

## CAPITULO 15. ORDENES DE HEXAPODA.

---

### 15.1 Orden Protura.

Estos organismos son diminutos, miden entre 0.6 a 2.5 mm de longitud. Las partes bucales son del tipo succionador primitivo, esto es que las mandíbulas son largas y delgadas pero no forman un tubo succionador similar al de los insectos alados. Carecen de ojos, antenas y alas; el segundo y tercer par de patas son cortas y al parecer no tienen alguna función especial, en tanto que el primer par tienen una función sensorial, por lo que las llevan en una posición elevada semejando antenas. Los tarsos son unisegmentados. Los primeros tres segmentos abdominales cuentan con estilos. El abdomen no presenta cercos (Figura 15.1).

La metamorfosis en estos hexápodos es gradual. Al emerger la larva del huevo, ésta cuenta con nueve segmentos abdominales y en cada una de sus tres mudas la larva adiciona un segmento anterior a la porción apical o telson, de tal manera que el abdomen del organismo adulto aparenta ser de 12 segmentos.

Los proturos viven en hábitats húmedos y se les ha separado por medio de embudos de Berlese de muestras de humus, hojas muertas, musgo, líquenes; también se han colectado debajo de corteza de madera en descomposición. Algunas especies se han colectado en nidos subterráneos de mamíferos; aparentemente éstos están asociados a hongos.

Para alimentarse ellos pican el micelio de los hongos asociados con las raíces de plantas vasculares; aunque el efecto de este tipo de alimentación todavía no se ha determinado.

Estos organismos tienen una distribución mundial, actualmente existen aproximadamente 200 especies descritas, agrupadas en 57 géneros y en 17 subfamilias y ocho familias. Para México sólo se registran 15 especies dentro de la familia Eosentomidea.

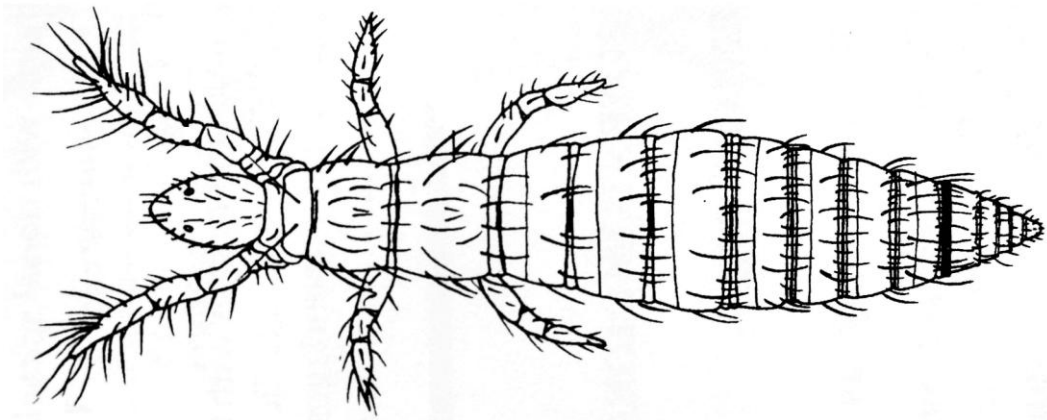


Figura 15.1.1. Adulto de Acerentomidae.

#### 15.1.1 Clave para las familias de Protura.

1. Tráqueas presentes, tórax con 2 pares de espiráculos; apéndices abdominales con 2 segmentos, con una vesícula terminal ..... Eosentomidea

- 1'. Tráqueas y espiráculos ausentes; apéndices abdominales sobre el segmento 3 unisegmentado, éstos con o sin vesícula terminal ..... 2
2. Cuando menos 2 pares de apéndices abdominales con vesícula terminal; la mayoría de los segmentos abdominales con una hilera de setas dorsales ..... Protentomidae
- 2'. Sólo el primer par de apéndices abdominales con vesícula terminal; la mayoría de los segmentos abdominales con dos hileras transversales de setas dorsales ..... Acerentomidae

#### Bibliografía.

- Berlese, A. 1909. Monografía dei Myrientomata. Redia 6: 1-182.
- Bernard, E. C. 1985. Two new species of Protura (Insecta) from North America. Proc. Biol. Soc. Wash. 98:72-80.
- Copeland, T. P. 1978. A new genus and two new species of Eosentomoidea (Protura: Eosentomidae). Proc. Entomol. Soc. Wash. 80(4):473-484.
- Ewing, H. E. 1940. The Protura of North America. Ann. Entomol. Soc. Am. 33:495-551.
- Francois, J. 1996. Thoracic skeleton and musculature of Protura. Annales de la Société Entomologique de France 32:233-249.
- Francois, J., R. Dallai, et al. 1992. Cephalic anatomy of *Sinentomon erythranum* Yin (Protura: Sinentomidae). International Journal Of Insect Morphology And Embryology 21(3):199-213.
- Imadaté, G. 1974. Fauna Japonica Protura (Insecta). Keigaku, Tokyo. 351 pp.
- Janetschek, H. 1970. Handbuch der Zoologie. Eine Naturgeschichte der Stämme des Tierreiches. 2nd ed., Band IV, 2. Haelfte, Teil 2/3; Spezielles, Protura. Walter de Gruyter, Berlin. 72 pp.
- Krauss, J., W. Funke. 1999. Extraordinary high density of Protura in a windfall area of young spruce plants. Pedobiologia, 433:44-46.
- Nosek, J. 1973. The European Protura: Their Taxonomy, Ecology and Distribution with Keys for Determination. Muséum d'Histoire Naturelle, Genève, Switzerland. 346 pp.
- Nosek, J. 1977. A new genus and six new species of Protura from Alaska (Protura:Acerentomidae, Eosentomidae). Entomol. Scand. 8:271-284.
- Nosek, J. and D. Keith McE. Kevan. 1978. Key and diagnoses of proturan genera of the world. Annot. Zool. Bot. Bratislava 122:1-54.
- Nosek, J. and D. Keith McE. Kevan. 1984. A species of Acerentomidae (Protura) new to Canada. Rev. Entomol. Que. 29:55-61.
- Szeptycki, A. 1985. Polish Protura. 111. *Eosentomon bohemicum* Rusek and related species, 1966. Polskie Pismo Entomologiczne 55:531—574.
- Szeptycki, A. 2002. The taxonomy of Protura - present status and future problems. Pedobiologia 46:209-214.
- Szeptycki, A. and E. Christian. 2001. *Vindobonella leopoldina* gen. n., sp n. from Austria (Protura : Acerentomidae s. l.). European Journal of Entomology 98:249-255.
- Szeptycki, A. and W. M. Weiner. 1997. *Najtentulus silvestris*, gen n, sp n (Protura: Acerentomidae) from the Western Europe. Annales de la Société Entomologique de France 33:19-27.
- Tuxen, S. L. 1931. Monographie der Proturen. 1. Morphologie nebst Bemerkungen über Systematik and Ökologie. Z. Morphol. Ökol. Tiere 22:671-720.

