



## Biodiversidad de Protura (Hexapoda: Entognatha) en México

### Biodiversity of Protura (Hexapoda: Entognatha) in Mexico

José G. Palacios-Vargas<sup>✉</sup> y Dafne Figueroa

Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito exterior s/n, Cd. Universitaria, 04510 México D. F., México.

✉ troglolaphysa@hotmail.com

**Resumen.** Se hace una breve descripción de la morfología de los Protura, así como de los caracteres taxonómicos más importantes; se dan algunos datos sobre su desarrollo y los ambientes donde viven. La lista de especies de México incluye 2 familias con 17 especies. Adicionalmente, se proporcionan 3 nuevas localidades para especies ya conocidas.

Palabras clave: Protura, morfología, biodiversidad, distribución de especies.

**Abstract.** A brief description of the morphology of the Protura is presented, as well as the most important taxonomic characters; some details about their development and habitats where they live are given. The list of species from Mexico includes 2 families with 17 species. In addition, 3 new localities are provided for species already known.

Key words: Protura, morphology, biodiversity, distribution of species.

#### Introducción

Los Protura se encuentran dentro del subphylum Hexapoda, actualmente considerados como una clase y su estilo de vida está vinculado con el suelo principalmente. Su talla va desde los 0.5 hasta los 2 mm de longitud; están poco esclerosados, presentando una coloración blanquecina, amarilla o castaña (Szeptycki y Bedano, 2005; Fig. 1). Son organismos apterigotos, entognatos con el abdomen provisto de 12 segmentos en el estado adulto. El primer par de patas cumple la función sensorial, por lo que está dirigido hacia adelante y recubierto por sedas y sensilas (Salázar-Martínez y Palacios-Vargas, 2011). Su nombre indica pro= hacia adelante y uron= cola. Su desarrollo es anamórfico (Copeland y Imadate, 1990), naciendo como larvas con sólo 9 segmentos abdominales. Se alimentan principalmente de bacterias y de líquidos de la materia orgánica en descomposición.

**Morfología del grupo.** Las partes o tagmas que componen el cuerpo de los proturos son: cabeza, tórax y abdomen. La cabeza tiene forma cónica, carece de antenas y ojos, pero presentan un par de pseudocelos (Copeland y Imadate, 1990), que difieren en forma, por lo que son una característica importante para diferenciar especies. La forma más común de los pseudocelos es ovalada con

una división longitudinal, como se aprecia en la figura 2 (tomada de Bu, 2010).

Presentan una glándula maxilar, que es diferente entre las especies. Otro carácter cefálico de importancia taxonómica es la hilera de sedas rostrales. Las piezas bucales son de tipo succionador primitivas, por lo que las mandíbulas son largas y delgadas pero no forman un tubo suctor como en el caso de los insectos alados. Sobre la boca está el labro y ventralmente el labio con 2 pares de palpos, uno maxilar y otro labial (Günther y Szucsich, 2011).

En el tórax se encuentran los 3 pares de patas, el más importante para la taxonomía del grupo es el primero, ya que su quetotaxia caracteriza a las especies y además reemplaza la función sensorial de las antenas. Para la quetotaxia de los tarsos se usa para indicar la ubicación de las sedas letras; las de la cara superior se representan con  $\alpha$ ; la ventral  $\beta$ ; la exterior  $\gamma$ , la cara interior  $\delta$  (Copeland, 1990). El primer par de tarsos terminan en forma de uña (Bu, 2010) y llevan un par de apéndices empodiales que

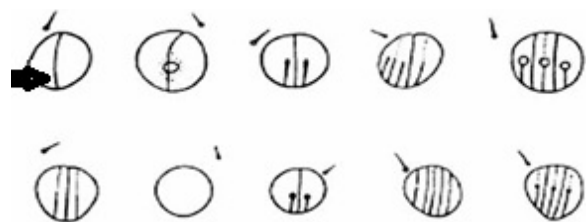


Figura 1. Proturo de la Familia Eosentomidae.

