

Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana

LUNA, I., J.J. MORRONE Y D. ESPINOSA (EDS.)



Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Mtro. Juan Rafael Elvira Quesada
Secretario Técnico

Dr. José Sarukhán Kermez
Coordinador Nacional

Mtra. Ana Luisa Guzmán y López Figueroa
Secretaria Ejecutiva

M. en C. María del Carmen Vázquez Rojas
Directora de Evaluación de Proyectos

Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Juan Ramón de la Fuente
Rector

Dr. René Drucker Colín
Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Alfredo Sánchez Figueroa
Director de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

Dra. Tila María Pérez Ortiz
Directora del Instituto de Biología

Dr. Fernando Alfredo Cervantes Reza
Secretario Académico del Instituto de Biología

Biól. Noemí Chávez Castañeda
Secretaria Técnica del Instituto de Biología

Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana

Editores

Isolda Luna, Juan J. Morrone y David Espinosa

Diseño de portada y formación de interiores: Adrián D. Fortino O.

Fotografía de la portada: Lucía Almeida-Leñero

Fotografías de las guardas: Lucía Almeida-Leñero, Adrián Fortino y Arturo Montero.

Primera edición, 2007

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza e Instituto de Biología
Universidad Nacional Autónoma de México

ISBN 978-970-32-4871-1

Impreso y hecho en México.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra por cualesquiera medios, sin el permiso escrito de los titulares de los derechos.

Collembola

JOSÉ G. PALACIOS-VARGAS, LEOPOLDO Q. CUTZ-POOL Y DANIEL A. ESTRADA BÁRCENAS

Resumen. La presente contribución tiene como principales objetivos la elaboración de un listado taxonómico de los colémbolos presentes en la Faja Volcánica Transmexicana y la revisión bibliográfica de los estudios sobre el grupo en esta provincia biogeográfica. Se han registrado 228 especies de colémbolos, que equivalen al 34% del total de especies conocidas para el país (672 especies). Además del listado faunístico ordenado filogenéticamente, se proporciona información sobre los hábitats en los que se ha colectado cada especie y se discuten algunos aspectos ecológicos y de distribución geográfica.

Abstract. Main objectives of this work are to offer the taxonomic list of the Collembola from the Transmexican Volcanic Belt, and the bibliographic revision of the studies made on them in this biogeographic province. Currently 228 species are known from the area, which represent 34% of the total species recorded in Mexico (672 species). Additional to the phylogenetically ordered faunistic list, information about the different habitats occupied by each species is included, and their ecological and geographical distribution is discussed.

INTRODUCCIÓN

Los colémbolos son microartrópodos, que junto con los ácaros constituyen un importante componente de la mesofauna edáfica en la mayoría de los ecosistemas terrestres (Palacios-Vargas 1985, Fountain y Hopkin 2004). Estos organismos viven en ecosistemas tanto húmedos como secos, desde el ártico hasta los Alpes, desde la tundra hasta los desiertos y las selvas tropicales (Hopkin 1997, 2002b). Su abundancia puede llegar a más de un millón de organismos por 100 m² y la riqueza específica va de 1-3 a 50-60 especies en un ecosistema (Cutz-Pool *et al.* 2003a; Palacios-Vargas 1985, 2003; Palacios-Vargas *et al.* 1998, 1999; Rusek 1998; Vázquez y Palacios-Vargas 2004).

A nivel mundial se conocen más de 7500 especies de colémbolos y se considera que esta cantidad sólo representa una proporción muy baja del número de especies que pueden existir y que aún falta descubrir (Janssens 2005). Si bien se cuenta con algunos catálogos y listados faunísticos para algunas áreas en particular, hay otras regiones de las cuales se conoce muy poco de esta fauna (Palacios-Vargas y Gómez-Anaya 1993; Palacios-Vargas, 1997, 2003; Palacios-Vargas *et al.* 2000; Cutz-Pool *et al.* 2003a; Vázquez y Palacios-Vargas 2004). Se han realizado análisis biogeográficos para algunos géneros de colémbolos gracias a la información con la que se cuenta, mientras que para otros la información es

escasa (Carapelli *et al.* 2001; Mari-Mutt y Bellinger, 1990, 1996; Palacios-Vargas 1997). Por otra parte, la metodología de los muestreos y la falta de registros sistemáticos impiden documentar la biodiversidad en una escala global. Su forma de vida está bien diferenciada ecomorfológicamente y su nicho ecológico juega un importante papel funcional en los procesos de descomposición del material vegetal muerto, del ciclo de nutrientes y de la formación de la microestructura del suelo (Cassagne *et al.* 2003).

El cuerpo de los Collembola se divide en tres regiones o tagmas: a) la cabeza tiene un par de antenas con cuatro artejos (a veces subdivididos), un par de ojos con un máximo de ocho corneolas a cada lado, siendo algunas especies cavernícolas o de suelos profundos ciegos, y las piezas bucales (mandíbulas y maxilas) son entognatas, encontrándose en una cavidad bucal; b) el tórax está conformado por tres segmentos, cada uno con un par de patas; y c) el abdomen puede ser comprimido dorsoventralmente o laterolateralmente y tiene seis segmentos, en algunas especies los segmentos abdominales IV-VI pueden fusionarse, siendo difícil su análisis taxonómico (Hopkin 1997, 2002b). El nombre Collembola deriva de las palabras griegas "colla", que significa pegamento, y "embolon", que significa pistón o tubo. El tubo ventral o colóforo, situado en la cara ventral del primer segmento abdominal, es un tubo pegajoso, que usan los colémbolos para adherirse a las superficies lisas. Es una estructura con una pared del-

gada, envuelta por un fluido que se intercambia con el medio ambiente (Hopkin 1997, 2002b).

Otra estructura muy típica de los Collembola es un órgano para saltar llamado fúrcula. Esta estructura evolucionó a partir de un par de apéndices, los cuales se fusionaron en sus bases. Se localiza en la cara ventral del cuarto segmento abdominal, el cual generalmente está adosado, fijo por una estructura llamada "tenáculo", que se encuentra en el tercer segmento abdominal (Hopkin 1997, 2002b). Algunas especies han perdido la fúrcula y tienen estructuras vestigiales, las que están completamente ausentes en especies que se encuentran viviendo en cavernas y suelos profundos (Hopkin 1997, 2002b; Palacios-Vargas *et al.* 2000).