- Tuxen, S. L. 1949. Über den Lebenszyklus und die postembryonale Entwicklung zweier dänischer Proturangattungen. K. Dan. Vidensk. Selsk. Biol. Skr. 6(3):1-50.
- Tuxen, S. L. 1963. Phylogenetical trends in the Protura. Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung 1:277-310.
- Tuxen, S. L. 1964. The Protura. A Revision of the Species of the World with Keys for Determination. Hermann, Paris. 360 pp.
- Tuxen, S. L. 1984. *Brasilidia* and a new genus and species of Protura (Insecta) from Argentina. Together with an improvised key to Acerentomidae. Rev. Ecol. Biol. Sol 21:283-295.
- Tuxen, S. L. 1986. Protura (Insecta). Fauna of New Zealand 9. 52 pp.
- Yin, W.-Y. 1965. Studies on Chinese Protura. 11. A new family of the suborder Eosentomoidea. Acta Entomol. Sin. 14(2):186-195.
- Yin, W.-Y. 1983. Grouping the known genera of Protura under eight families with keys for determination. Contributions of the Shanghai Institute of Entomology 3:151-163.
- Yin, W.-Y. 1984. A new phylogeny of Protura with approach to its origin and systematic position. Scientia Sinica. Series B 27:149-160.
- Yin, W.-Y. 1999. Fauna Sinica. Arthropoda. Protura. Science Press, Beijing.
- Yin, W.-Y., R. Dallai, and L. Z. Xue. 1989. Sperm evolution in Protura. Pages 195-198 in Proceedings of the 3rd International Seminar on Apterygota. University of Siena.
- Yin, W.-Y. and L. Z. Xue. 1993. Comparative spermatology of Protura and its significance on Proturan systematics. Scientia Sinica. Series B 36:575-586.

## 15.2 Orden Collembola.

Se les conoce como colémbolos o colas de resorte. Estos son ápteros, diminutos y generalmente menores a los 6 mm; sin embargo, son capaces de saltar entre 75 a 100 mm. Su cuerpo es alargado u oval, su coloración es variable pudiendo ser blanca, gris, amarillo o moteado. Muchos de ellos llegan a presentar hasta ocho omatidias a cada lado de la cabeza, aunque otros tienen las omatidias reducidas y algunos son totalmente ciegos. Presentan antenas cortas de 4 a 6 segmentos; las partes bucales tienen una enorme variación, aunque por lo general son alargadas y siempre ocultas dentro de la cabeza. El abdomen cuenta con 6 o menos segmentos, sin cercos. Generalmente presentan una fúrcula, con la cual saltan, ésta se encuentra situada en el cuarto y quinto segmento abdominal. Presenta también una estructura pequeña y tubular llamada colofón situada en el primer segmento abdominal, esta estructura es muy importante en el balance hídrico y también les permite adherirse a superficies resbalosas (Figura 15.2). Los colémbolos generalmente son de vida corta; pocos sobreviven como adultos por más de uno o dos años, aunque en general su vida promedio es de tres meses.

Muchas especies viven en el suelo o en hábitats semejantes como tierra de hoja, bajo corteza, troncos caídos y en hongos; otros se encuentran sobre agua o sobre vegetación. Algunas especies son carnívoras que se alimentan de nemátodos, rotíferos y de otros colémbolos, aunque la gran mayoría se alimentan de material vegetal en descomposición, hongos y bacterias, y unas pocas especies comen heces de artrópodos, polen, algas y otros materiales. Pocas especies pueden ocasionar daños en jardines o cultivos; aquellas que atacan a los cultivos se les puede encontrar en tomate de cascara y alfalfa.

Los colémbolos son cosmopolitas y actualmente se tienen alrededor de 7,000 especies descritas en el mundo, para Estados Unidos y Canadá se registra 839 especies en 82 géneros. En México se presentan 550 especies en 105 géneros y 21 familias.

La clave que se brinda a continuación incluye a todas las familias de este orden en el mundo, ésta fue traducida con el permiso de los autores Frans Janssens y Kenneth Christiansen, misma que se puede encontrar en el idioma inglés en el sitio [www.collembola.org](http://www.collembola.org).

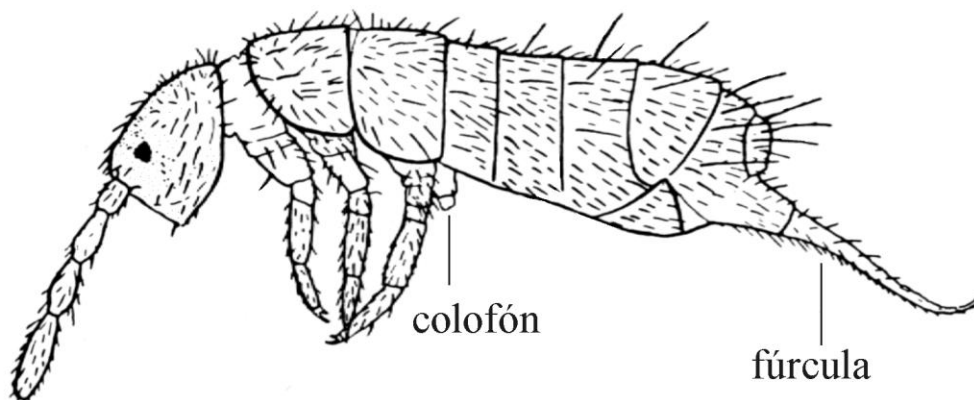


Figura 15.2.1. Colémbolo de la familia Entomobryidae.

