOGRAFÍA

- BERTOLANI, R. & GRIMALDI, D., 2000.- A new Eutardigrade (Tardigrada: Milnesiidae) in amber from the Upper Cretaceous (Turonian) of New Jersey: 103-110 (en) GRIMALDI, D. (ed.) *Studies on fossils in amber, with particular reference to the cretaceous of New Jersey*. Backhuys Publishers, Leiden The Netherlands.
- BERTOLANI, R. & REBECCHI, L., 1993.- A revision of the *Macrobiotus hufelandi* group (Tardigrada, Macrobiotidae), with some observations on the taxonomic characters of eutardigrades. *Zool. Scr.*, 22 (2): 127-152.
- BRIONES, M. J. I., INESON, P., & PEARCE, T. G., 1997.- Effects of climate change on soil fauna; responses of Enchytraeids, Diptera larvae and tardigrades in a transplant experiment. *Appl. Soil Ecol.* 6: 117-134.
- CHURCHILL, S. & LINARES, E., 1995.- *Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis: introducción a la flora de musgos de Colombia, Parte 2*. Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Editora Guadalupe Ltda.
- CLAXTON, S.K., 1998.- A revision of the genus *Minibiotus* (Tardigrada, Macrobiotidae), with descriptions of eleven new species from Australia. *Rec. Australian Mus.*, 50: 125-160.
- CLEGG, J.S., 2001.- Cryptobiosis - a peculiar state of biological organization. *Comp. Biochem. Physiol.-B*, 128: 613-624.
- CRUM, H., 1976.- *Mosses of the Great Lakes Forest*, revised edition. Univ. Mich. 10: 1- 404.
- DE ARCO, E. & DE LEÓN, D., 2006.- Caracterización hidrológica de la cuenca del río Manzanares y evaluación de su disponibilidad hídrica: Tesis, Universidad del Magdalena, Facultad de Ingeniería, Santa Marta.
- FONTOURA, P.; PILATO G. & LISI, O., 2011.- Tardigrada from Santo Antão Island (Archipelago of Cape Verde, West Africa) with the description of a new species. *Zootaxa*. 2838: 30-40.
- GLIME J. M., 2006.- BRYOPHYTE ECOLOGY. Vol. 1. Physiological Ecology. En: <http://www.bryoecol.mtu.edu>
- GUIDETTI, R.; SCHILL, R.O.; BERTOLANI, R.; DANDEKAR, T. & WOLF, M., 2009.- New molecular data for tardigrade phylogeny, with the erection of *Paramacrobiotus* gen. nov. *J. Zool. Sys. Evol. Res.*, 47 (4): 315-321.
- GUTIÉRREZ, Y., 2009.- Uso del suelo, vegetación ribereña y calidad del agua de la microcuenca del río Gaira, Santa Marta, Colombia. Tesis de posgrado. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- JEREZ-JAÍMES, J.H., NARVÁEZ P. & RESTREPO M., 2002.- Tardígrados en musgos de la Reserva El Diviso (Santander, Colombia). *Rev. Col. Entomol.*, 28 (2): 199-206.
- JÖNSSON, K.L., 2007.- Tardigrades as a Potential Model Organism in Space Research. *Astrobiology*, 7 (5): 757-766.
- KACZMAREK, Ł & BEASLEY, C., 2002.- Water bears (Tardigrada) of China. *Fauna de JChina*. 4: 65-76.
- KACZMAREK, Ł. & MICHALCZYK, L., 2004.- First record of the genus *Doryphoribius* PILATO, 1969 from Costa Rica (Central America) and description of a new species *Doryphoribius quadrituberculatus* (Tardigrada: Hypsibiidae). *Genus*, 15 (3): 447-453.
- KACZMAREK, Ł., MICHALCZYK, Ł. & BEASLEY, C. 2004.- *Milnesium katarzynae* sp. nov., a new species of eutardigrade (Milnesiidae) from China. *Zootaxa*, 743: 1-5.
- KACZMAREK, Ł., MICHALCZYK, Ł., GOLDYDYN, B., & WELNICZ, W., 2009.- Ecological factors determining distribution of Tardigrada in Costa Rican rain forests. In: Greven, H., Hohberg, K., and Schill, R. O. 11th International Symposium on Tardigrada. Conference Guide. Tübingen, Germany, 3-6 August 2009, p. 49.