Los colémbolos son animales pequeños, que miden menos de un milímetro, aunque *Tetrodontophora bielanensis* (Onychiuridae) puede medir hasta 9 mm de largo y algunos miembros de la familia Neanuridae miden hasta 10 mm o más. Especies como *Tomocerus longicornis* miden hasta 6 mm de largo excluyendo las antenas. Uno de los más pequeños es *Nahuanura ce*, que mide menos de un milímetro de longitud. Algunos Collembola son multicolores, como *Paralobella oussetii*, cuya cabeza y los dos primeros segmentos torácicos son amarillos, el tercer segmento torácico y los tres primeros segmentos abdominales son rojos y los siguientes segmentos abdominales son blancos (Hopkin 2002a, b).

La colección de colémbolos mexicanos del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos (LESM) de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, cuenta con más de 63 000 ejemplares, repartidos en 672 especies y cerca de 107 géneros agrupados en 22 familias. Este material se encuentra catalogado y constituye parte de la fauna colembológica proveniente de muestreos sistemáticos, así como de recolecciones esporádicas en 30 estados del territorio nacional (Palacios-Vargas *et al.* 2004). Entre los estados mejor estudiados y que presentan gran riqueza específica están Veracruz, Estado de México, Guerrero, Morelos, Distrito Federal e Hidalgo (Palacios-Vargas *et al.* 2000, 2004).

En la franja del territorio mexicano comprendido entre los 18 y 22° N se levanta el sistema orográfico denominado Faja Volcánica Transmexicana o Eje Volcánico Transmexicano (Morrone 2001, 2002; Morrone *et al.* 2002), espacio biogeográfico que comprende los edificios volcánicos de mayor altitud, de oeste a este, y donde se encuentran el Nevado de Colima, Volcán de Colima, Cerro Tancitaro, Nevado de Toluca, Cerro de Zempoala, Ajusco, Popocatepetl, Iztaccíhuatl, Papayo, Telapón, Tláloc, Malinche, Pico de Orizaba y Cofre de Perote. Debido a que la ubicación de la Faja Volcánica Transmexicana (FVT) se encuentra en un área de confluencia biogeográfica entre las regiones Neártica y Neotropical, es posible encontrar un alto grado de endemismo de la flora y la fauna de dicho lugar (Halffter 1964, Espinosa *et al.* 2000).

Como parte de los estudios biogeográficos de la FVT, en esta contribución presentamos un listado de las especies de Collembola, su distribución ecológica y regional, así como una comparación entre los distintos estados de la República.

MATERIAL Y MÉTODOS

La lista y datos de distribución de las especies de Collembola de la FVT se obtuvieron a partir de la base de datos de la colección de Collembola de México (LESM), Facultad de Ciencias, UNAM. La nomenclatura de las especies fue actualizada conforme a la versión electrónica del listado de Collembola del mundo (Janssens 2005). Se realizó un análisis de cluster con el programa STATISTICA ver. 6.0, con los datos de presencia-ausencia de especies de Collembola para ver la similitud entre los diferentes estados. El método de agrupación que se utilizó es el de agrupación por medias aritméticas no pareadas (UPGMA) y distancias euclidianas como medida de similitud (Van Ooyen 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Riqueza específica. De las poco más de 7500 especies de colémbolos conocidas a nivel mundial, se observa que muchas tienen una distribución geográfica amplia, así como una capacidad de ocupar múltiples hábitats. Sin embargo, algunos géneros son endémicos (Janssens 2005). Hopkin (1998) calculó el número de especies nivel mundial cercano a las 50 000 especies. Hasta ahora, en México se registran 672 especies que comprenden el 9% del total de colémbolos del mundo, número que podría ascender hasta los 1000 (Palacios-Vargas *et al.* 2004). Para la región Neártica se han registrado 1752 especies, para la región Neotropical 1255 y para la FVT 228. De las 22 familias registradas en la colección, 19 están presentes en la FVT, siendo las Hypogasturidae, Isotomidae y Entomobryidae las mejor representadas.

Al comparar la riqueza específica de los colémbolos de cada estado de la República Mexicana, se deduce que los más estudiados son Veracruz (129), Quintana Roo (107), Estado de México (107), Guerrero (95), Morelos (84), Distrito Federal (86), Tamaulipas (72) e Hidalgo (65) (Palacios-Vargas *et al.* 2000, 2004). De los estados de Colima, Querétaro y Tlaxcala se conoce menos de una decena de especies y en el caso de Sinaloa y Zacatecas no se ha registrado ninguna. Entre las localidades de México donde se han efectuado algunos proyectos con duración de un año o más, que han permitido conocer la fauna de colémbolos y su fenología, se observa que la región de Chamela, Jalisco cuenta con 62 especies, aunque

esta región no es parte de la FVT, el Rancho del Cielo Tamaulipas, 63, mientras que el Volcán Popocatepetl en el Estado de México con 34, y el municipio de San Salvador en Hidalgo con 29 y El Parque Nacional El Chico también en Hidalgo con 33 especies (Palacios-Vargas *et al.* 2000; Cutz-Pool 2002, 2003; Palacios-Vargas y Castaño-Meneses 2003), siendo la localidad Rancho el Cielo la que tiene más especies citadas.

Distribución en México. En relación con los estudios de los colémbolos en México, se tiene unas cuantas contribuciones importantes que involucran a algunas especies que han sido reportadas para la FVT, como los de Palacios-Vargas (1988) que realizó algunos planteamientos sobre la biogeografía de los colémbolos del Popocatepetl. Palacios-Vargas *et al.* (1985) discutieron la distribución del género *Trogolaphysa* en la región Neotropical. Palacios-Vargas (1989) analizó la distribución de la fauna cavernícola de la misma región. De los géneros *Americanura* y

Palmanura, ambos de la familia Neanuridae, así como de *Folsomides*, de la familia Isotomidae, se conocen bien aspectos de su distribución geográfica y ecológica, además de su sistemática evolutiva (Kovac y Palacios-Vargas 1996, Palacios-Vargas 1996).

Distribución geográfica en la Faja Volcánica Transmexicana. La distribución y la riqueza específica de los colémbolos que forman parte de los distintos estados que integran la FVT en este estudio se muestran en el Cuadro I, que representa el 34% de la riqueza registrada para México. De los 11 estados involucrados, cinco de ellos poseen una fauna de colémbolos rica, debido a que son los estados mejor estudiados: Morelos, Estado de México, Hidalgo, Distrito Federal y Veracruz.

