

Diversidad de milpiés (Diplopoda) y ciempiés (Chilopoda) del Bosque de Tlalpan, Ciudad de México

Diversity of Millipedes (Diplopoda) and centipedes (Chilopoda) from Tlalpan Forest, Mexico City

ABEL ZAIT HERNÁNDEZ-MOCTEZUMA¹ , SAMANTHA RAMÍREZ-HERNÁNDEZ¹ , GABRIEL ALFREDO VILLEGAS-GUZMÁN^{2*} 

¹Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, C.P. 09340, Ciudad de México, México

²Departamento de Zoología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Prolongación Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Casco de Santo Tomás C.P. 11340, Ciudad de México, México.



Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)

Editor responsable: Carlos Fragoso

*Autor corresponsal:

 Gabriel Alfredo Villegas-Guzmán
gabrwill@gmail.com

Cómo citar:

Hernández-Moctezuma A. Z., Ramírez-Hernández S., Villegas-Guzmán G. A.
(2025) Diversidad de milpiés (Diplopoda) y ciempiés (Chilopoda) del Bosque de Tlalpan, Ciudad de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 41, 1–23.

10.21829/azm.2025.4112670
elocation-id: e4112670

Recibido: 07 febrero 2024
Aceptado: 23 abril 2025
Publicado: 17 junio 2025

RESUMEN. El conocimiento de los milpiés y los ciempiés es escaso para México a pesar de su gran relevancia ecológica; en la Ciudad de México, se tiene registro de tan solo 14 especies de milpiés y 17 de ciempiés. En el presente trabajo se evaluó la diversidad para ambos grupos del Área Natural Protegida Bosque de Tlalpan que se ubica al sur de la Ciudad de México. Se efectuaron ocho visitas de febrero a septiembre de 2022 cubriendo las épocas de estiaje y de lluvias. Se implementaron los métodos de recolección directa y toma de muestras de suelo y hojarasca. La diversidad se determinó mediante el índice de diversidad de Shannon-Weiner y el índice de equidad de Pielou, además se analizó la eficiencia de muestreo mediante curvas de acumulación de especies utilizando los estimadores: ICE, Chao 2 y Jackknife 1. Se obtuvieron en total nueve especies de las cuales seis

corresponden a la clase Diplopoda y tres a la clase Chilopoda. Se registran por primera vez tres especies y dos géneros de milpiés para la Ciudad de México. La diversidad dentro del área de estudio fue considerada como baja ($H' = 1.55$) con la dominancia de algunas especies ($J' = 0.70$). En todos los estimadores la eficiencia de muestreo sobrepasó el 91% indicando que la riqueza observada estuvo cerca de la esperada. Se incrementa el número de especies de milpiés de 14 a 19 para la Ciudad de México.

Palabras clave: distribución; especies endémicas; especies introducidas; nuevos registros

ABSTRACT. The knowledge of the millipedes and centipedes is scarce for Mexico, despite its ecological relevance; in Mexico City, and before this study, the current number of species of millipedes and centipedes were 14 and 17 respectively. In the present work the diversity of both groups was evaluated in the Protected Natural Area Bosque de Tlalpan. The study was carried out for a period of eight months, from February to September 2022, two collection methods were implemented, direct sampling and soil and leaf litter samples. Diversity was evaluated using Shannon-Wiener diversity index and Pielou evenness index. Sampling efficiency was analyzed through species accumulation curves, using ICE, Chao 2 and Jackknife 1 estimators. Nine species were recorded, six of the Diplopoda class and three of the Chilopoda Class; for the first time, three species and two genera of millipedes were recorded for Mexico City. The diversity within the study area was considered low ($H' = 1.55$) with the dominance of some species ($J' = 0.70$). Sampling efficiency exceeded 91 % in all estimators, indicating that obtained richness was close to the expected. The number of millipede species recorded in Mexico City increased from 14 to 19.

Key words: distribution; endemic species; introduced species; new records

INTRODUCCIÓN

Los ciempiés junto con los milpiés son los grupos mejor conocidos del subfilo Myriapoda (Grimaldi & Engel, 2005). Los ciempiés son depredadores generalistas que se alimentan de pequeños vertebrados e invertebrados, incluso el canibalismo es común entre los grupos de ciempiés (Voigtländer, 2011a). Dentro del ecosistema tienen la función de regular a las poblaciones (Karam-Gemael *et al.*, 2020). Por su parte los milpiés participan en la descomposición de materia orgánica y el reciclaje de nutrientes en el suelo debido a su alimentación detritívora (Cabrera-Dávila *et al.*, 2017). En bosques donde la densidad de milpiés es alta se estima que consumen hasta el 31% de la biomasa total de hojarasca producida en un año (Bueno-Villegas, 2012).

Tanto los milpiés como los ciempiés se encuentran ampliamente distribuidos en todos los continentes excepto en la Antártida y su mayor diversidad se concentra principalmente en regiones tropicales, subtropicales y templadas (Bueno-Villegas *et al.*, 2004; Bonato & Zapparoli, 2011). Ambos grupos suelen encontrarse en microambientes húmedos y bien protegidos en bosques, principalmente debajo de hojarasca, corteza y rocas, incluso algunas especies son capaces de vivir en ambientes extremos como desiertos, altas montañas, cuevas o hábitats litorales (Gilgado *et al.*, 2022).

A nivel mundial se conocen 13,584 especies pertenecientes a la clase Diplopoda (Sierwald *et al.*, 2024) mientras que la clase Chilopoda está representada por 3,327 especies (Bonato *et al.*, 2016). En México se han registrado 180 especies de ciempiés (Cupul-Magaña *et al.*, 2019) y alrededor de 500 especies de milpiés (Bueno-Villegas, 2012). Particularmente, en la Ciudad de

México se tienen registros de 14 especies de milpiés (Bueno-Villegas *et al.*, 2004) y 17 especies de ciempiés (Cuadro 1) (Cupul-Magaña, 2013; Cupul-Magaña *et al.*, 2015).

El conocimiento de ambos grupos es escaso para el territorio nacional producto de la carencia tanto de estudios como de especialistas (Cupul-Magaña, 2010, 2013; Bueno-Villegas *et al.*, 2004), por lo que, existe la necesidad de efectuar estudios para conocer sobre su diversidad y distribución (Cupul-Magaña & Bueno-Villegas, 2017; Cupul-Magaña *et al.*, 2019).

El presente trabajo tiene por objetivo evaluar la diversidad de milpiés y ciempiés que habitan en el Bosque de Tlalpan, Ciudad de México, ampliando de esta manera su conocimiento y distribución.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Este trabajo se realizó en el Área Natural Protegida Bosque de Tlalpan el cual se ubica al sur de la Ciudad de México en la alcaldía Tlalpan, entre las coordenadas geográficas 19° 17' 30" y 19° 18' 00" de latitud norte y 99° 11' 30" y 99° 12' y 25" de longitud oeste, cuenta con una extensión de 252.86 hectáreas y presenta un rango altitudinal promedio de 2,389 m. Los tipos de vegetación presentes en el área de estudio son: 1) El matorral xerófilo caracterizado como un matorral abierto durante la época de estiaje y con abundante desarrollo del estrato herbáceo durante la época lluviosa, este matorral es característico de terrenos rocosos y pobres en suelo con un grupo de plantas comúnmente ligadas a ambientes más húmedos como helechos, orquídeas y crasuláceas. En función del sitio dominan diferentes especies vegetales tales como "palo loco" (*Senecio praecox*), agaves (*Agave spp.*) y "Oreja de burro" (*Echeveria gibbiflora*). 2) El bosque de encino que se distribuye hacia el oeste de la zona, es una comunidad vegetal formada por siete especies de encinos con una altura de entre 3 y 12 metros y que a menudo se asocia con tepozán (*Buddleja cordata*) y madroño (*Arbutus unedo*), en el sotobosque se encuentra un estrato herbáceo con dominancia de especies del género *Salvia spp.* y algunos helechos en zonas rocosas. 3) El bosque cultivado corresponde a sitios que han sido reforestados por diferentes especies de árboles exóticos que llegan a alcanzar alturas de hasta 16 metros, en general carece de un estrato arbustivo y a menudo presenta una cubierta de pasto. Las principales especies de árboles que forman este bosque son: *Quercus rugosa*, *Q. laurina*, *Eucalyptus spp.*, *Pinus spp.*, *Cupressus spp.*, *Acacia retinoides* y *Ligustrum lucidum*, algunas de estas especies se encuentran invadiendo tanto el matorral xerófilo como el bosque de encino (Gaceta Oficial del D.F., 2011).