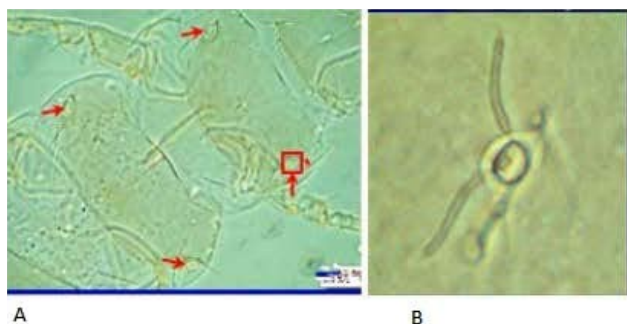
varían de longitud según los taxa. También presentan 2 pares de estigmas respiratorios (Fig. 3) ubicados en el mesonoto y metanoto, uno en cada lado cuya estructura varía según el grupo.

El abdomen está constituido por 12 segmentos en estado adulto, los primeros 8 similares en forma y tamaño, pero en el VIII segmento se presenta una línea transversal ubicada en el borde anterior del terguito (banda estriada) que en el caso de Eosentomoidea no se aprecia. También hay una estructura llamada peine en los Acerentomata con gran importancia taxonómica. En el segmento XI se encuentran las estructuras genitales (Tipping, 1998). Los segmentos abdominales I-III tienen estilos abdominales ventrales que son reminiscencia de apéndices (Fig. 4), el número de artejos y cantidad de sedas que tienen son caracteres diagnósticos a nivel supragenérico. Otros caracteres usados para su identificación, además de la quetotaxia del primer par de patas (número, forma, distribución de las sedas y sensilas) y del cuerpo son detalles de los genitales.

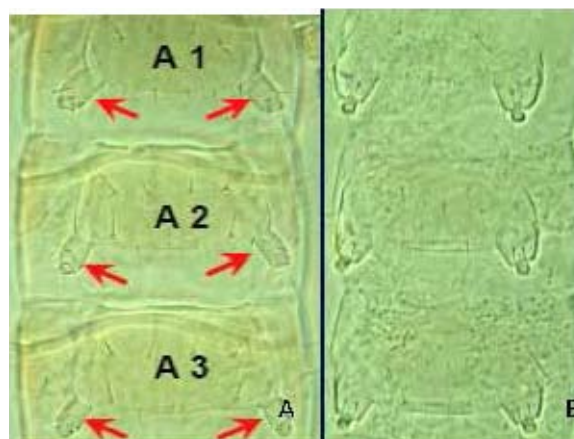
**Hábitats.** Estos organismos viven principalmente en suelos húmedos, se hallan desde la capa superficial hasta los 20 cm de profundidad (Ferguson, 1990); sin embargo, se encuentran principalmente en suelos ricos en materia orgánica y humus (Salazar-Martínez y Palacios-Vargas, 2011), también se les ha encontrado en muestras de hojarasca, musgos, líquenes, debajo de corteza de troncos



**Figura 2.** Tipos de pseudocelos. La forma más común se indica con una flecha.



**Figura 3.** Tórax de *Eosentomon sakura*: A, vista de los estigmas; B, acercamiento de un estigma (Bu, 2010).



**Figura 4.** Vista de los estilos abdominales: A, corresponde a *Hesperentomon* (Acerentomata); B, *Eosentomon* (Eosentomata) (modificado de Bu, 2010).

en descomposición y eventualmente en nidos de mamíferos. Rara vez se encuentran en cuevas y al parecer no hay especies troglobias. Se alimentan de bacterias y líquidos provenientes de materia orgánica en descomposición.

**Ciclo de vida.** Los estudios realizados para conocer su historia de vida y su desarrollo embrionario no han tenido mucho éxito ya que cultivar a los proturos ha sido una tarea difícil. El único grupo de investigación que obtuvo buenos resultados es el del Dr. Machida (Machida, 2006) de la Universidad de Tsukuba, Nagano, Japón.

Aún no se conoce si hay transferencia de espermatozoides de forma directa, mediante la cópula o indirectamente como el resto de los hexápodos apterigotos. La mayoría de los científicos asumen que la transferencia de espermatozoides es de forma indirecta a través de un espermatóforo. El corion de los huevos de los Protura puede ser liso o con protuberancias, recientemente se describió el desarrollo embrionario de *Baculentulus densus* (Günther y Szucsich, 2011).