En el fenograma de la figura 1 se señala la similitud de los estados con base en las especies de colémbolos. Se forman dos grandes grupos, uno integrado por Colima, Jalisco, Querétaro, Tlaxcala, Mi-

Cuadro I. Lista de distribución y riqueza específica de los Collembola en algunos estados del país ubicados en la FVT. Colima (COL), Distrito Federal (DF), Estado de México (EM), Hidalgo (HI), Jalisco (JA), Michoacán (MI), Morelos (MO), Puebla (PUE), Querétaro (QUE), Tlaxcala (TLA) y Veracruz (VE).

	COL	DF	EM	HI	JA	MI	MO	PU	QUE	TLA	VE
Hypogastruridae											
<i>Hypogastrura antra</i>											X
<i>H. assimilis</i>		X		X			X				
<i>H. copiosa</i>				X							
<i>H. devia</i>			X								
<i>H. leo</i>			X								
<i>H. manubrialis</i>				X							X
<i>H. matura</i>			X								
<i>H. mexicana</i>			X								
<i>H. oregonensis</i>				X							
<i>Ceratophysella armata</i>				X							
<i>C. denticulada</i>		X	X	X			X	X			
<i>C. gibbosa</i>			X	X		X	X	X			X
<i>C. scotti</i>		X									
<i>C. succinea</i>			X	X			X	X			X
<i>Schoettella distincta</i>		X	X	X		X		X			X
<i>S. glasgowi</i>							X				
<i>S. janiae</i>								X			
<i>S. tristani</i>			X				X				
<i>Schaefferia emucronata</i>								X			
<i>S. guerrensis</i>							X				
<i>Typhlogastrura veracruzana</i>											X
<i>Xenylla acauda</i>			X	X							
<i>X. californica</i>				X							
<i>X. cavernarum</i>			X								
<i>X. christianseni</i>		X	X	X			X				X
<i>X. grisea</i>		X	X	X		X		X			
<i>X. humicola</i>		X		X							
<i>X. proxima</i>							X				

Cuadro I. Continuación.

	COL	DF	EM	HI	JA	MI	MO	PU	QUE	TLA	VE
<i>X. pseudomaritima</i>		X				X					
<i>X. welchi</i>		X	X	X	X	X		X			
<i>X. wilsoni</i>		X									
<i>X. yucatanana</i>							X				
<i>Acherontiella sabina</i>	X	X									X
<i>Acherontides atoyacensis</i>							X		X		
<i>A. pappogeomysae</i>			X								
<i>A. potosinus</i>							X				X
<i>Willemia persimilis</i>		X	X			X	X				
Odontellidae											
<i>Stachiomella xicoana</i>											X
<i>Superodontella biloba</i>			X					X			
<i>S. cornifer</i>			X					X			X
<i>S. gladiolifer</i>							X				X
<i>S. rossi</i>							X				X
<i>S. shasta</i>											X
<i>S. stella</i>			X				X				X
<i>S. tlaloci</i>			X								X
<i>Xenyllodes armatus</i>			X	X				X			
<i>X. unguidentatus</i>			X								
Brachystomellidae											
<i>Brachystomella barrerae</i>							X				
<i>B. contorta</i>				X			X				X
<i>B. gabrielae</i>		X		X			X				
<i>B. minimucronata</i>							X				
<i>B. parvula</i>	X	X	X	X		X	X				X
<i>B. stachi</i>			X	X							
<i>B. taxcoana</i>		X					X				
<i>B. villalobosi</i>							X				
<i>Micronella porcus</i>	X										
Neanuridae											
<i>Friesea afurcata</i>							X				
<i>F. claviseta</i>				X							
<i>F. grisea</i>				X			X				
<i>F. hoffmanorum</i>			X	X			X				
<i>F. judithae</i>							X				X
<i>F. macuillimitl</i>							X				
<i>F. reducta</i>							X				
<i>F. sublimis</i>							X				
<i>F. tepetiana</i>			X								X
<i>F. xitlesis</i>		X									
<i>F. yupanqui</i>			X								
<i>Neanura muscorum</i>		X	X	X		X		X			
<i>N. persimilis</i>							X				
<i>Pumilinura hidalgoi</i>						X					
<i>Americanura macgregori</i>		X	X				X				
<i>A. mexicana</i>			X				X	X			
<i>Palmanura mirabilis</i>											X
<i>Paleonura colimana</i>	X				X						
<i>Pseudachorudina texensis</i>							X				
<i>Pseudachorutes aureofasciatus</i>								X			
<i>P. corticolus</i>				X							
<i>P. murphyi</i>				X							
<i>P. simplex</i>		X	X								
<i>P. subcrassoides</i>				X		X	X				X

Cuadro I. Continuación.

	COL	DF	EM	HI	JA	MI	MO	PU	QUE	TLA	VE
<i>P. subcrassus</i>				X							
<i>Micranurida pygmaea</i>			X								
<i>Pratanurida boernerii</i>							X				
<i>Neotropiella quinqueoculata</i>											X
Onychiuridae											
<i>Orthonychiurus folsomi</i>					X		X				
<i>Deuteraphorura antheuili</i>							X				
<i>D. jana</i>			X								
<i>D. opa</i>		X	X								
<i>D. paro</i>											X
<i>D. pseudofimetaria</i>		X									
<i>Protaphorura armata</i>		X					X	X			
<i>P. floriae</i>		X	X								
<i>P. macrodentata</i>		X									
<i>Thalassaphorura encarpata</i>		X					X				
<i>T. hera</i>					X						
<i>T. parvicornis</i>							X				X
<i>T. yolandae</i>	X										
Tullbergiidae											
<i>Mesaphorura clavata</i>			X								
<i>M. hades</i>			X								
<i>M. krausbaueri</i>	X	X	X	X		X	X				
<i>M. macrochaeta</i>	X	X	X	X			X				
<i>M. silvicola</i>			X								
<i>M. yosiii</i>	X		X	X			X				X
<i>Metaphorura affinis</i>			X								
<i>M. knowltoni</i>			X								
Isotomidae											
<i>Isotomodes alexius</i>							X				
<i>I. klostermani</i>			X								
<i>I. subarmatus</i>				X							
<i>Folsomides angularis</i>		X	X								
<i>F. centralis</i>				X			X				
<i>F. decemoculatus</i>				X							
<i>F. parvulus</i>		X	X	X			X	X			X
<i>F. chichinautzini</i>							X				
<i>Proisotoma bulba</i>							X				X
<i>P. frisoni</i>				X							
<i>P. minima</i>			X								
<i>P. minuta</i>		X	X	X			X				
<i>Ballistura schoetti</i>		X	X							X	
<i>Bonetrura boneti</i>								X			
<i>Cryptopygus benhami</i>			X	X							
<i>C. thermophilus</i>		X	X	X			X				X
<i>Clavisotoma laticauda</i>		X		X			X				
<i>Desoria trispinata</i>			X			X	X	X			X
<i>D. uniens</i>		X		X			X				X
<i>Folsomia bisetosa</i>			X								
<i>F. candida</i>		X	X	X	X		X	X			X
<i>F. inoculata</i>		X									
<i>F. penicula</i>		X									
<i>F. stella</i>		X	X								
<i>Folsomina onychiurina</i>		X	X	X			X				X
<i>Granisotoma comuna</i>											X
<i>Isotomurus bimus</i>				X							

Cuadro I. Continuación.