El clima presente en el área es C(w1)(w)b(i): templado húmedo intermedio con lluvias en verano, con una estacionalidad marcada que divide al año en una temporada lluviosa de mayo a octubre y otra de estiaje de noviembre a mayo (Gaceta Oficial del D.F., 2011).

El muestreo se realizó mensualmente de febrero a septiembre de 2022 en 18 puntos (Fig. 1) ubicados en zonas aparentemente menos perturbadas y con poca ocurrencia de visitantes. De los sitios seleccionados, 12 se localizaron en el bosque cultivado en sitios con una alta heterogeneidad de la capa de hojarasca, con rocas, troncos en descomposición y pastos (estos últimos en sitios planos). Cuatro se ubicaron en zonas donde convergen el bosque de encino y el bosque cultivado, con presencia de mucha a poca hojarasca y con unos pocos troncos en descomposición. Los dos sitios restantes corresponden uno al matorral xerófilo y otro al bosque de encino; en este último la vegetación fue densa con abundante hojarasca mientras que en el matorral xerófilo fue simplemente una superficie rocosa con suelo muy somero y con poca hojarasca. La mayor cantidad de sitios en el bosque cultivado fue debido a que es un área más accesible en comparación con el bosque de encino y el matorral xerófilo, los cuales se localizan en barrancas con mucha pendiente y pedregosidad.

BOSQUE DE TLAPAN

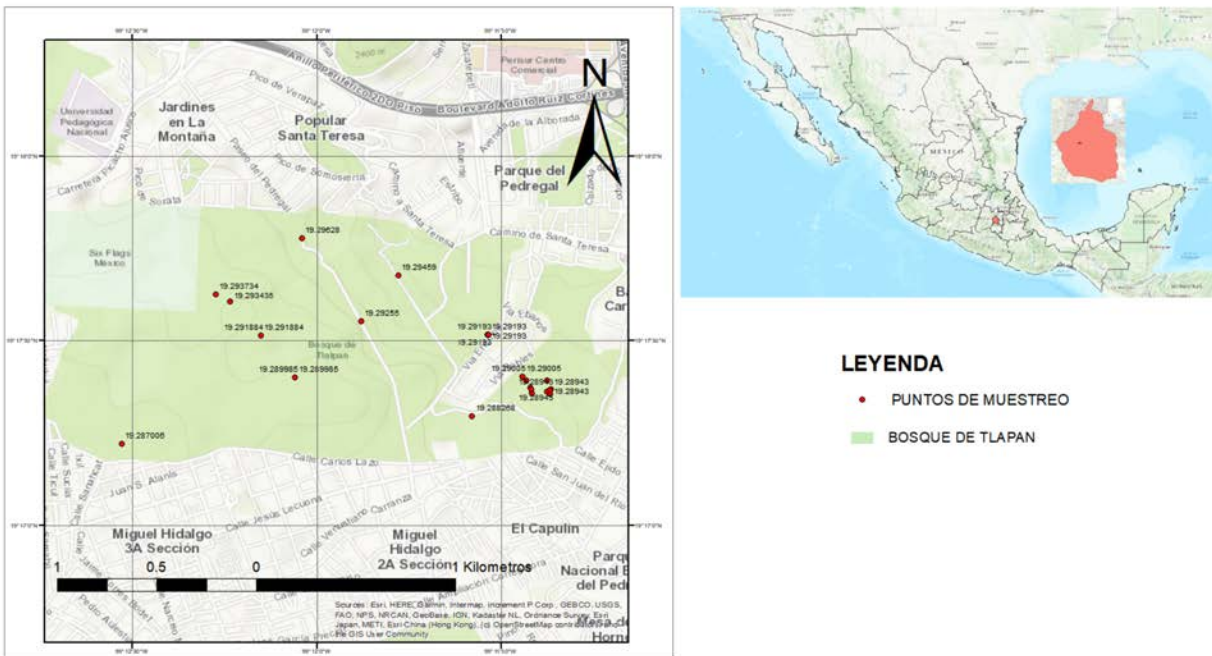


Figura 1. Ubicación de los 18 puntos de muestreo dentro del Bosque de Tlalpan.

Se implementaron dos métodos de recolección: recolecta directa buscando debajo de troncos en descomposición, tocones y rocas, y colocando a los ejemplares en frascos con alcohol al 70%. El segundo método consistió en coleccionar 40 muestras de suelo y hojarasca las cuales se tomaron en conjunto, hasta llenar un recipiente de un litro; cada una se colocó en bolsas de plástico que fueron transportadas al Laboratorio de Acarología "Dra. Isabel Bassols Batalla" de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, lugar en el que fueron depositados los ejemplares recolectados. Las muestras de suelo y hojarasca se procesaron mediante la técnica del embudo de Berlese para obtener a los organismos de interés los cuales se colocaron en frascos con alcohol al 70% (Márquez-Luna, 2005).

Análisis de los datos. Para realizar todos los análisis se utilizó el total de los individuos de milpiés y ciempiés obtenidos tanto del procesamiento de las muestras de suelo y hojarasca como los recolectados de manera directa. Se determinó la riqueza específica (S) y la abundancia relativa (A); la diversidad presente en el área se abordó mediante el índice de diversidad de Shannon (H'), el cual supone que los individuos son seleccionados aleatoriamente de una comunidad y que todas las especies están representadas en la muestra, mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar (Moreno, 2001; Magurran, 2004). Este índice arroja valores entre 1.5 y 3.5 y rara vez mayores a 4 (Magurran, 1988) que se interpretan como diversidad baja para valores menores de 2, diversidad media de 2 a 3.5 y superiores a 3.5 como diversidad alta (Medrano-Meraz *et al.*, 2017). Con base en los valores del índice de Shannon-Weiner se puede obtener el índice de equidad de Pielou, el cual expresa la equidad como la proporción de la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada (Villarreal

et al., 2006). Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones en las que todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001). Para el cálculo de los índices se utilizó el programa Past 3.24 (Hammer *et al.*, 2001).