15.2.1 Clave para las familias de Collembola.

1. Cuerpo dividido en dos partes; la primera formada por la cabeza y la segunda por una masa grande, consistiendo del tórax más o menos fusionado, el abdomen o segmentos abdominales 1-4 y una pequeña pieza que consiste de los segmentos abdominales 5 y 6 (Figura 15.2.2a) ..... 2
- 1' Cuerpo alargado, con al menos los segmentos abdominales 2-4 separados por suturas dorsales (Figura 15.2.2b,c) ..... 12



Figura 15.2.2

- 2(1). Antenas más largas que la cabeza, ojos generalmente presentes ..... 3
- 2'. Antenas más cortas que la cabeza, ojos ausentes ..... Neelidae
- 3(2). Cuerpo elipsoidal; diente del manubrio (dens) con 3 setas (Figura 15.2.3) ..... Mackenziellidae
- 3' Cuerpo más o menos globular (Figura 15.2.2a); diente (dens) con muchas setas ..... 4
- 4(3'). Con saco hueco que se origina ventralmente de la región cervical y rodea el cuello ..... Spinothercidae
- 4' Saco en la región cervical ausente ..... 5
- 5(4'). Cuarto segmento antenal mucho más corto que el tercero ..... Dicyrtomidae
- 5' Cuarto segmento antenal subigual o más largo que el tercero ..... 6
- 6(5). Hembras con apéndices subanales; machos con el segundo y tercer segmento antenal sin modificaciones ..... 7
- 6'. Hembras sin apéndices subanales; machos con el segundo y tercer segmento antenal modificados en órganos para sujetar (Figura 15.2.4) ..... Sminthuridae

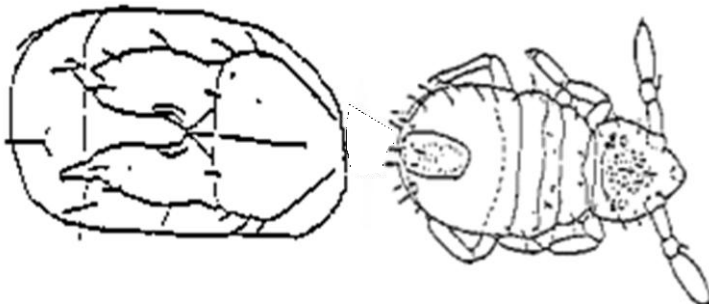


Figura 15.2.3

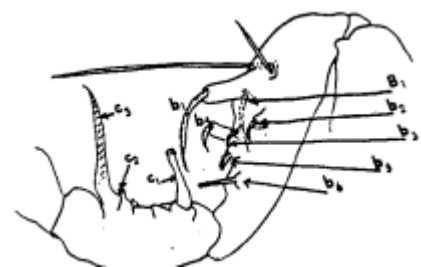


Figura 15.2.4

- 7(6). Con 4 o menos ocelos por lado ..... 8
- 7'. Con 6 o menos ocelos por lado ..... 9

- 8(7). Con 4 ocelos por lado ..... Collophoridae
- 8'. Con dos o menos ocelos ..... Arrhopalitidae
- 9(7'). Organo trocanteral ausente ..... 10
- 9'. Organo trocanteral presente (Figura 15.2.5) ..... 11
- 10(9). Con pelos grueso en todas las patas, que sirven para sostener, trepar o sujetar (Figura 15.2.6) ..... Bourletiellidae
- 10'. Sin pelos gruesos en las patas ..... Sminthuridae



Figura 15.2.5



Figura 15.2.6

- 11(9). Con pelos gruesos calvados y delgados, 3 o 6 en cada pata ..... Katiannidae
- 11'. Con pelos gruesos no calvados ..... Sturmiidae
- 12(1). Protergito ausente y generalmente no visible dorsalmente (Figura 15.2.7a) ..... 13
- 12'. Protergito presente y visible dorsalmente (Figura 15.2.7b) ..... 27



Figura 15.2.7

- 13(12). Cabeza hipognata, con algunos segmentos abdominales fusionados (Figura 15.2.8a,b) ..... 14
- 13'. Cabeza prognata (Figura 15.2.8c), con 6 segmentos abdominales claramente separados .. ..... 15
- 14(13). Segmentos abdominales 3 y 4 fusionados (Figura 15.2.8a) ..... Coenaletidae
- 14'. Segmentos abdominales 4-5 fusionados, segmento 6 reducido a valvas anales (Figura 15.2.8a) ..... Actaletidae



Figura 15.2.8

- 15(13'). Cuarto segmento antenal cuando menos la mitad de la longitud del tercero; mucro ausente o si está presente tiene pocas setas (Figura 15.2.9b) ..... 16
- 15'. Cuarto segmento antenal menos que la mitad de la longitud del tercero; mucro pubescente (Figura 15.2.9a) ..... Tomoceridae



Figura 15.2.9

- 16(15). Diente del manubrio con un fleco de escamas ciliadas largas (Figura 15.2.10) ..... Cyphoderidae
- 16'. Diente del manubrio sin un fleco de escamas ciliadas largas ..... 17



Figura 15.2.10

- 17(16'). Diente del manubrio dentado o ciliado (Figura 15.2.11a); mucro subigual en longitud al diente o más largo ..... Oncopoduridae
- 17'. Diente del manubrio con espinas simples (Figura 15.2.11b) o ausentes; mucro ausente o generalmente mucho más corto que el diente del manubrio ..... 18
- 18(17'). Mucro ausente ..... Microfalculidae
- 18'. Mucro presente ..... 19

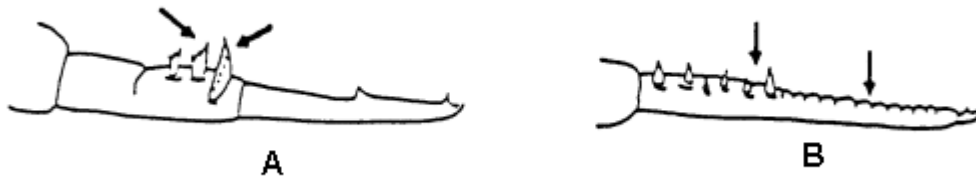


Figura 15.2.11

- 19(18). Diente del manubrio dorsalmente crenulado y curvado hacia arriba, basalmente en línea con el manubrio (Figura 15.2.12a) ..... 20
- 19'. Diente del manubrio recto y generalmente formando un ángulo basal obtuso con el manubrio (Figura 15.2.12b), generalmente no crenulado ..... Paronellidae



Figura 15.2.12

- 20(19). Antena con 5 o 6 segmentos ..... Entomobryidae  
 20'. Antena con 4 segmentos ..... 21  
 21(20'). Tercer segmento abdominal claramente más corto que el cuarto ..... 22  
 21'. Tercer segmento abdominal más largo o subigual que el cuarto ..... 24  
 22(21). Organo trocanteral ausente o rudimentario ..... 23  
 22'. Organo trocanteral presente (Figura 15.2.13) ..... Entomobryidae