	COL	DF	EM	HI	JA	MI	MO	PU	QUE	TLA	VE
<i>I. cibus</i>		X									
<i>I. palustris</i>		X	X	X			X				
<i>I. retardatus</i>		X									X
<i>Isotoma anglicana</i>				X							
<i>I. viridis</i>		X	X	X			X	X			X
<i>Isotomiella minor</i>		X	X	X			X				X
<i>Pachytoma crassicauda</i>							X				
<i>Parisotoma notabilis</i>	X	X	X				X				
<i>P. tariva</i>		X									
<i>Pseudisotoma monochaeta</i>							X				
<i>P. sensibilis</i>		X	X	X			X				
Entomobryidae											
<i>Orchesella bulba</i>				X							
<i>O. bullulata</i>							X				
<i>O. carneiceps</i>		X									
<i>O. folsomi</i>		X									
<i>O. zebra</i>		X					X				
<i>Dicranorchesella boneti</i>											X
<i>D. oculata</i>											X
<i>Heteromurus major</i>		X					X				X
<i>Entomobrya atrocincta</i>		X									
<i>E. confusa</i>			X								
<i>E. ligata</i>		X	X	X							X
<i>E. sinelloides</i>		X									
<i>E. suzannae</i>				X							
<i>E. triangularis</i>		X	X	X			X				X
<i>Entomobryoides mineola</i>		X									
<i>Sinella curviseta</i>		X									
<i>Americabrya arida</i>		X	X				X				
<i>Willowsia buskii</i>											X
<i>W. mexicana</i>		X	X	X		X		X			
<i>Seira bipunctata</i>		X					X				X
<i>S. purpurea</i>		X	X	X			X				X
<i>Lepidocyrtus finensis</i>		X					X				
<i>L. finus</i>				X			X				X
<i>L. helenae</i>			X				X				
<i>L. lignarum</i>											X
<i>L. pallidus</i>				X							
<i>L. usitatus</i>							X				
<i>L. violaceus</i>				X							
<i>Pseudosinella alba</i>		X									
<i>P. argentea</i>				X			X				
<i>P. collina</i>		X	X	X			X				X
<i>P. fallax</i>							X				
<i>P. gisini</i>											X
<i>P. hirsuta</i>								X			
<i>P. octopunctata</i>			X	X							X
<i>P. orba</i>											X
<i>P. reddelli</i>							X				
<i>P. sexoculata</i>		X		X			X				X
<i>P. vera</i>		X									X
<i>P. violenta</i>				X					X		
<i>P. voylesi</i>								X			
Paronellidae											
<i>Campylothorax cinctus</i>											X

Cuadro I. Continuación.

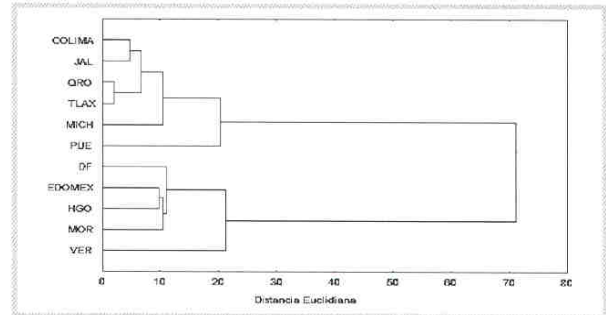
	COL	DF	EM	HI	JA	MI	MO	PU	QUE	TLA	VE
<i>C. cubanus</i>											X
<i>Salina banksi</i>							X				X
<i>Troglolaphysa marimutti</i>											X
Cyphoderidae											
<i>Cyphoderus similis</i>							X				X
Oncopoduridae											
<i>Harlomillsia oculata</i>			X								
Tomoceridae											
<i>Pogonognathellus celsus</i>								X			
<i>P. flavescens</i>		X	X				X	X			X
<i>Tomocerus minor</i>			X	X							
Sminthuridae											
<i>Sminthurides aquaticus</i>				X							
<i>S. bifidus</i>		X									
<i>S. hyogramme</i>						X					
<i>S. malgreni</i>		X									
<i>S. occultus</i>		X		X							
<i>S. plicatus</i>			X	X							
<i>Sphaeridia brevipila</i>				X							
<i>S. pumilis</i>		X	X	X			X				
<i>S. serrata</i>		X		X							
Arrhopalitidae											
<i>Arrhopalites caecus</i>		X									
<i>A. diversus</i>		X									
<i>A. vazquezae</i>					X						
Katiannidae											
<i>Sminthurinus atrapallidus</i>				X							
<i>S. conchylatus</i>			X	X							
<i>S. elegans</i>		X	X								
<i>S. latimaculosus</i>		X					X				
<i>S. quadrimaculatus</i>			X	X			X				X
<i>Polykatianna radícula</i>											X
Dicyrtomidae											
<i>Dicyrtoma fusca</i>				X							
<i>D. hageni</i>				X							
<i>D. mitra</i>				X							
<i>Ptenothrix atra</i>											X
<i>P. marmorata</i>			X	X							X
<i>P. quadrangularis</i>				X							
Sminthuridae											
<i>Sminthurus butcheri</i>		X		X			X	X			X
<i>S. parckardi</i>			X								
<i>Sphyrotheca confusa</i>				X							
<i>Neosminthurus bakeri</i>				X							
<i>N. clavatus</i>			X	X			X	X			X
Bourletiellidae											
<i>Bourletiella arvalis</i>			X								
<i>Prorastrisopes validentatus</i>		X	X								
Neelidae											
<i>Neelides minutus</i>			X								
<i>Megalothorax incertus</i>			X	X							
<i>M. minimus</i>		X	X	X							X
<i>M. tristani</i>		X									X
	9	80	86	83	6	14	87	26	2	1	65

chocán y Puebla, y el otro por el resto de los estados. Esta agrupación se debe a que se han llevado a cabo más estudios en el centro del país que en la periferia. Los dos estados de la vertiente Pacífica (Colima y Jalisco) conforman un grupo entre sí. Veracruz, que es uno de los estados más diversos y comparte fauna de la costa del Golfo, está como una rama aparte, y en otro grupo dentro de esta misma rama, se ubican los estados del centro del país, que son los más ampliamente estudiados en este grupo. Tlaxcala y Querétaro forman un grupo aparte, quizá por el escaso conocimiento que se tiene de su fauna.