- LISI, O., 2011.- Remarks on *Doryphoribius flavus* (Iharos, 1966), and description of three new species (Tardigrada, Hypsibiidae). *Zootaxa*, 2834: 17-32.
- MANJARRÉS-GARCÍA, G. & MANJARRÉS-PINZÓN, G., 2004.- Contribución al conocimiento hidrobiológico de la parte baja de los ríos de la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Revista Intrópica*, 1: 39-50.
- MCINNES, S.J., 1991.- Notes on tardigrades from the Pyrenees, including one new species. *Pedobiologia*, 28: 257-352.
- MCINNES, S.J., 1994.- Zoogeographic distribution of terrestrial/freshwater tardigrades from current literature. *J. Nat. Hist.*, 28: 257-352.

- MEYER, H., 2013.- Terrestrial and freshwater Tardigrada of the Americas. *Zootaxa*, 3747 (1): 001-071.
- MICHALCZYK, Ł. & KACZMAREK, Ł., 2010.- Description of *Doryphoribius dawkinsi*, a new species of Tardigrada (Eutardigrada: Hypsibiidae) from the Costa Rican highlands, with the key to the genus *Doryphoribius*. *Zootaxa*, 2393: 46-58.
- MICHALCZYK, Ł., WELNICZ, W., FROHME, M. & KACZMAREK, Ł., 2012.- Redescriptions of three *Milnesium* Doyère, 1840 taxa (Tardigrada: Eutardigrada: Milnesiidae), including the nominal species for the genus. *Zootaxa*, 3154: 1-20.
- NELSON, D., 2001.- Tardigrada: 527-550 (en) THORP J. & COVICH, A. (ed.) *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. 2nd ed., Academic Press, San Diego
- NELSON, D., 2002.- Current status of the Tardigrada: Evolution and Ecology. *Int. Comp. Biol.*, 42: 652-659.
- NELSON, D. & MARLEY, N., 2000.- The biology and ecology of lotic Tardigrada. *Freshwater Biol.*, 44: 93-108.
- PENNAK, R., 1978.- *Fresh-water invertebrates of the United States*. 2nd ed., 239- 253. Jhon Wiley & Sons. New York.
- PILATO, G., 1981.- Analisi di nuovi caratteri nello studio degli Eutardigradi. *Animalia*, 8: 51-57.
- PILATO, G. & BINDA, M.G., 2010.- Definition of families, subfamilies, genera and subgenera of the Eutardigrada, and keys to their identification. *Zootaxa*, 2404: 1-54.
- RAMAZZOTTI, G. & MAUCCI W., 1983.- Il Phylum Tardigrada. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 41: 1-1012.
- ROMANO, F. A. III, BARRERAS-BORRERO, B., & NELSON, D. R., 2001.- Ecological distribution and community analysis of Tardigrada from Choccolocco Creek, Alabama. *Zool. Anz.* 240: 535-541.
- SÁNCHEZ-MORENO, S., FERRIS H. y GUIL N. 2008.- Role of tardigrades in the suppressive service of a soil food web. *Agr. Eco. Env.* 124: 187-192.
- SCHILL, R.O., MALLI, B., DANDEKAR, T., SCHNÖLZER, R.D. & FROHME, M., 2009.- Molecular mechanisms of tolerance in tardigrades: New perspectives for preservation and stabilization of biological material. *Biotechnol. Adv.*, 27: 348-352.
- TRIBIN, M.C.D.G.; RODRIGUEZ, G. E. & VALDERRAMA N. M., 1999.- The biosphere Reserve of Sierra Nevada de Santa Marta: A pioneer Experience of a Shared and Co-ordinated Management of a Bioregion. Working Paper N 30. Unesco (South Co-operation Programme), Paris (France).
- TUMANOV, D.V., 2006.- Five new species of the genus *Milnesium* (Tardigrada, Eutardigrada, Milnesiidae). *Zootaxa*, 1122: 1-23.
- URIBE, J. & AGUIRRE, J., 1997.- Clave para los géneros de hepáticas presentes en Colombia. *Caldasia*. 19 (1-2): 13-27.