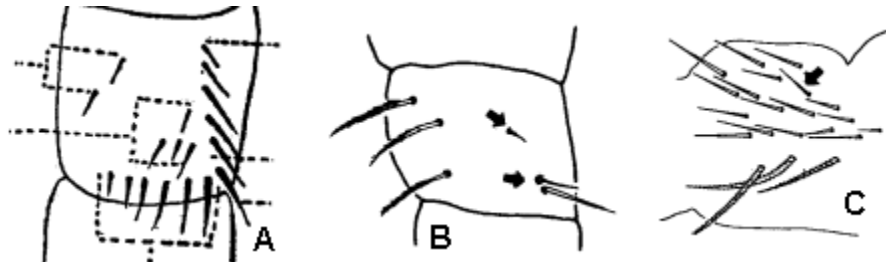


Figura 15.2.13

- 23(22). Organo trocanteral ausente ..... Isotomidae  
 23'. Organo trocanteral rudimentario, con 4 o 5 setas y ninguna de ellas corta y recta .....  
 ..... Praentomobryidae  
 24(21'). Escamas ausentes ..... 25  
 24'. Escamas presentes ..... Tomoceridae  
 25(24). Organo postantenal generalmente ausente; órgano trocanteral presente en la superficie  
 interna del trocánter (Figura 15.2.13a) ..... Entomobryidae  
 25'. Organo postantenal presente; órgano trocanteral ausente ..... 26  
  
 26(25'). Tercer y cuarto segmentos antenales anulados ..... Tomoceridae  
 26'. Tercer y cuarto segmentos antenales no anulados ..... Isotomidae  
 27(12'). Dientes del manubrio ausentes o vestigiales, si están presentes son relativamente cortos  
 y no anillados (Figura 15.2.14b) ..... 28  
 27'. Dientes más de tres veces la longitud del manubrio, con anillos distales o gránulos (Figura  
 15.2.14a) ..... Poduridae  
 28(27). Organo apical del cuarto segmento antenal ausente o sin muchas proyecciones  
 digitiformes ..... 29  
 28'. Organo apical del cuarto segmento antenal con muchas proyecciones digitiformes (Figura  
 15.2.15) ..... Gulgastruridae



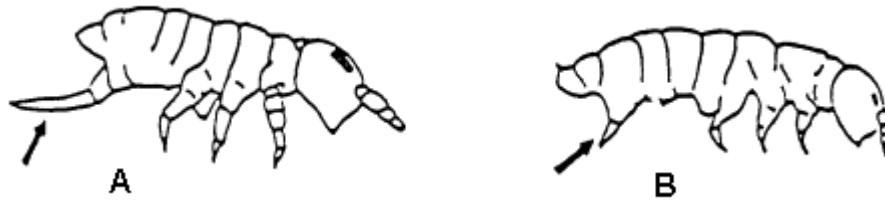


Figura 15.2.14



Figura 15.2.15

- 29(28). Organo sensorial del tercer segmento antenal complejo, con al menos seis elementos, 4-5 papilas externas y 1-3 estructuras sensorias internas (Figura 15.2.16a) ..... 30
- 29'. Organo sensorial del tercer segmento antenal con no más de dos o tres papilas protectoras o tres papilas protectoras y dos estructuras sensorias internas (Figura 15.2.16b), o con el órgano sensorial dividido en una sección dorsal y ventral, cada una con más de dos estructuras ..... 32

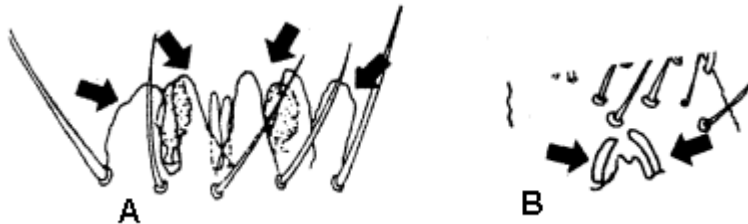


Figura 15.2.16

- 30(29). Abdomen con proyecciones laterales (Figura 15.2.17) ..... Pachytullbergiidae
- Abdomen sin proyecciones laterales ..... 31

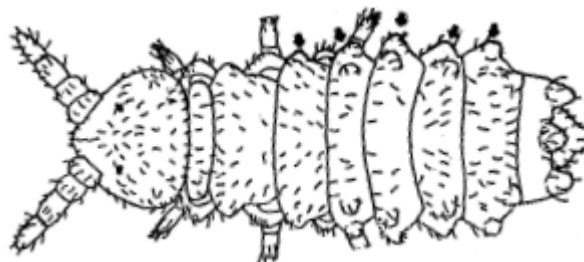


Figura 15.2.17

- 31(30). Organo postantenal ausente ..... Hypogastruridae
- 31'. Organo postantenal presente ..... Onychiuridae
- 32(29'). Pseudocelos (estructura circular u oval rodeada por una anillo cuticular con una patrón de ornamentación característico, posiblemente utilizado para liberar fluidos corporales repelentes contra depredadores) ausentes o visibles sólo con microscopio electrónico ..... 33
- 32'. Pseudocelos presentes, cuando menos en la base de las antenas (Figura 15.2.18) y/o sobre el dorso del quinto segmento abdominal ..... Tullbergiidae

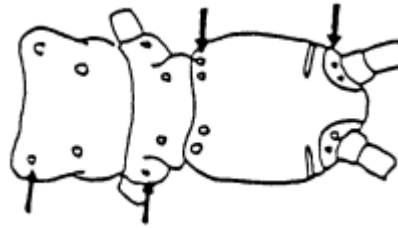


Figura 15.2.18

- 33(32). Tergo protorácico con papilas, pero no setas (Figura 15.2.19) ..... Isogastruridae
- 33'. Tergo protorácico con setas, pero no con papilas ..... 34

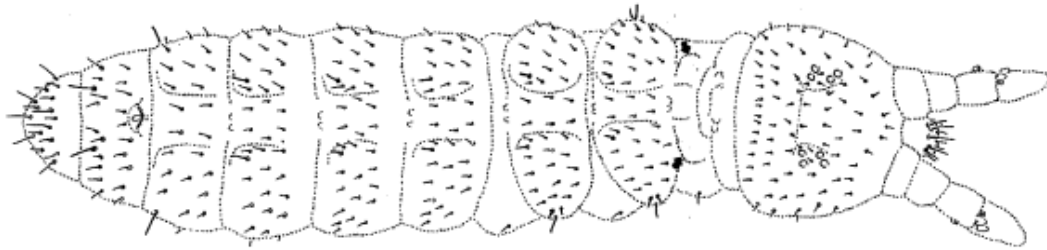


Figura 15.2.19

- 34(33'). Mandíbula ausente ..... Brachystomellidae
- 34'. Mandíbula presente ..... 35
- 35(34). Mandíbula sin placa molar (Figura 15.2.20b,c) ..... 36
- 35'. Mandíbula con placa molar (Figura 15.2.20a) ..... 37

