

PRIMER REGISTRO GENÉRICO DE TARDÍGRADOS PARA PACHUCA HIDALGO, MÉXICO Y ÁREAS CIRCUNDANTES

Wilbert Andrés Pérez-Pech¹, Roberto Guidetti², Abril Anguas-Escalante¹✉, Leopoldo Querubín Cutz-Pool¹ y Alberto Blanco-Piñón³

¹Instituto Tecnológico de Chetumal. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Av. Insurgentes No. 330 C. P. 77013. Chetumal, Quintana Roo, México. Tel. (983) 83 2 23 30. 2

²Department of Life Sciences, University of Modena and Reggio Emilia, via Campi 213/D, 41125, Modena, Italy

³Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales. Ciudad Universitaria Carretera Pachuca-Tulancingo Km. 4.5 C. P. 42184. Col. Carboneras Mineral de la Reforma Hidalgo. Tel. (771) 71 72000.

✉ Autor de correspondencia: Abrilanguas@hotmail.com

RESUMEN. Se proporcionan los primeros reportes de tardígrados para el estado de Hidalgo. Las muestras consistieron de líquen, charcas temporales y musgos, colectadas dentro de la ciudad de Pachuca y áreas circundantes. Se dan las descripciones de los géneros *Echiniscus*, *Milnesium*, *Isohypsibius*, *Diphascion*, *Paramacrobiotus*, *Mesobiotus*, y *Macrobiotus*. Se discute sobre su riqueza y distribución en el país. La mayoría de los géneros fueron documentados en el biotopo musgo.

Palabras clave: Tardigrada, taxonomía y riqueza genérica.

First generic record of tardigrades in Pachuca Hidalgo, Mexico and surrounding areas

ABSTRACT. This study provides the first records of tardigrades for the state of Hidalgo, Mexico, specifically from the urban area of Pachuca and its surrounding areas. The descriptions of the genera *Echiniscus*, *Milnesium*, *Hypsibius*, *Diphascion*, *Paramacrobiotus*, *Mesobiotus*, and *Macrobiotus* are provided, with the biotopes in which tardigrades were found. The tardigrade diversity and its richness, and the geographical distribution of taxa in the country are discusses.

Keywords: Tardigrada, taxonomy y biodiversity.

INTRODUCCIÓN

El estado de Hidalgo (México) se encuentra en una zona transicional, donde coexisten elementos de las Regiones Biogeográficas Neártico-Neotropical, por lo cual podemos encontrar una variedad ecosistemas (Monrrone, 2005). De los ambientes naturales en el estado, predomina el bosque de pino y encino, ecosistema que de acuerdo a Ramazzotti y Mucci (1983) sostiene los requerimientos necesarios para albergar una alta diversidad tardígrados, los cuales son micrometazoarios hidrófilos asociados en el ambiente terrestre a musgo, líquen y hojarasca. En el estado no se cuentan con trabajos publicados acerca de la riqueza genérica del Phylum Tardigrada, tal como sucede en muchos estados de México y el mundo (Guil y Cabrero-Sañudo, 2007; Hoffmann y Jiménez, 1994; Kaczmarek *et al.*, 2014). Actualmente en México se han documentado 16 géneros y 43 especies de tardígrados (Beasley, 1972; Beasley *et al.*, 2008; Claps y Rossi, 2002; Heinis, 1911; Kaczmarek *et al.*, 2011, 2014; May, 1948; Moreno *et al.*, 2015; Pilato y Lisi, 2006; Schuster, 1971), pero aún se necesita de mayores esfuerzos para conocer la riqueza y distribución de tardígrados en el territorio Mexicano.

De manera general la taxonomía de taxón Tardigrada, presenta ciertas ambigüedades (Pilato, 2012). Por lo tanto es necesario trabajar en la creación de claves y esquemas de identificación de tardígrados, que faciliten la identificación de caracteres de valor taxonómico. El presente estudio tiene como objetivos documentar los primeros registros genéricos de tardígrados para el estado de

Hidalgo, así como proporcionar la descripción, esquemas e imágenes de los géneros registrados para el estado.