Para evaluar la eficiencia de muestreo en la riqueza de especies encontradas, se realizaron curvas de acumulación de especies utilizando los estimadores no paramétricos basados en incidencia: ICE, Chao 2 y Jackknife 1 (Villarreal *et al.*, 2006). Los estimadores no paramétricos resultan ser más fáciles de entender y explicar y son relativamente efectivos, pueden ser utilizados como herramientas útiles para saber si se requiere o no aumentar la intensidad de muestreo, saber si es necesario efectuar un segundo estudio en una zona a pesar de haber obtenido una asíntota en la curva de acumulación o bien estimar cuántas especies faltan por descubrir (Escalante, 2003). El estimador ICE (Incidence-based Coverage Estimator) se basa en las especies raras observadas en diez o menos unidades de muestreo (González-Oreja *et al.*, 2010), Chao 2 se basa en el número de especies que aparecen en una y dos muestras, mientras que Jackknife 1 se basa en el número de especies que ocurren en una sola muestra. De este conjunto de estimadores, Chao 2 es el más riguroso y menos sesgado para muestras pequeñas (Villarreal *et al.*, 2006). Las curvas se construyeron con 1000 aleatorizaciones mediante el programa EstimateS 9.1.0 (Colwell, 2013).

RESULTADOS

Diversidad. Se obtuvieron en total 200 individuos de los cuales 166 pertenecen a la clase Diplopoda representada por cinco familias, seis géneros y seis especies. Por primera vez se reportan para la Ciudad de México las especies *Polydesmus inconstans* Latzel, 1884, *Choneiulus palmatus* Němec, 1895 y *Brachyiulus lusitanus* Verhoeff, 1898, así como los géneros *Cylindroiulus* Verhoeff, 1894 y *Uroblaniulus* Attems, 1901 (Cuadro 1); solamente una de las especies de milpiés encontrada, resultó ser endémica de México. Los 34 individuos restantes pertenecen a la clase Chilopoda y están agrupados en tres familias, tres géneros y tres especies, dos de estas endémicas a México y una de amplia distribución en el país. El índice de diversidad de Shannon-Wiener: $H' = 1.55$ sugiere una baja diversidad de diplopodos y quilópodos para el área de estudio, el índice de equidad de Pielou (J') corroboró lo anterior con un valor de 0.70, lo cual indicó la alta dominancia de unas pocas especies. El milpiés *P. inconstans*, fue la especie más abundante con 88 individuos seguido de *Cleidogona ca. maculata* Verhoeff, 1926 con 46 individuos, en cuanto a los ciempiés, *Garrina monachus* Chamberlin, 1943 fue la más abundante con 24 individuos (Cuadro 2).

Cuadro 1. Listado de las especies registradas para la Ciudad de México, **= Nuevos registros para la Ciudad de México, ***= Especies endémicas. En negritas las especies registradas en este estudio.

Clase	Orden	Familia	Especie
Diplopoda	Spirobolida	Spirobolidae	<i>Hiltonius erythrotypus</i> Chamberlin, 1943***
			<i>Hiltonius mexicanus</i> DeSaussure, 1859***
	Julida	Atopetholidae	<i>Tarascolus clarus</i> Chamberlin, 1943***
		Parajulidae	<i>Mexicoiulus dampfi</i> Verhoeff, 1926***
			<i>Paraiulus gyratus</i> Loomis, 1969***
			<i>Paraiulus rosanus</i> Chamberlin, 1943***
			<i>Uroblaniulus sp.</i>**
		Julidae	<i>Brachyiulus lusitanus</i> Verhoeff, 1898**
			<i>Cylindroiulus sp.</i>**

		Blaniulidae	<i>Choneiulus palmatus</i> Němec, 1895**
	Platydesmidae	Platydesmidae	<i>Platydesmus corozoi</i> Chamberline, 1942***
	Chordeumatida	Cleidogonidae	<i>Cleidogona maculata</i> Verhoeff, 1926***
	Polydesmida	Xystodesmidae	<i>Rhysodesmus dampfi</i> Verhoeff, 1932***
			<i>Rhysodesmus guardanus</i> Chamberlin, 1943***
			<i>Rhysodesmus rubrimarginis</i> Chamberlin, 1943***
			<i>Rhysodesmus tacubayae</i> Chamberlin, 1943***
		Polydesmidae	<i>Polydesmus angustus</i> Latzel, 1884
			<i>Polydesmus inconstans</i> Latzel, 1884**
		Cryptodesmidae	<i>Pinesmus setosus</i> Chamberlin, 1943***
Chilopoda	Scutigermorpha	Scutigeridae	<i>Dendrothereua lincei</i> Wood, 1867***
	Lithobiomorpha	Lithobiidae	<i>Arebius altimontis</i> Chamberlin, 1943***
			<i>Atethobius mirabilis</i> Chamberlin, 1915***
			<i>Atethobius scutiger</i> Verhoeff, 1934***
			<i>Labrobis (Tribius) boneti</i> Chamberlin, 1934***
			<i>Delobius spinifer</i> Chamberlin, 1915***
			<i>Mexicobius leon</i> Chamberlin, 1943***
	Scolopndromorpha	Scolopendridae	<i>Scolopendra morsitans</i> Linnaeus, 1758
			<i>Scolopendra polymorpha</i> Wood, 1861
			<i>Scolopendra viridis</i> Say, 1821
	Geophilomorpha	Geophilidae	<i>Garrina monachus</i> Chamberlin, 1943***
			<i>Garrina ochrus</i> Chamberlin, 1915***
			<i>Garrina pedrigala</i> Chamberlin, 1943***
			<i>Sogona anahua</i> Chamberlin, 1943***
			<i>Sogona paucipes</i> Chamberlin, 1943***
		Schendylidae	<i>Nyctunguis dampfi</i> Verhoeff, 1926***
			<i>Parunguis boneti</i> Chamberlin, 1943***

Curva de acumulación de especies. Las curvas de acumulación de especies para lo observado y los tres estimadores utilizados (ICE, Chao 2 y Jackknife 1) tendieron a estabilizarse (Fig. 2). Los resultados de los estimadores: ICE: 9.5 (IC 95%: 9.5), Chao 2: 9.2 (IC 95%: 9–13.3) y Jackknife 1: 9.88 (IC: 95%: 8.1–11.6) sugieren que la riqueza observada estuvo cercana a la esperada y que es poco probable registrar más especies en el bosque.

Variación estacional. La abundancia y ocurrencia de milpiés fluctuó a lo largo del periodo muestreado. Durante la época de estiaje (febrero-mayo), se registraron 63 individuos pertenecientes a cuatro de las cinco especies identificadas; en contraste en la época lluviosa (junio-septiembre) la abundancia aumento a 103 individuos y se registraron a las cinco especies. En el caso de los ciempiés, durante la época de estiaje se contabilizaron 15 individuos de dos especies,

mientras que en la época lluviosa se observaron 19 individuos pertenecientes a tres especies (Cuadro 2).

Cuadro 2. Riqueza de especies y abundancia total y estacional de milpiés y ciempiés recolectados en el Bosque de Tlalpan, Ciudad de México.