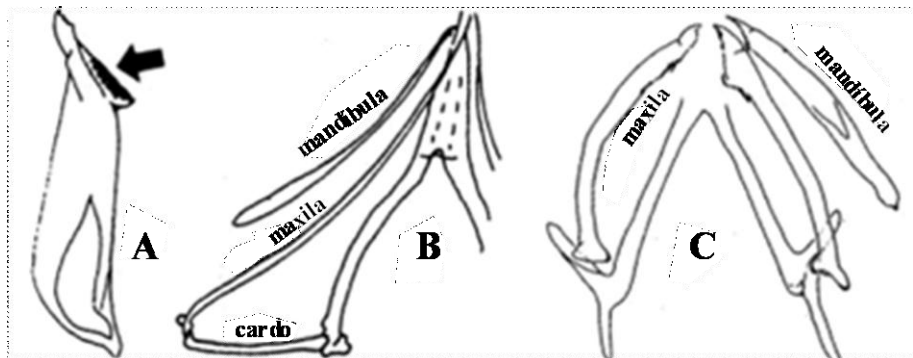


Figura 15.2.20

- 36(35). Mucro nunca trilamelado; entre el estípite y el fulcro (uno de dos procesos largos del tentorio) de la maxila existe un cardo definido (Figura 15.2.20b) ..... Neanuridae  
 36'. Mucro a menudo trilamelado (Figura 15.2.21); entre el estípite y el fulcro de la maxila no hay un cardo definido (Figura 15.2.20c) ..... Odontellidae

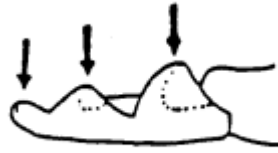


Figura 15.2.21

- 37(35'). Organo postantenal diminuto, cerca de 4. 6 micras o ausente ..... 38  
 37'. Organo postantenal presente, de tamaño normal ..... 39  
 38(37). Organo postantenal ausente; abdomen semi-ovoide; sexto segmento abdominal más corto que el quinto (Figura 15.2.22a) ..... Hypogastruridae  
 38'. Organo postantenal diminuto; abdomen cilíndrico; sexto segmento abdominal más largo que el quinto (Figura 15.2.22b) ..... Paleotullbergiidae

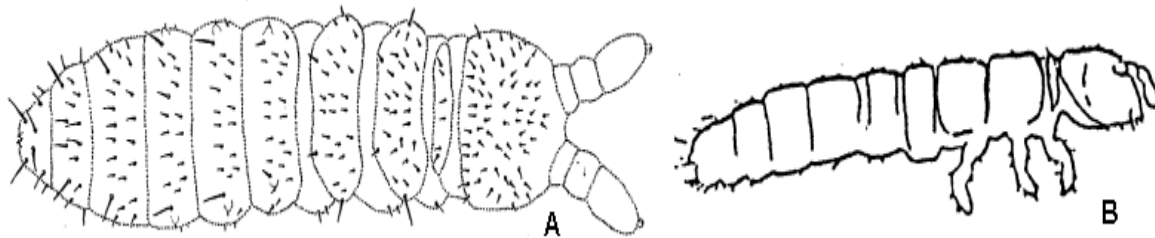


Figura 15.2.22

- 39(37'). Organo postantenal alargado (Figura 15.2.23) ..... Pachytullbergiidae  
 39'. Organo postantenal no alargado ..... Hypogastruridae

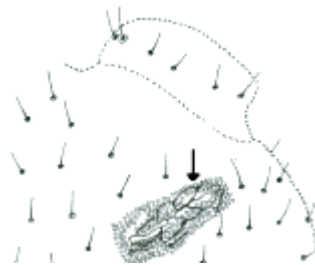


Figura 15.2.23

## Bibliografía.

- Bach de Roca, C., Gaju-Ricart, M. et Compte-Sart, A. 1999. Recientes aportaciones filogenéticas sobre los "Apterygota" (Collembola included)., *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 26: 379-395.
- Bretfeld, G. 1999. Synopses on Palaeartic Collembola, Volume 2. Symphypleona. *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz*, Band 71, Heft 1, 1999, p.1-318.
- Bush, J.W.M. et Hu, D.L. 2006. Walking On Water: Biocomotion at the Interface [Collembola included]., *Annual Review of Fluid Mechanics*, Vol. 38, January 2006, p.339-369.
- Carapelli, A., Lió, P., Nardi, F., van der Wath, E. et Frati, F. 2007. Phylogenetic analysis of mitochondrial protein coding genes confirms the reciprocal paraphyly of Hexapoda and Crustacea (Collembola included)., from Second Congress of Italian Evolutionary Biologists (First Congress of the Italian Society for Evolutionary Biology), Florence, Italy. 4-7 September 2006, *BMC Evolutionary Biology* 2007, 7 (Suppl 2), S8, 16 August 2007, p.S8.
- Castaño-Meneses, G. y J. G. Palacios-Vargas. 2007. Colémbolos (Hexapoda: Collembola) del parque internacional La Amistad (Pila), Provincia de Chiriquí, República de Panamá. *Entomología Mexicana* 6(2):1167-1172.
- Christiansen, K.A. in Dindal, D.L. 1990. *Insecta: Collembola.*, Soil biology guide., John Wiley et Sons, New York, Chichester etc., 1990, p.965-995.
- Christiansen, K.A. et Nascimbene, P. 2006. Collembola (Arthropoda, Hexapoda) from the mid Cretaceous of Myanmar (Burma)., *Cretaceous Research*, 2006, 27, p.318-363.
- Christiansen, K.A. et Pike, E. 2002. Cretaceous Collembola (Arthropoda, Hexapoda) from the Upper Cretaceous of Canada., *Cretaceous Research*, 2002, 23, p.165-188.
- Cook, C.E., Yue, Q.-Y. et Akam, M. 2005. Mitochondrial genomes suggest that hexapods and crustaceans are mutually paraphyletic (Collembola included)., *Proceedings of the Royal Society B*, 2005, 272, p.1295-1304.
- Dallai, R. et Malatesta, E. 1973. *Recherche sui Collemboli. XIX. La fine struttura epicuticolare di Podura ed Actaletes.*, *Redia*, vol. LIV, 1973, p.135-139.
- Dallai, R., Fanciulli, P.P. et Frati, F. 2000. Post-zygotic Sex-determination in Symphypleonan Collembola: cytological implications and evolutionary significance., *Rendiconti*, Anno XLVIII - 2000, p.35-63.
- De Bruyn, L., Barra, J.-A. & Janssens, F. 2000-2004. Some notes on the Ultrastructure of the Cuticula of Collembola (Pancrustacea). (in prep.).
- Deharveng, L. 2004. Recent advances in Collembola systematics., 6th International Seminar on Apterygota, Siena, Italy, 2002, *Pedobiologia*, 48, 2004, p.415-433.
- Deharveng, L. 2004. Recent advances in Collembola systematics., 6th International Seminar on Apterygota, Siena, Italy, 2002, *Pedobiologia*, 48, 2004, p.415-433.
- Deharveng, L. in Christiansen, K. 2000. (in litt.) A tentative key to Poduromorpha families and subfamilies, email, 2000.09.23.
- D'Haese, C.A. 2002. Were the first springtails semi-aquatic? A phylogenetic approach by means of 28S rDNA and optimization alignment., *Proc. R. Soc. Lond.*, B (2002), 269, p.1143-1151.
- D'Haese, C.A. 2003. Morphological appraisal of Collembola phylogeny with special emphasis on Poduromorpha and a test of the aquatic origin hypothesis., *The Norwegian Academy of Science and Letters, Zoologica Scripta*, 32, 6, November 2003, p.563-586.