MATERIALES Y MÉTODO

Se analizaron muestras de 18 sitios colectadas el 25 de noviembre de 2014 (Cuadro 1), en Pachuca Hidalgo, tres sitios dentro de la ciudad y 15 en regiones aledañas en ambientes de bosque de pino y encino. Las muestras se etiquetaron con datos de la localidad, fecha, biotopo y nombre de colector. Mismas que fueron trasladadas al laboratorio de Zoología del Instituto Tecnológico de Chetumal para la extracción de organismos. Las muestras fueron vertidas en cajas de petri se le adiciono agua durante 10 min, seguidamente se procedió a observar, detectar y extraer a los individuos con ayuda de un microscopio estereoscópico Stemi DV4 Carl Zeiss®. Para la identificación taxonómica se prepararon montajes permanentes mediante la técnica del líquido de Hoyer. Se realizaron observaciones al microscopio óptico VELAB B-1T® y se emplearon claves de identificación especializada de (Ramazzotti y Mucci 1983; Pilato y Binda, 2010; Nelson *et al.*, 2010).

Cuadro 1. Sitios de muestreo, biotopos (musgo bosque, liquen bosque y musgo en ciudad) y coordenadas. *biotopos dentro de la ciudad.

Sitio/biotopo	Coordenadas	Sitio/biotopo	Coordenadas
S1 Musgo B.	20° 10' 40.9" N 98° 43' 09.1" W	S10 Musgo B.	20° 10' 47.9" N 98° 43' 17.8" W
S2 Musgo B.	20° 10' 42.1" N 98° 43' 10.8" W	S11 Musgo B.	20° 10' 48.0" N 98° 43' 17.9" W
S3 Musgo B.	20° 10' 43.3" N 98° 43' 12.3" W	S12 Musgo B.	20° 10' 48.2" N 98° 43' 17.9" W
S4 Charca B.	20° 10' 44.3" N 98° 43' 13.6" W	S13 Musgo B.	20° 10' 48.3" N 98° 43' 18.0" W
S5 Liquen B.	20° 10' 45.4" N 98° 43' 15.0" W	S14 Musgo B.	20° 10' 48.9" N 98° 43' 18.4" W
S6 liquen B.	20° 10' 46.6" N 98° 43' 16.4" W	S15 Musgo B.	20° 10' 56.5" N 98° 44' 50.8" W
S7 Liquen B.	20° 10' 47.3" N 98° 43' 17.2" W	*S16 Musgo C.	20° 05' 35.5" N 98° 42' 23.5" W
S8 Charco B.	20° 10' 47.6" N 98° 43' 17.5" W	*S17 Musgo C.	20° 05' 38.1" N 98° 42' 32.8" W
S9 Musgo B.	20° 10' 47.7" N 98° 43' 17.6" W	*S18 Musgo C.	20° 05' 40.4" N 98° 42' 43.4" W

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron un total de 380 tardígrados en 13 de las 18 muestras revisadas (Cuadro 2). Se identificaron siete géneros pertenecientes a cuatro familias y tres órdenes. Los géneros identificados son primeros registros para el estado. *Macrobiotus* resulto ser el género mejor representado, en cuanto a su abundancia con 304 organismos, el cual representa el 80 % del total de los ejemplares colectados. Las descripciones genéricas están basadas primordialmente en el aparato bucal faríngeo y garras.

Descripción de géneros

Milnesiidae Ramazzotti 1962.

Milnesium Doyère, 1840 (Fig. 1C). Tardígrados con un par de papilas cefálicas y seis papilas peribucales. Garras del tipo *Milnesidae* (garras primaria y secundaria completamente separadas; Figura 1B). Aparato bucal faríngeo del modelo *Milnesium* (Fig. 1A), con un amplio tubo bucal y bulbo faríngeo elongado sin apófisis y placoides. Lóbulos peribucales ausentes. Largas lamelas peribucales casi triangulares presente (6 o 4). Apófisis y placoides ausentes estilete furcado de forma triangular del tipo *Milnesium*. Lúnulas ausentes en las especies conocidas, huevos lisos liberados dentro de la exubia.