Distribución ecológica en la FVT. La hojarasca y el suelo son los biotopos mejor estudiados de manera sistemática por Palacios-Vargas (1985, 1988), Palacios-Vargas *et al.* (1999), Cutz-Pool (2001, 2002, 2003), Cutz-Pool *et al.* (2003b), Fuentes-Silva y Cutz-Pool (2003, 2004) y Mejía-Recamier *et al.* (2003), entre otros. Algunas de las especies han sido citadas para otros ambientes, tal es el caso de *Ceratophysella denticulada*, que habita también en detrito, hojaras-

ca, hongos, madera en descomposición y algunas veces puede encontrarse en charcas de aguas temporales (Cuadro II). Otras especies, como *Supero-*

Fig. 1. Fenograma del análisis de cluster de las especies compartidas en los diferentes estados que conforman la FVT.



Cuadro II. Distribución de Collembola en los diferentes biotopos de la FVT. Hojarasca (HO), Suelo (SU), Materia en descomposición (MD), Follaje (FO), Corteza (COR), Rocas (RO), Musgos (MUS), Hongos (HON), Cueva o Guano (CG) y Suma de Biotopos (SB).

	HO	SU	MD	FO	COR	RO	MUS	HON	CG	SB
Hypogastruridae										
<i>Hypogastrura antra</i>								X		1
<i>H. assimilis</i>	X									1
<i>H. copiosa</i>			X							1
<i>H. devia</i>				X						1
<i>H. leo</i>	X					X	X			3
<i>H. manubrialis</i>			X							1
<i>H. matura</i>			X							1
<i>H. mexicana</i>				X			X			2
<i>H. oregonensis</i>			X							1
<i>Ceratophysella armata</i>							X			1
<i>C. denticulada</i>	X	X	X	X				X	X	6
<i>C. gibbosa</i>	X			X			X	X		4
<i>C. scotti</i>	X	X								2
<i>C. succinea</i>	X	X		X				X	X	5
<i>Schoettella distincta</i>	X	X	X	X			X			5
<i>S. glasgowi</i>			X							1
<i>S. janiae</i>					X			X		2
<i>S. tristani</i>	X	X	X						X	4
<i>Schaefferia emucronata</i>		X							X	2
<i>S. guerrerensis</i>									X	1
<i>Typhlogastrura veracruzana</i>									X	1
<i>Xenylla acauda</i>					X		X			2
<i>X. californica</i>				X						1
<i>X. cavernarum</i>	X									1
<i>X. christianseni</i>	X	X					X			3
<i>X. grisea</i>	X	X	X	X	X					5
<i>X. humicola</i>	X	X								2
<i>X. proxima</i>	X			X						2

Cuadro II. Continuación.

	HO	SU	MD	FO	COR	RO	MUS	HON	CG	SB
<i>X. pseudomaritima</i>	X									1
<i>X. welchi</i>	X	X	X		X					4
<i>X. wilsoni</i>	X									1
<i>X. yucatanana</i>		X							X	2
<i>Acherontiella sabina</i>		X	X						X	3
<i>Acherontides atoyacensis</i>		X							X	2
<i>A. pappogeomysae</i>			X							1
<i>A. potosinus</i>		X							X	2
<i>Willemia persimilis</i>	X	X				X	X			4
Odontellidae										
<i>Stachiomella xicoana</i>	X									1
<i>Superodontella biloba</i>	X						X			2
<i>S. cornifer</i>	X	X	X		X			X		5
<i>S. gladiolifer</i>	X									1
<i>S. rossi</i>			X							1
<i>S. shasta</i>	X									1
<i>S. stella</i>	X		X							2
<i>S. tlaloci</i>		X					X	X		3
<i>Xenyllodes armatus</i>	X	X					X			3
<i>X. unguidentatus</i>	X	X					X			3
Brachystomellidae										
<i>Brachystomella barrerae</i>				X						1
<i>B. contorta</i>	X	X			X	X		X	X	6
<i>B. gabrielae</i>	X	X	X							3
<i>B. minimucronata</i>					X					1
<i>B. parvula</i>	X	X	X				X	X		5
<i>B. stachi</i>			X						X	2
<i>B. taxcoana</i>	X								X	2
<i>B. villalobosi</i>				X						1
<i>Micronella porcus</i>			X							1
Neanuridae										
<i>Friesea afurcata</i>				X						1
<i>F. claviseta</i>				X						1
<i>F. grisea</i>				X						1
<i>F. hoffmanorum</i>		X		X			X			3
<i>F. judithae</i>	X									1
<i>F. macuillimiti</i>							X			1
<i>F. reducta</i>				X						1
<i>F. sublimis</i>	X	X		X						3
<i>F. tepetlana</i>	X						X			2
<i>F. xitlesis</i>	X	X								2
<i>F. yupanqui</i>							X			1
<i>Neanura muscorum</i>	X	X	X			X				4
<i>N. persimilis</i>			X							1
<i>Pumilinura hidalgoi</i>		X								1
<i>Americanura macgregori</i>	X	X	X				X		X	5
<i>A. mexicana</i>			X				X			2
<i>Palmanura mirabilis</i>	X									1
<i>Paleonura colimana</i>	X		X						X	3
<i>Pseudachorudina texensis</i>			X							1
<i>Pseudachorutes aureofasciatus</i>	X			X						2
<i>P. corticolus</i>	X	X	X	X						4
<i>P. murphyi</i>							X			1
<i>P. simplex</i>	X		X	X						3
<i>P. subcrassoides</i>		X	X	X			X			4

Cuadro II. Continuación.