- Fjellberg, A. in Dallai, R. 1989. Redescription of *Mackenziella psocoides* Hammer, 1953 and discussion of its systematic position (Collembola, Mackenziellidae)., Third International Seminar on Apterygota, Siena, Italy, p.93-105.
- Giribet, G., Edgecombe, G.D. et Wheeler, W.C. 2001. Arthropod phylogeny based on eight molecular loci and morphology (Collembola included)., *Nature*, Vol 413, 13 September 2001, p.157-161.
- Handschin, E. in Dahl, F. 1929. Die Tierwelt Deutschlands. 16. Teil. Urinsekten oder Apterygota (Protura, Collembola, Diplura und Thysanura). Jena. p.1-150.
- Handschin, E. 1955. Considérations sur la position systématique des Collembolés., Mémoires de la Société Royale d'Entomologie de Belgique, Tome Vingt-Septième, Volume Jublaire, 1955, p.40-53.
- Hopkin, S.P. 1997. Biology of the Springtails (Insecta: Collembola)., Oxford University Press. 1997. p.1-330.
- Hanssens, F. 1999-2007. Note on the Morphology and Origin of the Foot of the Collembola. (in prep.).
- Janssens, F. 2000-2005. Note on the Collembolan Ordinal Morphogenetic Relationships (Hexapoda: Collembola). (in prep.).
- Jordana, R. et Arbea, J.I. in Ramos, M.A. & al. 1997. Collembola, Poduromorpha, Familia Poduridae y Familia Hypogastruridae. Fauna Ibérica, vol. 8., Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, p.1-233.
- Lee, B.-H. et Thibaud, J.-M. 1998. New Family Gulgastruridae of Collembola (Insecta) Based on Morphological, Ecobiological and Molecular Data., *Korean J. Biol. Sci.* 2, 1998, p.451-454.
- Lubbock, J. 1873. Monograph of the Collembola and Thysanura. Ray Society. London. p.1-276.
- Moen, P. et Ellis, W.N. 1984. Morphology and Taxonomic Position of *Podura aquatica* (Collembola). *Entomol. Gener.* 9(4), Stuttgart, p.193-204.
- Palacios-Vargas, J.G. 1977. Catálogo de los Collembola de México. Coordinación de servicios editoriales, Facultad de Ciencias, UNAM. (1997) 102pp.
- Palacios-Vargas, J.G. 1990. Diagnosis y clave para determinar las familias de los Collembola de la Región Neotropical., *Manuales y Guías para el Estudio de Microartrópodos*, I, p.1-15.
- Palacios-Vargas, J.G. in Bousquets, J.L. et Luna, I. 1994. XXI. Problemas en la taxonomía de algunos artrópodos: hexapoda (apterygota) [Collembola included]. In: *Taxonomía biológica.*, Fondo de Cultura Económica, UNAM, p.397-418.
- Palacios-Vargas, J.G., G. Castaño Meneses y B.E. Mejía Recamier (2000). Collembola. En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. Vol. II, Universidad Nacional Autónoma de México. pág. 249-273.
- Palacios-Vargas, J. G. 2005. *Friesea* (Collembola: Neanuridae) de México, nuevas especies y redescipción de *F. carlota*. *Folia Entomológica Mexicana*. 44(1):87-96.
- Palacios-Vargas, J. G. & M. R. Peñaranda-Parada. 2005. Two new Species of *Paranura* (Collembola: Neanuridae) from Colombia and México. *J. Kansas Entomol. Society*, 78(4):197-206.
- Palacios-Vargas, J.G. 2007. A new species of *Denisiella* (Collembola: Sminthurididae) from Panama and new records for *D. sexpinnata* (Denis, 1938). *Zootaxa* . 1637:63-68.
- Palacios-Vargas, J. G. & F. Janssens. 2006. Two new American species of *Paraxenylla* (Collembola: Hypogatruridae) and ecological notes. *Zootaxa* . 1312:37-47.
- Palacios-Vargas, J. G. & J. C. Simón. 2007. Three New Species of *Nahuanura* (Collembola: Nenaauridae) from Mexico. *Southwestern Entomologist*. 32(3):169-175.

- Park, K.-H. 2002. Phylogenetic Analysis of Collembola Based on Highly Variable Region of 28S rRNA Gene Sequence., Korean J. Genetics, 24 (1), March 2002, p.21-29.
- Regier, J.C. et Shultz, J.W. 1997. Molecular Phylogeny of the Major Arthropod Groups Indicates Polyphyly of Crustaceans and a New Hypothesis for the Origin of Hexapods (Collembola included)., Mol. Biol. Evol., 14 (9), 1997, p.902-913.
- Salmon, J.T. 1964. An Index to the Collembola, Volume 1, Royal Society of New Zealand, Bulletin No.7, Wellington, p.1-144.
- Simón, J. C. & J. G. Palacios-Vargas. 2007. New species of *Pseudosinella* (Collembola: Entomobryidae) from Iberian Peninsula. Zootaxa. 1479: 9-19.
- Soto-Adames, F.N. in Maddison, D.R. et Maddison, W.P. 1996. The Tree of Life Project. Collembola.
- Soto-Adames, F.N., Barra, J.-A., Christiansen, K. et Jordana R. 2008. Suprageneric Classification of Collembola Entomobryomorpha., Annals of the Entomological Society of America, Vol. 101, no. 3, May 2008, p.501-513.
- Szeptycki, A. 1979. Chaetotaxy of the Entomobryidae and its phylogenetical significance, Morpho-systematic studies on Collembola IV, Kraków, p.1-218.
- Thibaud, J.-M. 1970. Biologie et écologie des Collemboles Hypogastruridae édaphiques et cavernicoles., Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, Nouvelle Série, Série A, Zoologie, Tome LXI, Fascicule 3, p.83-201.
- Xiong, Y., Gao, Y., Yin, W.-Y. et Luan, Y.-X. 2008. Molecular phylogeny of Collembola inferred from ribosomal RNA genes., Molecular Phylogenetics and Evolution, 49, p.728-735.
- Zhang, F., J. G. Palacios-Vargas & J.-X. Chen. 2007. The gen us *Willowsia* and its Mexican Species (Collembola: Entomobryidae). Annals of the Entomological Society of America . 100 (1):36-40.