Especie/época	Estiaje	Lluvia	Abundancia relativa
Clase: Diplopoda			
<i>Polydesmus inconstans</i>	46	42	88
<i>Cleidogona ca maculata</i>	9	37	46
<i>Choneiulus palmatus</i>	7	19	26
<i>Cylindroiulus</i> sp.	0	3	3
<i>Uroblaniulus</i> sp.	1	1	2
<i>Brachyiulus lusitanus</i>	0	1	1
Clase Chilopoda			
<i>Garrina monachus</i>	12	12	24
<i>Scolopendra viridis</i>	3	3	6
<i>Atethobius scutiger</i>	0	4	4
Total	78	122	200

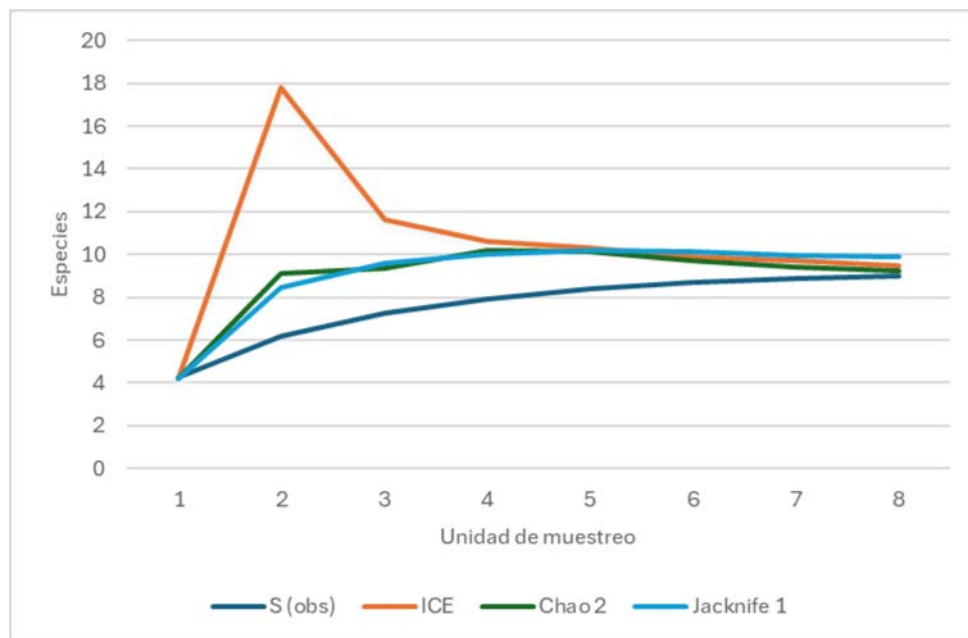


Figura 2. Curvas de acumulación de las especies observadas (S obs) y las realizadas con base en los estimadores no paramétricos: ICE, Chao 2 y Jackknife 1.

Lista de especies de milpiés y ciempiés encontrados en el área de estudio.

Clase Diplopoda de Blainville in Gervais, 1844

Orden Polydesmida Leach, 1815

Familia Polydesmidae Leach, 1815

Género *Polydesmus* Latreille, 1802

***Polydesmus inconstans* Latzel, 1884 (Fig. 3)**

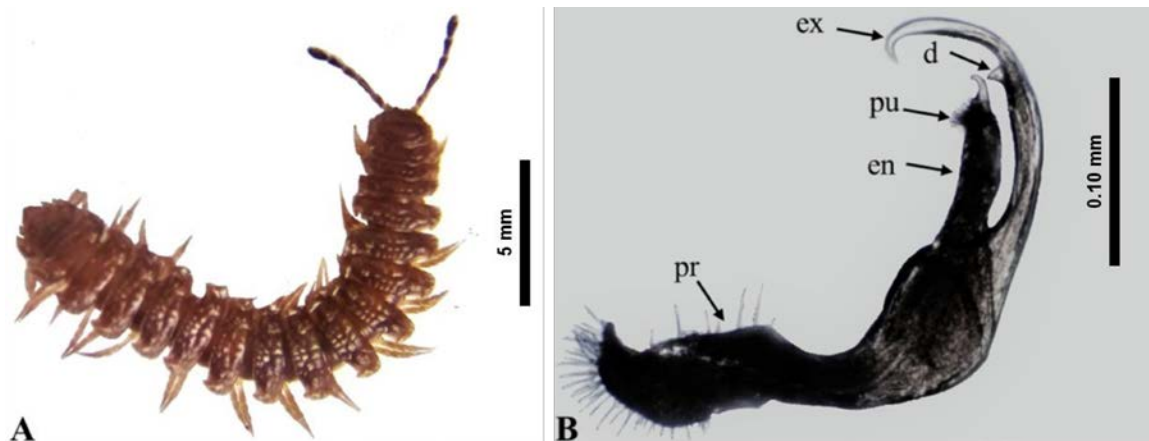


Figura 3. *Polydesmus inconstans*; ♂. A) Vista dorsal del cuerpo, B) vista lateral del gonopodio. Diente (d); endomero (en); exomero (ex); prefemur (pr); pulvínulo (pu).

Material recolectado. México: Ciudad de México, Bosque de Tlalpan, 19°17.391' N, -99°11.431' O, 25 de febrero de 2022, 8♀, 9♂ y 14 juveniles; 25 de marzo de 2022, 1♀, 3♂ y 9 juveniles; 28 de julio de 2022, 2♂, debajo de troncos en descomposición; 27 de mayo de 2022, 1♀, 1♂, debajo de rocas; altitud: 2,346 m; 19°17.511' N, -99°11.537' O, 30 de junio de 2022, 5 juveniles; 28 de julio de 2022, 10 juveniles; 25 de agosto de 2022, 9 juveniles; 7 de septiembre de 2022, 16 juveniles, suelo y hojarasca; altitud: 2,337 m; A. Hernández-Moctezuma, S. Ramírez-Hernández y G. Villegas-Guzmán leg.

Distribución: *P. inconstans*, se distribuye ampliamente por Europa, desde Portugal hasta el este europeo de Rusia, esta especie es conocida como introducida en Norteamérica (EUA y Canadá) y en la región australiana (Nueva Zelanda) (Nefediev *et al.*, 2016; Bachvarova *et al.*, 2017; Nefediev & Nefedieva, 2018).

Comentarios: La especie aquí reportada representa el primer registro para México, los organismos fueron recolectados en el bosque cultivado debajo de troncos en descomposición, así como en suelo y hojarasca en ambas épocas del año, durante la época lluviosa se registró mayormente a individuos que se encontraban en sus primeras etapas de desarrollo. *P. inconstans* es común en hábitats antropogénicos como parques, jardines y zonas de cultivo (Nefediev *et al.*, 2016; Bachvarova *et al.*, 2017; Nefediev & Nefedieva, 2018). El cuerpo es aplanado de un tamaño de 20 mm con 20 terguitos y paranotas entre estas hay una ornamentación de tubérculos, presenta una coloración marrón claro y sin ojos.

Orden: Julida **Brandt, 1833**

Familia: Blaniulidae **C. L. Koch, 1847**

Género: *Choneiulus* **Brolemann, 1921**

***Choneiulus palmatus* (Němec, 1895) (Fig. 4)**

Material recolectado. México: Ciudad de México, Bosque de Tlalpan, 19°17.511' N, -99°11.537' O, 25 de marzo de 2022, 3♂ y 4 juveniles; 28 de julio de 2023, 7♂ y 8 juveniles; 7 de septiembre de 2022, 2♂ y 2 juveniles, suelo y hojarasca; altitud: 2,337 m; A. Hernández-Moctezuma, S. Ramírez-Hernández y G. Villegas-Guzmán leg.

Distribución: *C. palmatus* es una especie común en Europa occidental y se conoce como especie introducida en Canadá, Estados Unidos de América y Australia (Arndt *et al.*, 2008; Kime & Enghoff, 2017).