Cuadro 2. Órdenes, Familias y Géneros identificados por sitio de colecta. *Los tardígrados colectados en los Sitios del 1, 2, 3 y 5 solo fueron identificados a nivel de orden

Orden/Familia/Género	*S1	*S2	*S3	*S5	S7	S8	S10	S11	S12	S13	S15	S16
Parachela	20	10	21	5								
Isohypsibiidae												
<i>Isohypsibiuss</i>											5	
<i>Dhipascon</i>										1		
Macrobiotidae												
<i>Macrobiotus</i>						6	4		7	5		282
<i>Mesobiotus</i>								1				
<i>Paramacrobiotus</i>					1			6	2			
Apochela												
Milnesidae												
<i>Milnesium</i>										2		
Echiniscoidea												
Echinisidae												
<i>Echiniscus</i>						1	1					

Figura 1. (A) Aparato bucal-faríngeo del modelo *Milnesium*. (B) Garras de tipo *Milnesidae*. (C) Cuerpo de *Milnesium*.**Isohypsibiidae, Sands, McInnes, Marley, Goodall-Copestake, Convey, Linse, 2008.**

Isohypsibiuss, Thulin, 1928 (Fig. 2C). Diplogarras similares en forma y tamaño, asimétricas con respecto al plano medio de la pierna (secuencia 2121). Garra doble de tipo *Isohypsibiuss* (rama secundaria de la garra insertada perpendicularmente sobre el tracto basal de la garra) (Fig. 2A). Lunulas presentes o ausentes. Aparato bucofaríngeo del tipo *Isohypsibiuss* (Fig. 2B): tubo bucal rígido sin lámina ventral; una apófisis dorsal y ventral para la inserción de los músculos del estilete como una "cresta" en forma simétrica con respecto al plano frontal, procesos caudales de ambas apófisis apuntando hacia atrás y hacia los lados; Lamelas peribucales ausentes.

Diphascon, Plate, 1889 (Pilato 1997) (Fig. 2E). Tardígrados con garras del tipo *Hypsibiuss* (Fig. 2A) asimétricas con respecto al plano medio de la pierna (secuencia 2121) del tipo *Hypsibiuss* (la externa o posterior con la ramificación secundaria formando una curva continua con su tracto basal y la ramificación primaria conectada con el tracto basal con una parte flexible mientras la garra interna tiene una estructura rígida con una unidad sólida de la sección basal, ramificación primaria y secundaria (Fig. 2A). Aparato bucal-faríngeo del tipo *Diphascon* variante *Diphascon* (Fig. C), con un más o menos desarrollado engrosamiento cuticular (en forma de gota) puede estar presente o ausente entre el tubo bucal y el tubo faríngeo. Seis lóbulos peribucales presentes, las apófisis faríngea puede estar presente o ausente, placoides presentes. El estilete furcado es de la forma tradicional. Lúnulas presentes o ausentes. Huevos lisos puestos dentro de la exubia.

Macrobiotidae Thulin, 1928

Macrobiotus, Schultze, 1834 (Fig. 3). Tardígrados con garras del tipo *hufelandi* (forma de Y, ambas ramificaciones forman un tracto basal común evidente de longitud variable, las ramas

primarias y secundarias unidas rígidamente entre sí, formando un ángulo agudo, por un tracto basal común variable pero largo provisto de un tallo cilíndrico) (Fig. 3A).