	HO	SU	MD	FO	COR	RO	MUS	HON	CG	SB
<i>P. subcrassus</i>			X							1
<i>Micranurida pygmaea</i>		X	X							2
<i>Pratanurida boeneri</i>	X			X						2
<i>Neotropiella quinqueoculata</i>			X							1
Onychiuridae										
<i>Orthonychiurus folsomi</i>	X	X								2
<i>Deuteraphorura antheuili</i>		X							X	2
<i>D. jana</i>								X		1
<i>D. opa</i>		X								1
<i>D. paro</i>								X		1
<i>D. pseudofimetaria</i>		X								1
<i>Protaphorura armata</i>	X	X							X	3
<i>P. floriae</i>	X	X					X			3
<i>P. macrodentata</i>		X								1
<i>Thalassaphorura encarpata</i>	X	X							X	3
<i>T. hera</i>		X							X	2
<i>T. parvicornis</i>	X	X							X	3
<i>T. yolandae</i>									X	1
Tullbergiidae										
<i>Mesaphorura clavata</i>		X								1
<i>M. hades</i>		X								1
<i>M. krausbaueri</i>	X	X		X		X	X		X	6
<i>M. macrochaeta</i>	X	X				X	X		X	5
<i>M. silvicola</i>		X	X							2
<i>M. yosiii</i>		X							X	2
<i>Metaphorura affinis</i>		X								1
<i>M. knowltoni</i>		X								1
Isotomidae										
<i>Isotomodes alexius</i>			X						X	2
<i>I. klostermani</i>				X			X			2
<i>I. subarmatus</i>		X								1
<i>Folsomides angularis</i>	X			X						2
<i>F. centralis</i>									X	1
<i>F. chichinautzini</i>	X	X		X	X					4
<i>F. decemoculatus</i>			X							1
<i>F. parvulus</i>	X	X								2
<i>Proisotoma bulba</i>			X							1
<i>P. minima</i>		X								1
<i>P. minuta</i>		X	X				X		X	4
<i>P. frisoni</i>				X						1
<i>Ballistura schoetti</i>						X	X			2
<i>Bonetrura boneti</i>	X				X					2
<i>Cryptopygus benhami</i>		X								1
<i>C. thermophilus</i>	X	X	X				X		X	5
<i>Clavisotoma laticauda</i>	X	X								2
<i>Desoria trispinata</i>	X		X							2
<i>D. uniens</i>	X	X	X	X						4
<i>Folsomia bisetosa</i>							X			1
<i>F. candida</i>	X	X	X				X		X	5
<i>F. inoculata</i>					X					1
<i>F. penicula</i>		X								1
<i>F. stella</i>	X									1
<i>Folsomina onychiurina</i>	X	X	X						X	4
<i>Granisotoma comuna</i>			X							1
<i>Isotomurus bimus</i>		X					X			2

Cuadro II. Continuación.

	HO	SU	MD	FO	COR	RO	MUS	HON	CG	SB
<i>I. cibus</i>	X									1
<i>I. palustris</i>	X		X				X			3
<i>I. retardatus</i>	X	X	X							3
<i>Isotoma anglicana</i>				X						1
<i>I. viridis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X		8
<i>Isotomiella minor</i>	X	X							X	3
<i>Pachytoma crassicauda</i>	X									1
<i>Parisotoma notabilis</i>	X	X	X		X				X	5
<i>P. tariva</i>	X									1
<i>Pseudisotoma monochaeta</i>				X						1
<i>P. sensibilis</i>	X		X	X			X			4
Entomobryidae										
<i>Orchesella bulba</i>		X								1
<i>O. bullulata</i>	X									1
<i>O. carneiceps</i>				X						1
<i>O. folsomi</i>		X								1
<i>O. zebra</i>	X									1
<i>Dicranorchesella boneti</i>	X									1
<i>D. oculata</i>	X									1
<i>Heteromurus major</i>			X							1
<i>Entomobrya atrocincta</i>	X									1
<i>E. confusa</i>	X									1
<i>E. ligata</i>	X	X	X				X			4
<i>E. sinelloides</i>	X									1
<i>E. suzannae</i>				X						1
<i>E. triangularis</i>	X	X	X				X			4
<i>Entomobryoides mineola</i>	X									1
<i>Sinella curviseta</i>		X								1
<i>Americabrya arida</i>		X	X	X				X		4
<i>Willowsia buskii</i>			X							1
<i>W. mexicana</i>	X			X	X		X			4
<i>Seira bipunctata</i>		X						X	X	3
<i>S. purpurea</i>	X	X	X	X			X			5
<i>Lepidocyrtus finensis</i>	X									1
<i>L. finus</i>	X	X	X	X				X		5
<i>L. helenae</i>								X		1
<i>L. lignarum</i>			X							1
<i>L. pallidus</i>		X								1
<i>L. usitatus</i>	X									1
<i>L. violaceus</i>		X								1
<i>Pseudosinella alba</i>			X							1
<i>P. argentea</i>		X	X					X		3
<i>P. collina</i>	X	X	X			X	X			5
<i>P. fallax</i>	X									1
<i>P. gisini</i>		X							X	2
<i>P. hirsuta</i>	X									1
<i>P. octopunctata</i>	X	X	X							3
<i>P. orba</i>		X							X	2
<i>P. reddelli</i>		X							X	2
<i>P. sexoculata</i>	X	X	X	X				X		5
<i>P. vera</i>		X							X	2
<i>P. violenta</i>		X								1
<i>P. voylesi</i>								X		1
Paronellidae										
<i>Campylothorax cinctus</i>			X							1

Cuadro II. Continuación.

	HO	SU	MD	FO	COR	RO	MUS	HON	CG	SB
<i>C. cubanus</i>			X							1
<i>Salina banksi</i>			X							1
<i>Trogolophysa marimutti</i>		X							X	2
Cyphoderidae										
<i>Cyphoderus similis</i>			X						X	2
Oncopoduridae										
<i>Harlomillsia oculata</i>	X									1
Tomoceridae										
<i>Pogonognathellus celsus</i>					X					1
<i>P. flavescens</i>	X	X	X							3
<i>Tomocerus minor</i>	X			X						2
Sminthuridae										
<i>Sminthurides aquaticus</i>				X						1
<i>S. bifidus</i>				X						1
<i>S. hyogramme</i>				X						1
<i>S. malgreni</i>				X						1
<i>S. occultus</i>	X	X	X							3
<i>S. plicatus</i>	X	X	X							3
<i>Sphaeridia brevipila</i>				X						1
<i>S. pumilis</i>	X		X	X				X		4
<i>S. serrata</i>	X	X	X							3
Arrhopalitidae										
<i>Arrhopalites caecus</i>			X							1
<i>A. diversus</i>			X							1
<i>A. vazquezae</i>		X							X	2
Katiannidae										
<i>Sminthurinus atrapallidus</i>		X								1
<i>S. conchylitatus</i>			X	X						2
<i>S. elegans</i>	X	X								2
<i>S. latimaculosus</i>	X			X						2
<i>S. quadrimaculatus</i>	X	X	X	X			X			5
<i>Polykatianna radícula</i>			X							1
Dicyrtomidae										
<i>Dicyrtoma fusca</i>	X									1
<i>D. hageni</i>				X						1
<i>D. mitra</i>	X									1
<i>Ptenothrix atra</i>			X							1
<i>P. marmorata</i>		X	X	X						3
<i>P. quadrangularis</i>	X	X	X							3
Sminthuridae										
<i>Sminthurus butcheri</i>	X		X	X			X			4
<i>S. parckardi</i>				X						1
<i>Sphyrotheca confusa</i>				X						1
<i>Neosminthurus bakeri</i>	X	X	X				X			4
<i>N. clavatus</i>	X		X							2
Bourletiellidae										
<i>Bourletiella arvalis</i>		X								1
<i>Prorastriopes validentatus</i>		X		X						2
Neelidae										
<i>Neelides minutus</i>	X									1
<i>Megalothorax incertus</i>	X	X								2
<i>M. minimus</i>	X	X					X		X	4
<i>M. tristani</i>	X		X							2
	108	102	81	55	14	9	43	20	41	