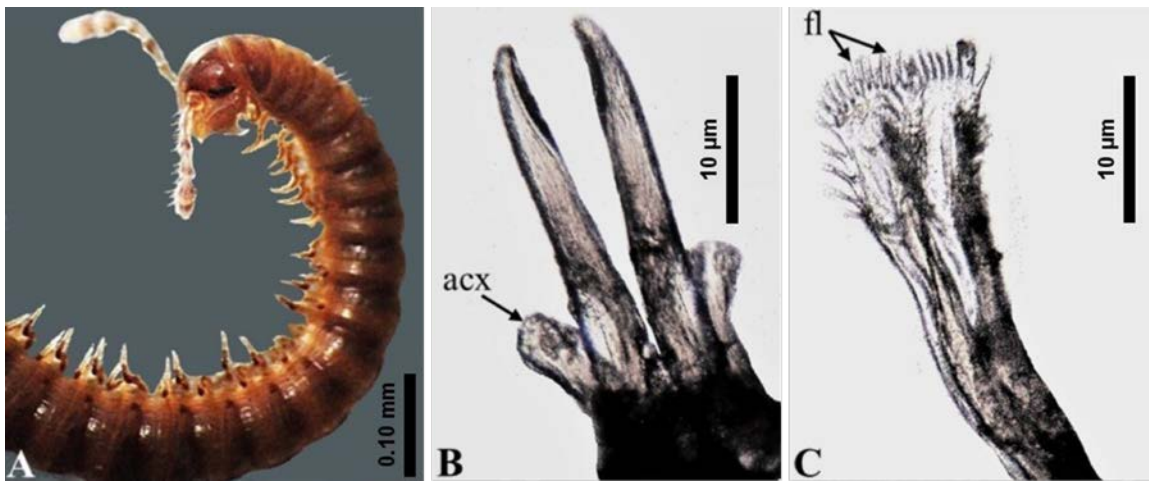


Figura 4. *Choneiulus palmatus*; ♂. A) Vista lateral del cuerpo, B) vista dorsal del gonopodio anterior, C) vista latero-ventral del gonopodio posterior. Apófisis coxales (acx); flecos (fl).

Comentarios: La especie aquí reportada representa el primer registro para México, los organismos se recolectaron en el bosque cultivado en suelo y hojarasca en ambas épocas del año, sin embargo, su abundancia fue mayor durante la época lluviosa. La especie *C. palmatus*, se ha registrado en bosques en suelo y hojarasca, así como en jardines, parques, viñedos, huertos, cementerios y viveros, se considera como una especie capaz de sobrevivir a periodos de sequía (Kime & Enghoff, 2017). El color del cuerpo es variado, algunos organismos presentan una tonalidad de color crema a pardusca con un cuerpo cilíndrico de 7 mm, setas tanto dorsales como laterales en cada diplosegmento y con una fila de ojos.

Orden: Julida **Brandt, 1833**

Familia: Julidae **Leach, 1814**

Género: *Brachyiulus* **Berlese, 1884**

***Brachyiulus lusitanus* Verhoeff, 1898 (Fig. 5)**

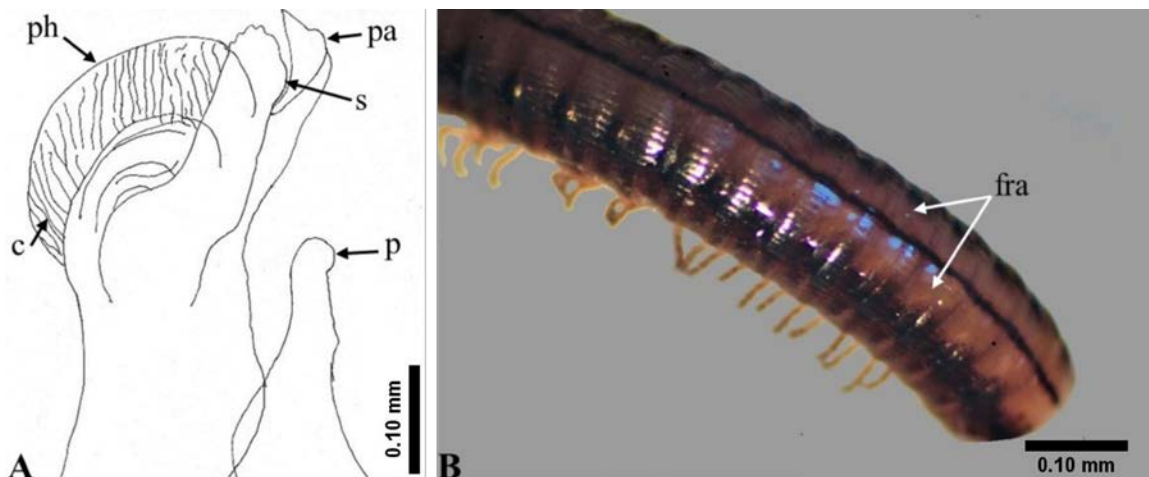


Figura 5. *Brachyiulus lusitanus*; ♂. A) Vista lateral del gonopodio, B) vista dorsal del cuerpo. Corrugaciones del phylacum (c); franjas dorsales (fra); phylacum (ph); proceso anterior (pa); promerito (p); solenomerito (s).

Material recolectado. México: Ciudad de México, Bosque de Tlalpan, 19°17.511' N, -99°11.537' O, 28 de julio de 2022, 1♂, suelo y hojarasca; altitud: 2,337 m; A. Hernández-Moctezuma, S. Ramírez-Hernández y G. Villegas-Guzmán leg.

Distribución: *B. lusitanus* es una especie nativa de Europa y ampliamente distribuida en el centro y sur, desde Italia, el norte de Alemania y la República Checa; y al este de Grecia, Bulgaria y Rumania (Gregory, 2021). También se tienen registros de Argelia, Egipto e Irán, y ha sido introducida en Australia y Norteamérica (Kime & Enghoff, 2017; Gregory, 2021).

Comentarios: La especie aquí reportada representa el primer registro para México, un único ejemplar macho se recolectó en suelo y hojarasca durante la época lluviosa en el bosque cultivado. La especie *B. lusitanus* se ha registrado en diferentes hábitats, incluidos bosques (bajo corteza y musgo), parques, cultivos e invernaderos (Kime & Enghoff, 2017; Gregory, 2021). El cuerpo es cilíndrico con un tamaño de 12 mm y con dos franjas dorsales notorias de color amarillo claro que corren a lo largo de todo el cuerpo divididas por una línea negra.

Orden: Julida **Brandt, 1833**
Familia: Julidae **Leach, 1814**
Género: *Cylindroiulus* **Verhoeff, 1894**
***Cylindroiulus* sp. (Fig. 6)**

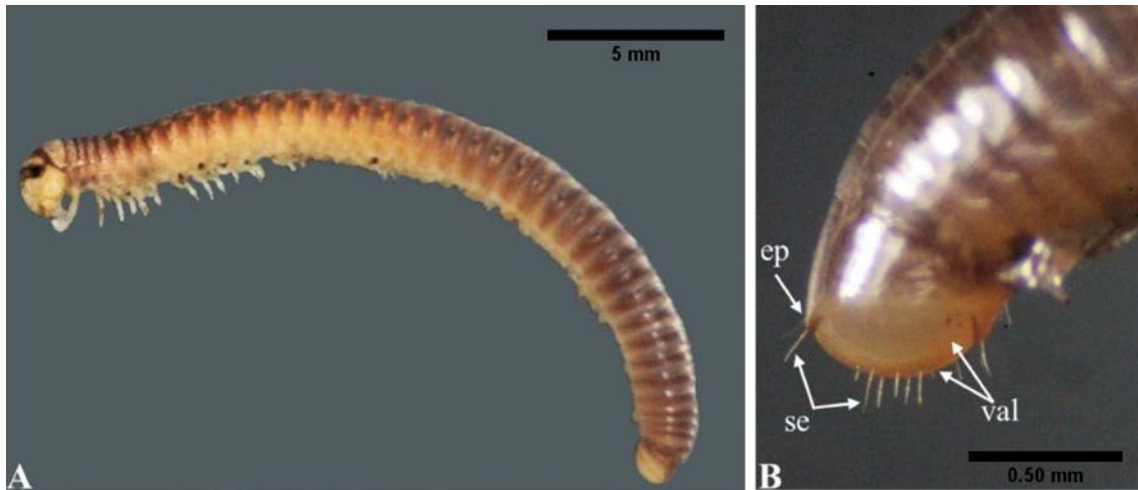


Figura 6. *Cylindroiulus* sp.; juvenil. A) Vista lateral del cuerpo, B) vista dorsolateral de los últimos segmentos del tronco. Epiprocto (epi); sedas (se); valvas anales (val).