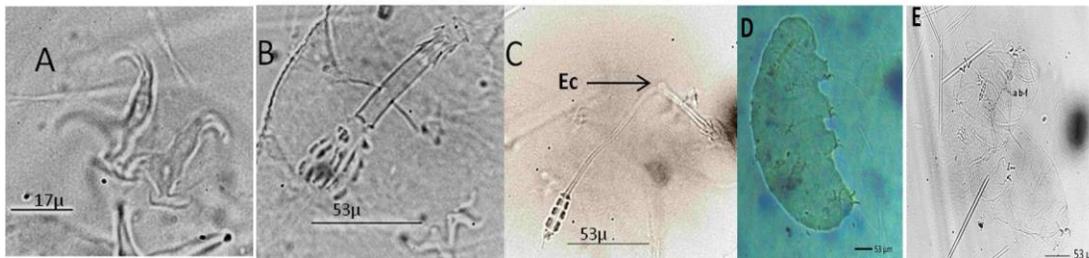


Figura 2. (A) Garras del tipo *Isohypsibius* (B) Aparato bucal-faríngeo de tipo *Isohypsibius* (C) Aparato bucal-faríngeo del tipo *Diphyscon*, Ec. Engrosamiento cuticular. (D) cuerpo de *Isohypsibius* (E) Cuerpo de *Diphyscon*.

Aparato bucal-faríngeo del tipo *Macrobiotus* (tubo bucal completamente rígido sin la curva posterior, 10 lamelas peribucales presentes, armadura bucal con un sistema de crestas transversales dorsal y ventral, a veces reducido o subdividido en dientes distintos, en la porción posterior de la cavidad bucal), variante *Macrobiotus* (Fig. 3B). Apófisis faríngea y placoides presentes. Estilete furcado del tipo tradicional. Lúnulas presentes en las especies conocidas. Huevos puestos libremente y con procesos en sus paredes.

***Paramacrobiotus* Guidetti, Schill, Bertolani, Dandekar, Wolf, 2009.** (Fig. 3). Tardígrados con garras del tipo *hufelandi* (Fig. 3A). Aparato bucal-faríngeo del tipo *Macrobiotus*, variante *Paramacrobiotus*, bulbo con apófisis faríngea y tres macroplacoides en forma de barras. Si presenta microplacoides estos distan del tercer macroplacoide más que su longitud. Estilete furcado de la forma típica (Fig. 3C). Huevos, puestos libremente con procesos y cónicos en sus paredes, en las especies conocidas.



Figura 3. (A) Garras de tipo *hufelandi*. (B) Aparato bucal-faríngeo del tipo *Macrobiotus* (C) Aparato bucal tipo *Paramacrobiotus*.

***Mesobiotus* Vecchi, Cesari, Bertolani, Jönsson, Rebecchi, Guidetti, 2016.** (Fig. 4C). Los Macrobiotoides presentan diplogarras de tipo-Y (Fig. 4A) de tipo *Mesobiotus* con un tracto común caracterizado por un septo interno que define una parte distal. Cutícula sin poros. Anillo bucal con 10 láminas peribucales; Tubo bucal rígido; Tres macroplacoides redondeados dispuestos a lo largo de una línea curva; Microplacoide claramente cercanos (menos que su longitud) hasta el tercer macroplacoide (Fig. 4B). Huevos puestos libremente. Caracterizado por procesos cónicos o hemisféricos, generalmente con puntas puntiagudas.

Echiniscidae Thulin, 1928

***Echiniscus* Schultze 1928.** (Fig. 5). Tardígrados con armadura cuticular dorsal compuesta de: placa cefálica, placa escapular, primera placa media, primer par de placas, segunda placa media, segundo par de placas, tercer placa media (puede estar presente o ausente), y la placa a terminal.

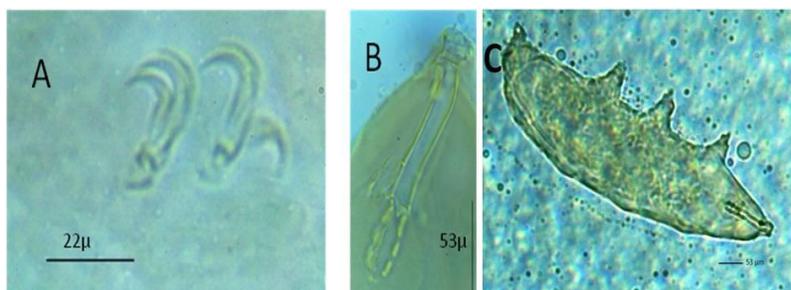


Figura 4. (A) Garras de tipo *Mesobiotus* (B) Aparato bucal tipo *Mesobiotu* (C).