dontella shasta y *Brachystomella parvula*, además de localizarse en el suelo, tienden a subir a los hongos. Algunas otras especies tienden a ser afines a la arena, como *Pseudostachia xicoana*, aunque también es posible encontrarla en otros biotopos. Otras especies son afines a los musgos, como *Folsomides parvulus* y *Friesea hoffmanorum*. Solo *Friesea tzontli* parece ser exclusiva de musgos, ya que es el medio donde es posible que encuentre su alimento, como los rotíferos, tardígrados y otros elementos que conforman la microfauna (Palacios-Vargas *et al.* 2004).

De los ambientes que prefieren los colémbolos, se destaca la preferencia de hojarasca, suelo y materia en descomposición. Un grupo aparte lo constituyen los habitantes del guano y cuevas, debido a las condiciones tan peculiares que existen en estos ambientes. Los biotopos de follaje, corteza, musgos, rocas y hongos son ambientes especiales en los que se encuentran algunos colémbolos especialistas para estos hábitats.

CONCLUSIONES

Las 228 especies de colémbolos registradas para la FVT representan el 34% de las especies presentes en México y a nivel mundial el 9%. Los estados mejor conocidos en cuanto a su fauna colembológica son el Distrito Federal (80), Estado de México (86), Hidalgo (83), Morelos (87) y Veracruz (65). En la FVT habitan numerosas especies de los géneros *Xenylla*, *Hypogastrura*, *Friesea*, *Brachystomella* y *Pseudosinella* que viven en la hojarasca, el suelo, troncos en descomposición e incluso en epífitas de dosel de selvas y bosques. *Cryptopygus thermophylus*, *Folsomina onychiurina*, *Isotomiella minor* e *Isotoma viridis*, pertenecientes a la familia Isotomidae, tienen una distribución amplia en la FVT. Las especies que se citan para la FVT viven en gran diversidad de hábitats, sin embargo, se han encontrado preferentemente en suelo, hojarasca, detrito y troncos en descomposición.

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce el financiamiento que en su oportunidad otorgó la Conabio para la actualización de la base de datos de colémbolos de México, permitiéndonos integrar este trabajo. Se agradece a las personas que donaron ejemplares para su ingreso a la base de datos y que hicieron posible integrar la información en este trabajo, como G. Castaño-Meneses, J. Márquez Luna y A. Arango. También agradecemos a M. A. Díaz-Martín y a García-Gómez por la revisión del manuscrito y sus valiosos comentarios.

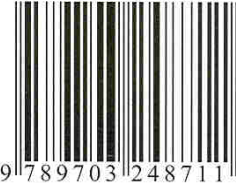
LITERATURA CITADA

- CARAPELLI, A., F. FRATI, P.P. FANCIULLI y R. DALLAI. 2001. Taxonomic revision of 14 south-western European species of *Isotomurus* (Collembola, Isotomidae), with description of four new species and the designation of the neotype for *I. palustris*. *Zool. Scripta* 30(2): 115-143.
- CASSAGNE, N., C. GERS y T. GAUQUELIN. 2003. Relationships between Collembola, soil chemistry and humus types in forest stand (France). *Biol. Fertil Soil* 37: 355-361.
- CUTZ-POOL, L.Q. 2001. Colémbolos de dos agroeco-sistemas en Hidalgo, México. Pp. 54. *Memorias del XXXVI Congreso Nacional de Entomología y XXVIII Congreso Nacional de Fitopatología*. Stanford-Camargo, S., A. Morales-Moreno, J. Padilla-Ramírez y M. Ibarra-González (eds.). Querétaro.
- CUTZ-POOL, L.Q. 2002. Collembola de suelos agrícolas y forestales en el Estado de Hidalgo, México. *Entomol. Mex.* 1: 188-191.
- CUTZ-POOL, L.Q. 2003. Colémbolos edáficos de dos agrosistemas de San Salvador, Hidalgo. Tesis de Maestría, UNAM. D.F. 88 p.
- CUTZ-POOL, L.Q., J.G. PALACIOS-VARGAS y M.M. VÁZQUEZ. 2003a. Comparación de algunos aspectos ecológicos de Collembola en cuatro asociaciones vegetales de Noh-Bec, Quintana Roo, México. *Folia Ent. Mex.* 42(1): 91-101.
- CUTZ-POOL, L.Q., J.G. PALACIOS-VARGAS, G. CASTAÑO-MENESES y N. GARCÍA-CALDERÓN. 2003b. Edaphic Collembola from two agroecosystems, Hidalgo State, México. *16th International Symposium on Environmental Biogeochemistry. Abstracts, II.* 191 pp. Oirase in Towada Hachimantai National Park Aomori Prefecture.
- ESPINOSA, D., J.J. MORRONE, C. AGUILAR y J. LLORENTE. 2000. Regionalización biogeográfica de México: Provincias Bióticas. pp. 61-94. En: Llorente J., E. González y N. Papavero (eds.). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. UNAM. México, D.F.
- FUENTES-SILVA, M. y L.Q. CUTZ-POOL. 2003. Nuevos registros de mesofauna del Sótano del Barro (Sierra Gorda, Querétaro). pp. 15-17. *Memorias del VI Congreso Mexicano de Espeleología*. Tuxtla Gutiérrez.
- FUENTES-SILVA, M. y L.Q. CUTZ-POOL. 2004. Mesofauna del Sótano del Barro, Querétaro. *Mundos Subter.* 14-15: 24-27.
- FOUNTAIN, M.T. y S.P. HOPKIN. 2004. Biodiversity of Collembola in urban soils and the use of *Folsomia candida* to assess soil "Quality". *Ecotoxicology* 13: 555-572.
- HALFFTER, G. 1964. La entomofauna americana, ideas acerca de su origen y distribución. *Folia Ent. Mex.* 6: 1-108.
- HOPKIN, S.P. 1997. *Biology of the springtails (Insecta: Collembola)*. Oxford University Press, Oxford. 330 pp.
- HOPKIN, S.P. 1998. Collembola: The most abun-