Material recolectado. México: Ciudad de México, Bosque de Tlalpan, 19°17.511' N, -99°11.537' O, 28 de julio de 2022, 2 juveniles; 7 de septiembre de 2022, 1 juvenil, suelo y hojarasca; altitud: 2,337 m; A. Hernández-Moctezuma, S. Ramírez-Hernández y G. Villegas-Guzmán leg.

Distribución: El género *Cylindroiulus* se distribuye desde Asia Central hasta el sur de Europa particularmente en Italia y en la Isla de Madeira; algunas especies se han extendido al resto de Europa y algunas otras se han extendido por todo el mundo (Kime & Enghoff, 2017).

Comentarios: El género aquí reportado representa el primer registro para la Ciudad de México, los organismos recolectados se encontraron en suelo y hojarasca durante la época lluviosa en el bosque cultivado. No fue posible determinar a la especie debido a que solo se recolectaron ejemplares juveniles. El cuerpo es cilíndrico de 10 mm, presenta un color marrón claro en los prozonitos mientras que en los metazonitos se observa una línea de color marrón un poco más intenso que se va degradando a claro en los bordes, con unas cuantas sedas en las valvas.

Orden: Julida **Brandt, 1833**
Familia: Parajulidae **Bollman, 1893**
Género: *Uroblaniulus* **Attems, 1901**
Uroblaniulus sp. (Fig. 7)

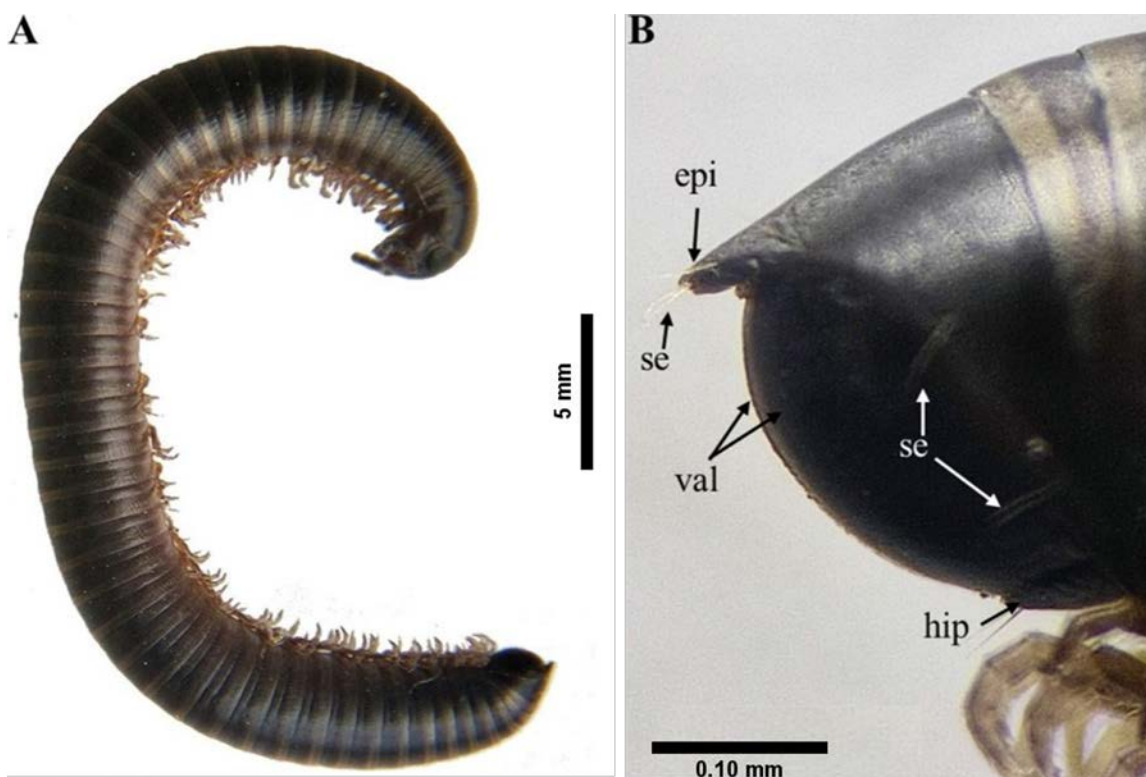


Figura 7. *Uroblaniulus* sp.; juvenil. A) Vista lateral del cuerpo, B) vista lateral de los últimos segmentos del tronco. Epiprocto (epi); hipoprocto (hip); sedas (se); valvas anales (val).

Material recolectado. México: Ciudad de México, Bosque de Tlalpan, 19°17.391' N, -99°11.431' O, 25 de marzo de 2022, 1 juvenil; altitud: 2,346 m; 19°17.365' N, -99°11.366' O, 7 de septiembre de 2022, 1 juvenil, ambos organismos se recolectaron debajo de troncos en descomposición; altitud: 2,368 m; A. Hernández-Moctezuma, S. Ramírez-Hernández y G. Villegas-Guzmán *leg.*

Distribución: Se tienen registros para Canadá en Ontario, sur de Quebec y oeste de New Brunswick hasta el centro de Georgia y oeste de Illinois en Estados Unidos (Shelley & Smith, 2016).

Comentarios: El género aquí reportado representa el primer registro para México. Los organismos fueron recolectados debajo de troncos en descomposición en ambas épocas del año en el bosque cultivado. No fue posible determinarlos a nivel de especie debido a que solo se recolectaron ejemplares juveniles. El cuerpo es cilíndrico de 20 mm, los prozonitos son de color marrón brillante y los metazonitos son de color marrón intenso, presenta una ligera curvatura del epiprocto con algunas sedas en este.

Orden: Chordeumatida **Pocock, 1894.**
Familia: Cleidogonidae **Cook, 1896.**
Género: *Cleidogona* **Cook & Collins, 1895.**
Cleidogona ca. *maculata* (Verhoeff, 1926) (Fig. 8)