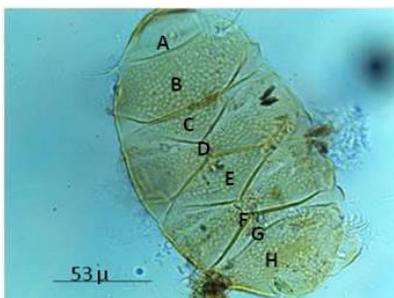


Figura 5. (A) Placa cefálica (B) Placa escapular (C) Primer placa media (D) Primer Par de placas (E) Segunda placa media (F) Segundo par de placar (G) Tercer placa media (H) Placa terminal.

DISCUSIÓN

El presente trabajo provee los primeros reportes genéricos de tardígrados para el estado de Hidalgo. Los siete géneros documentados en este estudio, representan el 45 % de los registros en el país (Pérez-Pech *et al.*, 2016; Kaczmarek *et al.*, 2011), por lo cual la entidad se ubica en el segundo lugar con riqueza genérica, junto a Chiapas. El primer sitio lo ocupa el estado de Chihuahua con 10 géneros (Kaczmarek *et al.*, 2011). Los géneros *Macrobiotus* y *Echiniscus*, son los mejor distribuidos en todo el país, estando presente en seis estados (Pérez-Pech *et al.*, 2016; Kaczmarek *et al.*, 2011). Los ambientes estudiados durante este proyecto demostraron que los bosques templados albergan una alta riqueza genérica, tal como lo postulan Ramazzotti y Mucci (1983), pero con una menor abundancia como se reporta por Anguas-Escalante *et al.*, (en prensa) para una plantación de cítricos de traspatio en Quintana Roo.

El género *Macrobiotus* fue el mejor representado para los 18 sitios con presencia de tardígrados, estando presente en el 28 % de ellos. Este género presentó su mayor abundancia en la muestra de musgo colectada dentro de la ciudad de Pachuca. Lo que podría indicar que este género presenta una buena adaptación para colonizar ambientes urbanos (Guidetti *et al.*, 2013). En México otro género que ha mostrado una excelente capacidad para habitar áreas urbanas es el género *Doryphoribius* (Pérez-Pech *et al.*, 2016), reportado como habitante del suelo, sobre las calle de asfalto dentro de la ciudad de Chetumal. Los mismos autores consideran que la tendencia de algunos grupos de tardígrados por habitar ambientes hostiles, lo puede explicar su historia evolutiva. Ya que como han determinado Guidetti, *et al.* (2011), es el precio que pagan por lograr ser exitosos y vencer la presión de selección, gracias a su capacidad criptobiotica.

CONCLUSIÓN

El presente trabajo contribuye al conocimiento genérico de tardígrados en el país proveyendo de los primeros registros para el estado de Pachuca, así como la descripción y esquemas de los

géneros identificados durante el presente estudio. Se avanza de manera significativa en el estudio de este grupo en la entidad, Pero aún son necesarios más esfuerzos para conocer la riqueza a nivel específico de los tardígrados en el estado. El cuál es el segundo estado con mayor riqueza genérica con el 45 % del total de géneros reportados para México.

Agradecimientos

A la Línea de investigación Biodiversidad en ecosistemas Terrestres (Ecología de Artrópodos) del Instituto Tecnológico de Chetumal, CHE-LGEC-01-14 por su apoyo durante el presente proyecto.