### 15.3 Orden Diplura.

La mayoría de los dipluros son muy pequeños y por lo general miden menos de 10 milímetros de longitud; sin embargo, algunas especies pueden alcanzar los 50 milímetros. Son de cuerpo blando, alargados y delgados, ligeramente aplanados, carecen de escamas. De color blanco a amarillo pálido y algunas especies presentan la parte apical del abdomen oscura. Cabeza grande, antena fuerte, moniliforme, multisegmentada y más larga que la cabeza; ojos y ocelos ausentes. Partes bucales de tipo picador, aunque éstas están retraídas en la cabeza. Carecen de alas. Patas cortas, delgadas y no tienen modificaciones especiales. El abdomen es largo y delgado, con un par de cercos prominentes terminales, los cuales pueden ser multisegmentados o unisegmentados y en forma de pinzas; los segmentos abdominales 1 a 7 o 2 a 7 presentan pares de pequeños apéndices denominados estilos.

Algunos dipluros, en especial los de mayor tamaño, en ocasiones se pueden confundir con tijerillas (Dermaptera) debido a la presencia de un cerco; aunque fácilmente se pueden separar debido a que los dipluros carecen de ojos y presentan estilos abdominales.

La fertilización es similar a la de los colémbolos, en donde el macho deposita un espermátforo en el substrato y la hembra posteriormente lo toma. Las hembras depositan los huevos en grupos sobre vegetación en descomposición o sobre grietas en el suelo. Algunas especies pueden guardar los huevos y las larvas jóvenes. Su desarrollo es lento y los dipluros jóvenes parecen adultos. Las mudas continúan a través de su vida y un adulto puede presentar hasta 30 mudas durante su vida, que por lo general no sobrepasan el año.

La mayoría de las especies son herbívoras y se alimentan sobre una gran variedad de material vegetal. La especie que tienen el cerco en forma de pinza son carnívoras y esperan escondidas en el suelo con su cola sobre la superficie para capturar cualquier artrópodo que se ponga en contacto con sus pinzas.

A los dipluros es fácil encontrarlos en vegetación en descomposición, en suelos inundados, bajo troncos, piedras, corteza de árboles o en cavernas.

En el mundo se han descrito 659 especies. Para Estados Unidos y Canadá actualmente se tienen registradas 64 especies en 19 géneros; en tanto que para México se citan 48 especies en 13 géneros.

#### 15.3.1 Clave para las familias de Diplura.

1. Adultos con cerco unisegmentado y en forma de pinzas ..... 2
- 1'. Adultos con cerco multisegmentado, sin forma de pinza) ..... 3
- 2(1). Palpo labial presente; segmento antenal 4-6 con tricobotrias (Figura 15.3.1) ..... Japygidae
- 2'. Palpo labial ausente; segmento antenal 4 sin tricobotrias (Figura 15.3.2) ..... Parajapygidae
- 3(1'). Cerco largo y multisegmentado, tan largo como la antena ..... Campodeidae
- 3'. Cerco corto con 8 segmentos, más corto que la antena ..... 4
- 4(3'). Estilos presentes en los segmentos abdominales 1-7; las tricobotrias antenales empiezan en el quinto segmento ..... Anajapygidae
- 4'. Estilos presentes en los segmentos abdominales 2-7; las tricobotrias antenales empiezan en el tercer segmento (Figura 15.3.3) ..... Procampodeidae

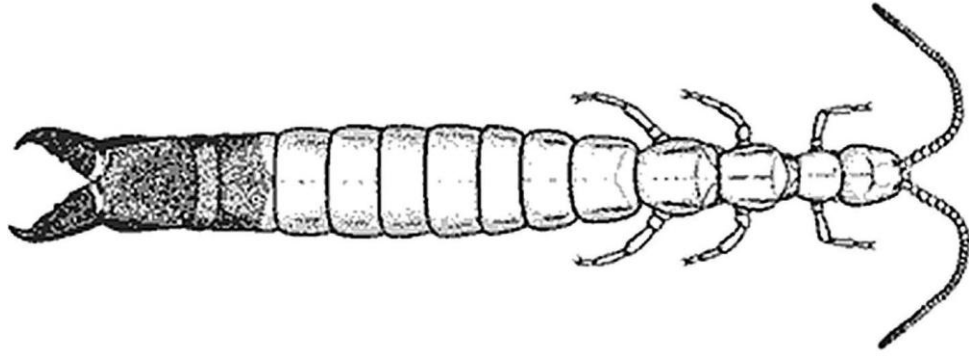


Figura 15.3.1

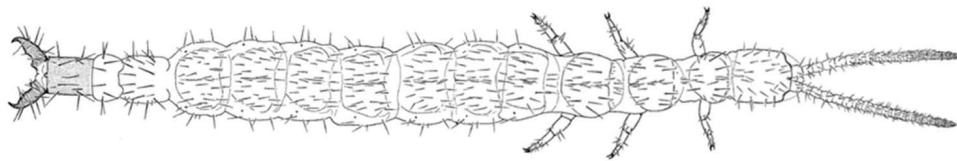


Figura 15.2.2.