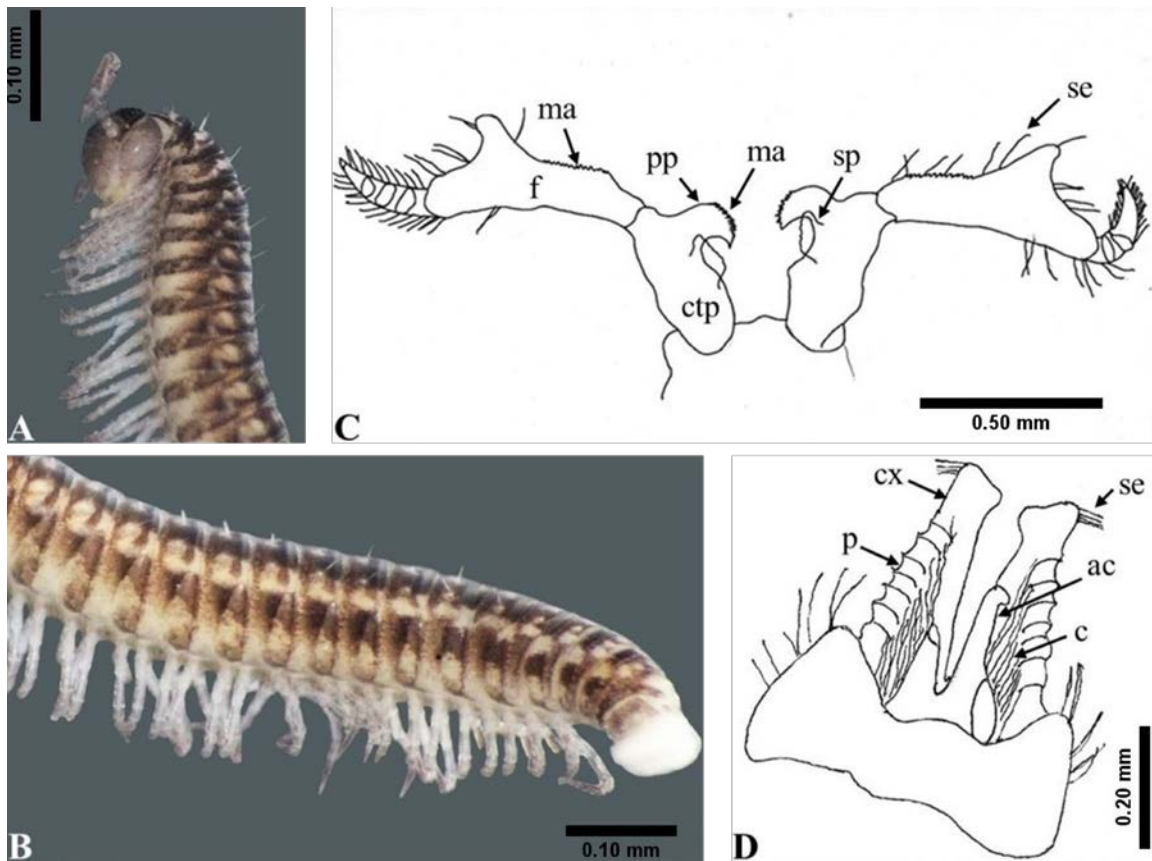


Figura 8. *Cleidogona ca. maculata*; A y B, juvenil; C y D, ♂. A) Vista lateral de la región anterior del cuerpo, B) vista lateral de la región posterior del cuerpo, C) Vista dorsal del noveno par de patas, D) vista ventral del gonopodio. Angiocoxitos (ac); colpocoxito (cx); corrugaciones (c); coxa-trocánter-prefemur fusionados (ctp); femur (f); margen aserrado (ma); pliegues (p); primer proceso (pp); sedas (se); segundo proceso (sp).

Material recolectado. México: Ciudad de México, Bosque de Tlalpan, 19°17.511' N, -99°11.537' O, 25 de marzo de 2022, 6 juveniles; 28 de julio de 2022, 28 juveniles; 7 de septiembre de 2022, 2 juveniles, suelo y hojarasca; altitud: 2,337 m; 19°17.368' N, -99°11.418' O, 29 de abril de 2022, 1 juvenil; 27 de mayo de 2022, 2 juveniles, suelo y hojarasca; altitud: 2,350 m; 19°17.403' N, -99°11.441' O, 30 de junio de 2022, 1♀, 2♂ y 2 juveniles; 25 de agosto de 2022, 2 juveniles, debajo de troncos en descomposición; altitud: 2,364 m; A. Hernández-Moctezuma, S. Ramírez-Hernández y G. Villegas-Guzmán *leg.*

Distribución: Se tienen registros de esta especie para el Distrito Federal (hoy Ciudad de México): Desierto de los Leones y Michoacán (Bueno-Villegas *et al.*, 2004).

Comentarios: Es una especie endémica de México (Bueno-Villegas & Cupul-Magaña, 2020). Los ejemplares se recolectaron en ambas épocas del año en el bosque cultivado en suelo y hojarasca, así como debajo de troncos en descomposición, sin embargo, durante la época lluviosa su abundancia fue mayor. Es importante mencionar que los gonopodios de los ejemplares macho se extraviaron, por lo que es necesario realizar la recolecta de más ejemplares adultos. El cuerpo es de un tamaño de 12 mm, color azulado y crema intercalado con tres sedas en cada diplosegmento a lo largo del cuerpo, en los machos se puede observar bajo el microscopio estereoscópico como el fémur del noveno par de patas esta agrandado.

Clase: Chilopoda

Orden: Lithobiomorpha **Pocock, 1891**

Familia: Lithobiidae **Newport, 1844**

Género: *Atethobius* **Chamberlin, 1915**

***Atethobius scutiger* Verhoeff, 1934 (Fig. 9)**

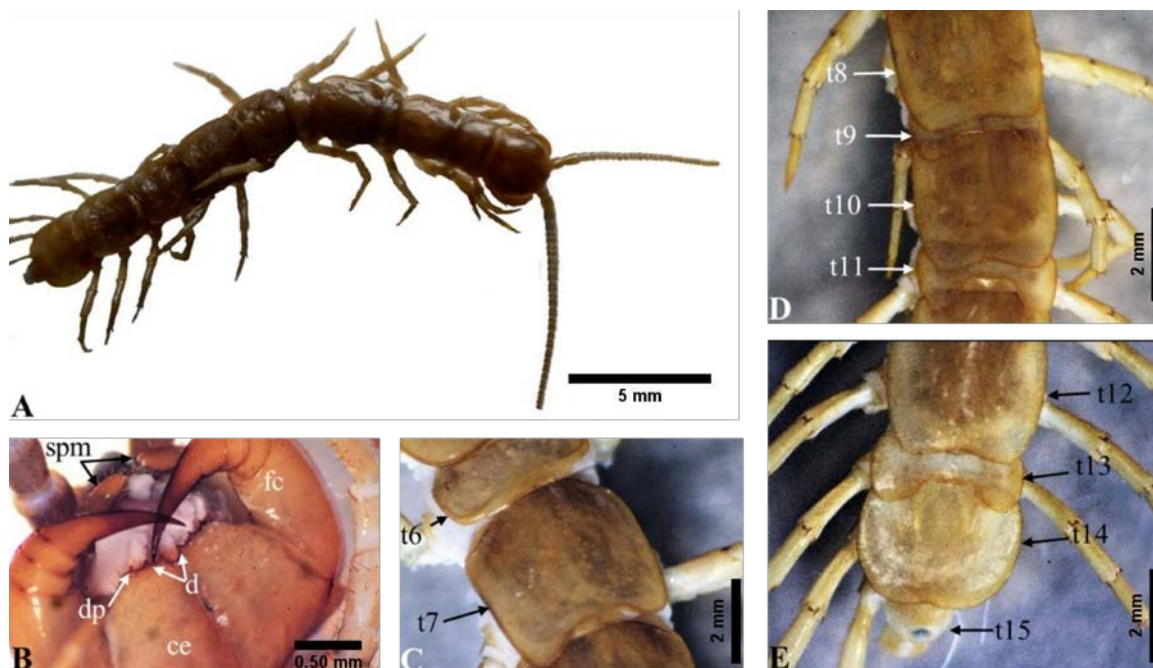


Figura 9. *Atethobius scutiger*; ♂. A, C, D y E) Vistas dorsales del cuerpo, B) Vista ventral de la placa cefálica. Coxoesternon (ce); diente (d); diente porodonte (dp); forcípula (fc); segundo par de maxilas (spm); terguitos 6-15 (t6-t15).