Literatura Citada

- Beasley, C. W. 1972. Some tardigrades from Mexico. *Southwestern Naturalist*, 17: 21–29.
- Beasley, C. W., Kaczmarek, L. and L. Michałczyk. 2008. *Doryphoribius mexicanus*, a new species of Tardigrada (Eutardigrada, Hypsibiidae) from Mexico (North America). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 121: 34–40.
- Claps, M. C. y G. Rossi. 2002. Tardigrada. Pp. 171–186. In: J. Llorente-Bousquets, y J. E. Bousquets (Eds.). *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, Vol. III. Universidad Autónoma de México, México.
- Guidetti, R., Altiero, T. and L. Rebecchi. 2011. On dormancy strategies in tardigrades. *Journal of Insect Physiology*, 57: 567–576.
- Guidetti, R., Peluffo, J. R., Rocha, A. M., Cesar, M. and M. C. M. de Peluffo. 2013. The morphological and molecular analyses of a new South American urban tardigrade offer new insights on the biological meaning of the *Macrobotus hufelandi* group of species (Tardigrada: Macrobiotidae). *Journal of Natural History*, 47(37-38), 2409–2426.
- Guil, N. and F. J. Cabredo-Sadurn. 2007. Analysis of the species description process for a little-known invertebrate group: the limnoterrestrial tardigrades (Bilateria, Tardigrada). *Biodiversity and Conservation*, 16: 1063–1086.
- Heinis, F. 1911. Beitrag zur Kenntnis der zentralamerikanischen moss fauna. *Revue Suisse de Zoologie*, 19: 253–266.
- Hoffmann, A. y M. L. Jiménez. 1994. Tardígrados en México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoológica*, 65(2): 297–301.
- Kaczmarek, L., Diduszko, D. and L. Michałczyk. 2011. New records of Mexican Tardigrada. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82: 1324–1327.
- Kaczmarek, L., Diduszko, D. and L. Michałczyk. 2014. Annotated zoogeography of non-marine Tardigrada. Part I: Central America. *Zootaxa*, 3763: 001–062.
- May, R. M. 1948. Nouveau genre et espèces de tardigrade du Mexique: *Haplomacrobotus hermosillensis*. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 73: 95–97.
- Morrone, J. J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. 2005. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 76(2): 207–252.
- Moreno-Talamantes A., Roszkowska, M., Guayasamín, P. R., Flores, J. J. M. and L. Kaczmarek. 2015. First record of *Dactylobiotus parthenogeneticus* Bertolani, 1982 (Eutardigrada: Murrayidae) in Mexico. *Check List*, 11(4). DOI: <http://dx.doi.org/10.15560/11.4.1723>.
- Pérez-Pech, W. A., Cutz-Pool, L. Q., Guidetti, R. y A. Blanco-Piñón. 2016. Primer registro genérico de tardígrados, habitantes del área urbana de Chetumal Quintana Roo, México. *Entomología mexicana*, 3: 912–918.
- Pilato, G. 2012. Past, present and future of Eutardigrade taxonomy. Pp. 22–23. In: *12th International Symposium on Tardigrada, Águas e Parque Biológico de Gaia, EEM*. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Portugal.
- Pilato G. and M. G. Binda. 2010. Definition of families, subfamilies, genera and subgenera of the Eutardigrada, and keys to their identification. *Zootaxa*, 2404: 1–54.

- Pilato, G. and O. Lisi. 2006. Notes on some tardigrades from southern Mexico with description of three new species. *Zootaxa*, 1236: 53–68.
- Nelson, D. R., Guidetti, R. and L. Rebecchi. 2010. Tardigrada. Pp. 455–484. In: J. H. Thorp and P. A. Covich (Eds.). *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. First edition. Elsevier.
- Ramazzotti, G. and W., Mucci. 1983. Il Phylum Tardigrada. *Memorie dell'Istituto di Idrobiologia Dott Marco de Marci*. Vol. 41. Istituto Italiano di Idrobiologia Verbania Pallanza.
- Schuster, R. O. 1971. Tardigrada from Barranca del cobre Sinaloa and Chihuahua, México. *Proceeding of the Biological Society of Washinton*, 84: 2013–224.