### Diversidad

En el año 2007 se publicó el Catálogo de los Protura del Mundo (Szeptycki, 2007), donde se indica que hay un número aproximado de 788 especies, aunque recientemente Shang (2011) considera que existen 804. Según los datos de Szeptycki (2007), las descripciones realizadas son de 7.3 especies descritas por año, aunque estos datos son dependientes de la cantidad de especialistas en el grupo. La región del mundo donde más especies se conocen es Asia, en particular en China (204).

Los pocos trabajos realizados sobre proturos mexicanos son de Bonet (1942a, b, 1949, 1950) y otras

contribuciones importantes fueron hechas por Silvestri (1905), Ewing (1940) y Tuxen (1956, 1964). En México sólo se han registrado ejemplares pertenecientes a los órdenes Acerentomata (Berberentulidae) y Eosentomata (Eosentomidae). Anteriormente todos se consideraban de la familia Eosentomidae y sólo 17 taxa habían sido considerados (incluyendo “subespecies”) (Palacios-Vargas, 2000); pero ahora se sabe que son de 17 especies (Cuadro 1) (incluyendo el reciente trabajo de Bu y Palacios-Vargas (2012), lo que representa menos del 2% del total mundial. Cabe señalar que 7 especies (casi el 50%) conocidas del país proceden del estado de Veracruz, donde Bonet hizo numerosas colectas. Existen muchas regiones del país que no han sido muestreadas para buscar proturos, así que según datos de Zhang (2011), existen alrededor de 800 especies de Protura a nivel mundial, tomando en cuenta que en México tenemos el 10% de la diversidad, esto nos indica que debe haber un número cercano a las 100 especies.

En la sistemática de Protura, hoy en día considerado como una clase dentro de Hexapoda, se consideran 3 órdenes (Szeptycki, 2007). El orden Acerentomata, tiene

3 hileras de sedas en el meso y metanoto (anteriores, medias y posteriores), además cada apéndice abdominal está formado por un artejo con menos de 5 sedas (Fig. 4A). Contiene las familias Hesperentomidae, Protentomidae, Berberentomidae, Acerentomidae y Nipponentomidae. Los individuos de los órdenes Sinentomata y Eosentomata, presentan sólo 2 hileras de sedas, una anterior y otra posterior. El primero de ellos, incluye las familias Fujientomidae y Sinentomidae. El orden Eosentomata se caracteriza además por que cada apéndice abdominal tiene 2 artejos con 5 sedas (Fig. 4B), con 2 familias Eosentomidae y Antelientomidae.

### Agradecimientos

El M. en C. Arturo García Gómez (Facultad de Ciencias, UNAM) tomó la foto de la figura 1. El Dr. Yun Bu (Shanghai Institutes for Biological Sciences, Chinese Academy of Sciences, Shanghai) hizo la revisión y actualización de las especies de Protura de México y además identificó ejemplares que son nuevos registros de localidades para el país.

**Cuadro 1.** Listado de especies y sus localidades tipo. \*Indica registros nuevos

<i>Taxa</i>	<i>Localidad</i>
Acerentomata	
Berberentulidae	
<i>Bolivaridia revillagigedo</i> (Bu y Palacios-Vargas, 2012)	Isla Socorro, Colima*
<i>Bolivaridia chamelana</i> (Bu y Palacios-Vargas, 2012)	Chamela, Jalisco*
<i>Bolivaridia perissochaeta</i> (Bonet, 1942)	Quintana Roo y Veracruz
<i>Notentulus tropicus</i> (Bonet, 1942)	El Fortín, Veracruz
<i>Silvestridia artiochaeta</i> (Bonet, 1942)	Orizaba, Veracruz
<i>Acerentulus christensoni</i> (Ewing, 1940)	México, D. F.
Eosentomata	
Eosentomidae	
<i>Eosentomon wheeleri</i> (Silvetri, 1909)	Cuernavaca, Morelos
<i>Eosentomon recula</i> (Bonet, 1949)	Cañón de Petaquillas, Guerrero
<i>Eosentomon bolivari</i> (Bonet, 1949)	Chamela, Jalisco
<i>Eosentomon pelaezi</i> (Bonet, 1949)	Xochitepec, Morelos
<i>Eosentomon mexicanum</i> (Silvestri, 1949)	Popocatepetl, Puebla
<i>Eosentomon maya</i> (Bonet, 1950)	Puerto Morelos, Quintana Roo
<i>Eosentomon boneti</i> (Tuxen, 1956)	El Fortín, Veracruz
<i>Eosentomon destitutum</i> (Bonet, 1949)	Huatusco, Veracruz
<i>Eosentomon beltrani</i> (Bonet, 1949)	Plan del Río, Veracruz
<i>Eosentomon depilatum</i> (Bonet, 1950)	Tlapacoyan, Veracruz
<i>Isoentomon pumilio</i> (Bonet, 1950)	Puebla