- dant insects on earth. *Antenna* 22(3): 117-121.
- HOPKIN, S.P. 2002a. The biology of the Collembola (Springtails): The abundant insects in the world. www.stage.fathom.com/story/story.jhtml?story_id=122603. fecha de consulta 27/09/02.
- HOPKIN, S.P. 2002b. Collembola. *Encyclopedia of Soil Science* 207-210.
- JANSSENS, F. 2005. Checklist of the Collembola of the world. www.collembola.org/taxa/collembola.htm. fecha de consulta 05/10/2005.
- KOVAC, L. y J.G. PALACIOS-VARGAS. 1996. Survey of Mexican *Folsomides* (Collembola: Isotomidae) with description of three new species. *Eur. J. Entomol.* 93: 595-606.
- MARI MUTT, J.A. y P.F. BELLINGER. 1990. A catalog of the Neotropical Collembola, including Nearctic Areas of Mexico., Florida. 1-237 pp.
- MARI MUTT, J.A. y P.F. BELLINGER. 1996. Supplement to the catalog of the Neotropical Collembola. *Carib. J. Sci.* 32(2): 166-175.
- MEJÍA-RECAMIÉR, B.E., C. MALDONADO-VARGAS y L.Q. CUTZ-POOL. 2003. Estudio exploratorio de los artrópodos en dos biotopos: Musgo (*Polytrichum* sp.) y órgano (*Cephalocereus* sp.) en Tolantongo, Hidalgo. *Entomol. Mex.* 2: 268-274.
- MORRONE, J.J. 2001. *Biogeografía de América Latina y el Caribe*. M y T- Manuales y Tesis SEA, Zaragoza, 148 pp.
- MORRONE, J.J. 2002. Presentación sintética de un nuevo esquema biogeográfico de América Latina y el Caribe. *Bol. Soc. Ent. Arag.* 2: 267-275.
- MORRONE, J.J., D. ESPINOSA y J. LLORENTE. 2002. Mexican biogeographic provinces: Preliminary scheme, general characterizations, and synonymies. *Acta Zool. Mex.* 85: 83-108.
- PALACIOS-VARGAS, J.G. 1985. Microartrópodos del Popocatepetl (Aspectos ecológicos y biogeográficos de los ácaros oribátidos e insectos colémbolos). Tesis Doctoral. UNAM, D.F. 132 pp.
- PALACIOS-VARGAS, J.G. 1988. Consideraciones biogeográficas de los microartrópodos del Popocatepetl, México. *Folia Ent. Mex.* 75: 147-155.
- PALACIOS-VARGAS, J.G. 1989. New records of cave Collembola from the Neotropical region and notes on their origin and distribution. *Proc. 10 Int. Congr. Speleol.* 3: 734-739.
- PALACIOS-VARGAS, J.G. 1996. New species of *Palmanura* (Collembola: Neanuridae) from Mexico and Guatemala. *Can. Entomol.* 128: 805-824.
- PALACIOS-VARGAS, J.G. 1997. *Catálogo de los Collembola de México*. Las Prensas de Ciencias, UNAM. México, D.F. 102 pp.
- PALACIOS-VARGAS, J.G. 2003. Los microartrópodos (Collembola) de la selva tropical húmeda. pp.: 217-225. En: Álvarez-Sánchez J. y Naranjo-García E. (eds.). *Ecología del suelo en la selva tropical húmeda de México*. UNAM. México, D.F.
- PALACIOS-VARGAS, J.G., M. OJEDA y K.A. CHRISTIANSEN. 1985. Taxonomía y biogeografía de los *Troglopedetes* (Collembola: Paronellidae) de América con énfasis en las especies cavernícolas. *Folia Ent. Mex.* 65: 3-35.
- PALACIOS-VARGAS, J.G. y J.A. GÓMEZ-ANAYA. 1993. Los Collembola (Hexapoda: Apterygota) de Chamela, Jalisco, México (Distribución Ecológica y Claves). *Folia Ent. Mex.* 89: 1-34.
- PALACIOS-VARGAS, J.G. y G. CASTAÑO-MENESES. 2003. Seasonality and community composition of springtails in Mexican forests. pp. 159-169. En: Basset Y., V. Novotny, S.E. Miller and R.L. Kitching (Eds.). *Arthropods of tropical forests: Spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy*. Cambridge University Press, Cambridge.
- PALACIOS-VARGAS, J.G., G. CASTAÑO-MENESES y J.A. GÓMEZ-ANAYA. 1998. Collembola from the canopy of a Mexican tropical deciduous forest. *Pan-Pac. Entomol.* 74(1): 47-54.
- PALACIOS-VARGAS, J.G., G. CASTAÑO-MENESES y A. PESCADOR RUBIO. 1999. Phenology of canopy arthropods of a tropical deciduous forest in western Mexico. *Pan-Pac. Entomol.* 75(4): 200-211.
- PALACIOS-VARGAS, J.G., G. CASTAÑO-MENESES y B.E. MEJÍA-RECAMIÉR. 2000. Collembola. pp. 249-273. En: Llorente J., E. González-Soriano y N. Papavero (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. Vol. II. UNAM. México, D. F.
- PALACIOS-VARGAS, J.G., L.Q. CUTZ-POOL y D.A. ESTRADA BÁRCENAS. 2004. Actualización de la colección de Collembola de México. *Entomol. Mex.* 3: 764-768.
- RUSEK, J. 1998. Biodiversidad de los colémbolos y su papel funcional en el ecosistema. *Biodiv. Conserv.* 7: 1207-1219.
- VAN OUYEN, A. 2001. Theoretical aspects of patterns analysis. Pp. 31-45. In: L. Dijkshoorn, K.J. Tower, and M. Struelens (Eds.), *New approaches for the generation and analysis of microbial fingerprints*, Elsevier, Amsterdam.
- VÁZQUEZ, M.M. y J.G. PALACIOS-VARGAS. 2004. Catálogo de colémbolos (Hexápoda: Collembola) de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Universidad de Quintana Roo-CONABIO. México, 123 pp.



ISBN 970-32-4871-3



9 789703 248711