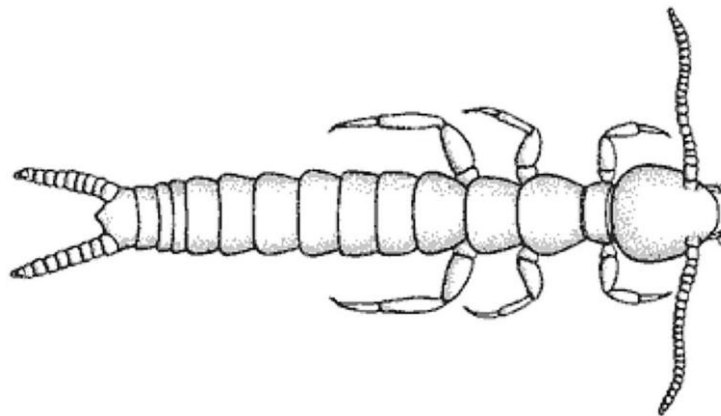


Figura 15.3.3

#### Bibliografía.

- Bareth, C. and B. Condé. 1958. Campodéidés endogés de l'ouest des États-Unis (Washington, Oregon, Californie, Arizona). Bull. Soc. Linn. Lyon 27:226-248,265-276,297-304.
- Chandler, L. 1956. The orders Protura and Diplura in Indiana. Proc. Indiana Acad. Sci. 66:112-114.
- Condé, B. 1949. Campodéidés cavernicoles de la région Appalaches. Notes Biospeol. 4:125-137.
- Condé, B. 1956. Matériaux pour une monographie des Diploures Campodéidés. Mem. Mus. Natl. Hist. Nat. (Paris) Ser. A Zool. 12(1955):1-202.



- Condé, B. 1973. Campodéidés endogés de l'Est des États-Unis. Bull. Soc. Linn. Lyon 42(special):17-29.
- Condé, B. and P. Geeraert. 1962. Campodéidés endogés du centre des États-Unis. Arch. Zool. Exp. Gen. 101:73—160.
- Condé, B. and J. Pagés. 1991. Diplura. Pages 269-271 in Insects of Australia: A Textbook for Students and Research Workers. Volume I. Second Edition. I. D. Naumann, P. B. Carne, J. F. Lawrence, E. S. Nielsen, J. P. Spradberry, R. W. Taylor, M. J. Whitten and M. J. Littlejohn eds. Carlton, Victoria, Melbourne University Press.
- Condé, B. and J. Thomas. 1957. Contribution à la faune des Campodéidés de Californie (Insectes Diploures). Bull. Soc. Linn. Lyon 26:81—96,118—127,142-155.
- Ferguson, L. M. 1981. Cave Diplura of the United States, Proc. 8th Int. Cong. Speleol. (Bowling Green, KY).1:11-12.
- Ferguson, L. M. 1990. Insecta: Diplura. Pages 951-964 in Soil Biology Guide. D. Dindal, ed. John Wiley & Sons, New York.
- García, G. A. & G. Castaños M. 2007. Nuevo *Symphylurinus* (Diplura: Projapygidae) para México. Revista Mexicana de Biodiversidad 78: 79-84.
- Gereben-Krenn, B.-A. and G. Pass. 1999. Circulatory organs of Diplura (Hexapoda): the basic design in Hexapoda. International Journal of Insect Morphology 17:60-68.
- González, R. H. 1964. Japygoidea de Sud America. 6. Revisión de la Familia Dinjapygidae (Womersley, 1939) (Insecta:Diplura). Acta Zool. Lilloana 20:113-128.
- Hilton, W. A. 1932. The Campodea of California. J. Entomol. Zool. (Claremont) 24:47-51.
- Hilton, W. A. 1936. Campodea from the United States. J. Entomol. Zool. (Claremont) 28:5-10.
- Ikeda, Y. and R. Machida. 1998. Embryogenesis of the dipluran *Lepidocampa weberi* Oudemans (Hexapoda, diplura, Campodeidae): External morphology. Journal of Morphology 237:101-115.
- Ikeda, Y. and R. Machida. 2001. Embryogenesis of the Dipluran *Lepidocampa weberi* Oudemans (Hexapoda : Diplura, Campodeidae): Formation of dorsal organ and related phenomena. Journal of Morphology 249:242-251.
- Koch, M. 1997. Monophyly and phylogenetic position of the Diplura (Hexapoda). Pedobiologia 41:9-12.
- Kosaroff, G. 1935. Beobachtungen über die Ernährung der Japygiden. Mitt. Naturwiss. Inst. Sofia 8:181-185.
- Lawrence, R. F. 1953. The Biology of the Cryptic Fauna of Forests. A. A. Balkema. Cape Town, South Africa. 408 pp.
- Luan, Y., R. Xie, and W. Yin. 2002. Preliminary study on phylogeny of Diplura. Zoological Research 23(2): 149-155.
- Marten, W. 1939. Zur Kenntnis von Campodea. Z. Morph. Oekol. Tiere 36:41-88.
- Paclt, J. 1957. Diplura. Genera Insectorum de P. Wytzman, fasc. 212E. 123 pp.
- Pagés, J. 1951. Contribution à la connaissance des diploures. Bull. Sci. Bourgogne 13, Suppl. 9. 97 pp., 12 plates.
- Pagés, J. 1959. Remarques sur la classification des diploures. Trav. Lab. Zool. Fac. Sci. Dijon 26. 25 pp.
- Palacios-Vargas, J.G. 2000. Protura y Diplura. En: Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. II, Universidad Nacional Autónoma de México. pág. 275-281.

- Pierce, W. D. 1951. Fossil arthropods from Onyx-Marble. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences* 50:34-49.
- Reddell, J. R. 1983. A checklist and bibliography of the Japygoidea (Insecta: Diplura) of North America, Central America, and the West Indies. *Texas Mem. Mus., Pearce Sellards Ser.* (37): 1-41.
- Silvestri, F. 1932. Campodeidae (Thysanura) de España. Parte primera. *Eos* 8:115-164.
- Silvestri, F. 1933. Quàrto contribúto alla conoscènza dei Campodeidae (Thysanura) del Nord Amèrica. *Boll. Lab. Zool. Cen. Agrar. Portici* 27:156—204.
- Silvestri, F. 1947. On some Japygidae in the Museum of Comparative Zoology (Dicellura). *Psyche (Camb.)* 54:209-229.
- Silvestri, F. 1948. Japyginae (Japygidae: Insecta: Diplura) della fauna Italiana finora note. *Boll. Lab. Entomol. Agrar. Portici* 8:236-296.
- Smith, L. E. 1960. The family Projapygidae and Anajapygidae (Diplura) in North America. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 53:575-583.
- Wilson, H. M. and D. M. Martill. 2001. A new japygid Dipluran from the Lower Cretaceous of Brazil. *Paleontology* 44:1025-1031.
- Wygodzinsky, P. 1941. Beiträge zur Kenntnis der Dipluren und Thysanuren der Schweiz. *Denkschr. Schweiz. Naturforsch. Ges.* 74(2):113-227.