### Literatura citada

- Bonet, F. 1942a. Sobre algunos proturos de México (nota preliminar). *Ciencia* 3:14-17.
- Bonet, F. 1942b. Descripción preliminar de dos Acerentomidae de México (Protura). *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 3:103-107.
- Bonet, F. 1949. Descripción preliminar de especies nuevas del género *Eosentomon* (Protura) I. El grupo *E. mexicanum*. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 10:225-234.
- Bonet, F. 1950. Descripción preliminar de especies nuevas del género *Eosentomon* (Protura) II. El grupo *E. pallidum* Ewing y sus especies afines. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 6:109-130.
- Bu, Y. y J. G. Palacios-Vargas. 2012. Two new species of *Bolivaridia* (Protura: Berberentulidae) from Mexico. *Zootaxa* 3517:53-62.
- Copeland, T. P. y G. Imadaté. 1990. Insecta: Protura. *In Soil biology guide*, D. L. Dindal (ed.). John Wiley and Sons Inc., New York. p. 911-933.
- Ewing, H. E. 1940. The Protura of North America. *Annals of the Entomological Society of America* 33:495-541.
- Ferguson, L. M. 1990. Insecta: Protura. *In Soil biology guide*, D. L. Dindal (ed.). John Wiley and Sons Inc., New York. p. 951-963.
- Günther, P. y N. U. Szucsich. 2011. 100 years of research on the Protura: many secrets still retained. *Soil Organisms* 83:309-334.
- Machida, R. 2006. Evidence from embryology reconstruction of the relationships of Hexapoda basal clades. *Arthropods Systematics y Phylogeny* 64:95-104.
- Palacios-Vargas, J. G. 2000. Protura y Diplura. *In Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. Vol. II, J. Llorente-Bousquets, E. González-Soriano y N. Papavero (eds.). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. p. 275-281.
- Salázar-Martínez, A. y J. G. Palacios-Vargas. 2011. Los ejemplares tipo de Protura (Hexapoda) depositados en la colección de la División Entomología del Museo de la Plata, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica de Argentina* 70:301-304.
- Silvestri, F. 1909. Descrizioni preliminari di vari Artropodi, specialmente d'America. I. Nouvo genere u nouve specie di Projapygidae (Thysanura). II Nuova especie de Acerentoidae (Protura). *Atti della Accademia Nazionale dei Lincei, Rendiconti* 5:7-10.
- Szeptycki, A. 2007. Catalogue of Protura of the world. *Wydawnictwa Instytutu Systematyki I Ewolucji Zwierząt Polskiej Akademii Nauk*. 210 p.
- Szeptycki, A. y J. C. Bedano. 2005. Faunistic records of Proturans from Argentina (Insecta: Protura). *Neotropical Entomology* 34:853-854.
- Tipping, C. 1998. Entognatha: Protura. University of Florida (ed.). Gainesville. 4 p.
- Tuxen, S. L. 1956. Meues uber die von Silvestri beschriebenen Proturen. *Bollettino del Laboratorio di Zoologia generale e agraria Portici "Filippo Silvestri"* 33:718-719.
- Tuxen, S. L. 1964. The Protura. A revision of the species of the World. Hermann, Paris. 360 p.
- Zhang, Z. Q. 2011. Animal Biodiversity: an outline of higher level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa* 4138:1-237.