Material recolectado. México: Ciudad de México, Bosque de Tlalpan, 19°17.367' N, -99°11.364' O, 30 de junio de 2022, 1♂; 25 de agosto de 2022, 2♀; altitud: 2,357 m; 19°17.361' N, -99°11.375' O, 25 de agosto de 2022, 1♀, debajo de troncos en descomposición; altitud: 2,352 m; A. Hernández-Moctezuma, S. Ramírez-Hernández y G. Villegas-Guzmán *leg.*

Distribución. México, Distrito Federal (Ciudad de México): Ruta verde del Ajusco, Parque Nacional Cumbres del Ajusco, Estado de México y Morelos (Cupul-Magaña *et al.*, 2015).

Comentarios. Es una especie endémica de México (Bueno-Villegas & Cupul-Magaña, 2020). Los individuos se recolectaron solamente durante la época lluviosa debajo de troncos en descomposición en el bosque cultivado. La especie aquí reportada representa el segundo registro para la Ciudad de México. El cuerpo es de un tamaño de 21 mm con un color marrón un poco intenso en la cabeza y el tronco de un color verdoso; a simple vista se pueden observar las proyecciones terminales que presentan algunos terguitos.

Orden: Geophilomorpha **Pocock, 1895**

Familia: Geophilidae **Leach, 1815**

Género: *Garrina* **Chamberlin, 1915**

***Garrina monachus*, Chamberlin, 1943 (Fig. 10)**

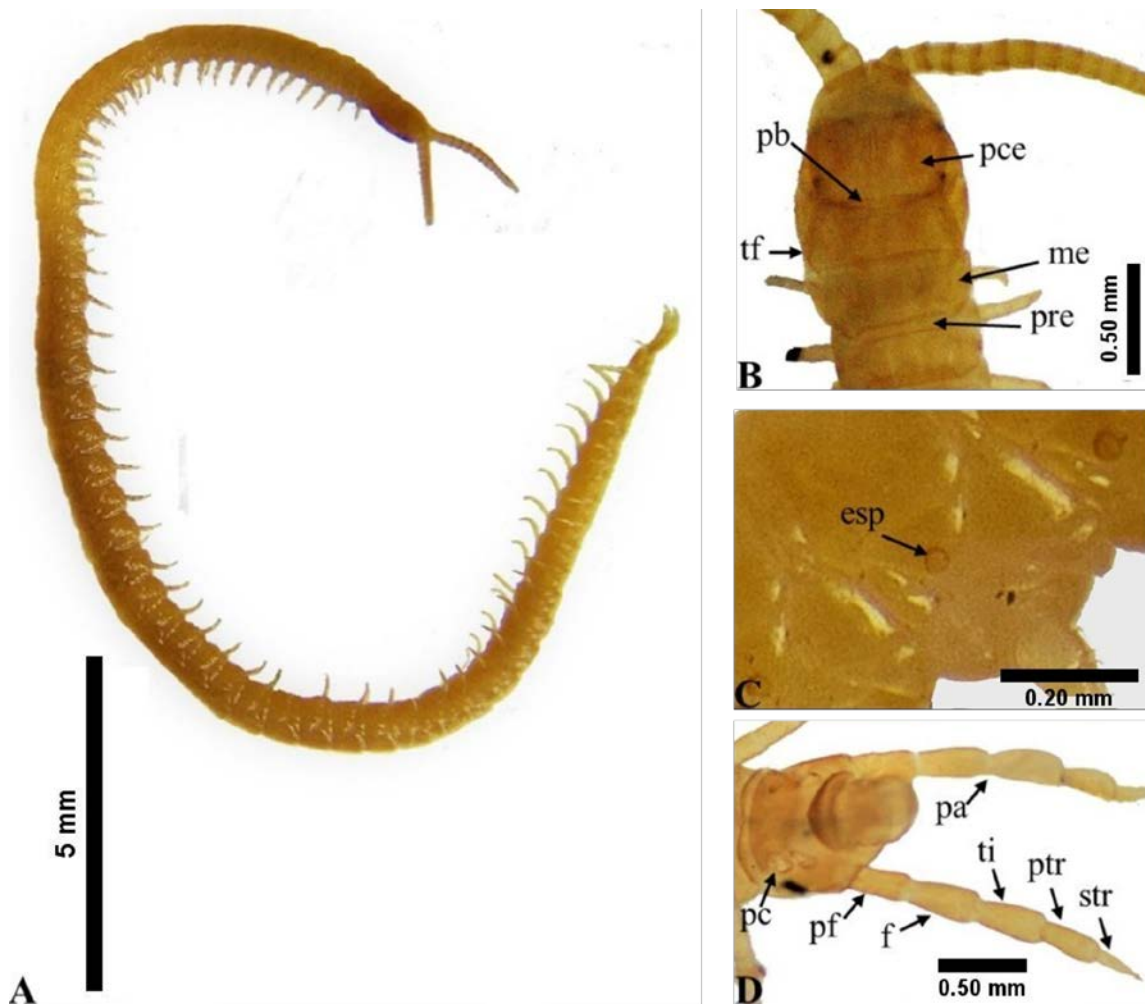


Figura 10. *Garrina monachus*; juvenil. A) Vista dorsolateral del cuerpo, B) vista dorsal de la placa cefálica, C) vista dorsolateral de los terguitos cuatro a seis (izquierda a derecha), D) vista ventral de la región terminal del tronco. Espiráculos (esp); fémur (f); metaterguito (me); pata anal (pa); placa cefálica (pce); plato prebasal (pb); poro coxal (pc); prefemur (pf); preterguito (pre); primer tarso (ptr); segundo tarso (str); terguito forcipular (tf); tibia (ti).

Material recolectado. México, Ciudad de México, Bosque de Tlalpan. 19°17.367' N, -99°11.364' O, 25 de marzo del 2022, 3 juveniles; 28 de julio de 2022, 1 juvenil; altitud: 2,368 m; 19°17.372' N, -99°11.375' O, 29 de abril de 2022, 2 juveniles; altitud: 2,352 m; 19°17.506' N, -99°11.541' O, 27 de mayo de 2022, 7 juveniles; altitud: 2,356 m; 19°17.511' N, -99°11.537' O, 28 de julio de 2022, 5 juveniles; 25 de agosto de 2022, 2 juveniles; 7 de septiembre de 2022, 2 juveniles; altitud: 2,337 m; 19°17.403' N, -99°11.440' O, 28 de julio de 2023, 2 juveniles, todos los organismos se recolectaron en suelo y hojarasca; altitud: 2,371 m; A. Hernández-Moctezuma, S. Ramírez-Hernández y G. Villegas-Guzmán leg.

Distribución. México, Distrito Federal: Desierto de los Leones, San Rafael y Morelos (Chamberlin, 1943; Foddai *et al.*, 2000; Cupul-Magaña, 2013).

Comentarios. Se trata de una especie endémica de México (Bueno-Villegas & Cupul-Magaña, 2020; Cupul-Magaña, 2013). Los ejemplares fueron recolectados en suelo y hojarasca en ambas épocas del año en el bosque cultivado. La especie *G. monachus* aquí reportada representa el segundo registro para la Ciudad de México. El cuerpo presenta un tamaño de 20 mm de color amarillo intenso en la cabeza y un tono amarillo más claro en el tronco, con 63 pares de patas;

bajo el microscopio estereoscópico se puede observar que las patas anales terminan en garra y presentan dos pares de poros coxales grandes.

Orden Scolopendromorpha Pocock, 1895

Familia Scolopendridae Leach, 1814

Género *Scolopendra* Linnaeus, 1758

***Scolopendra viridis* Say, 1821 (Fig. 11)**

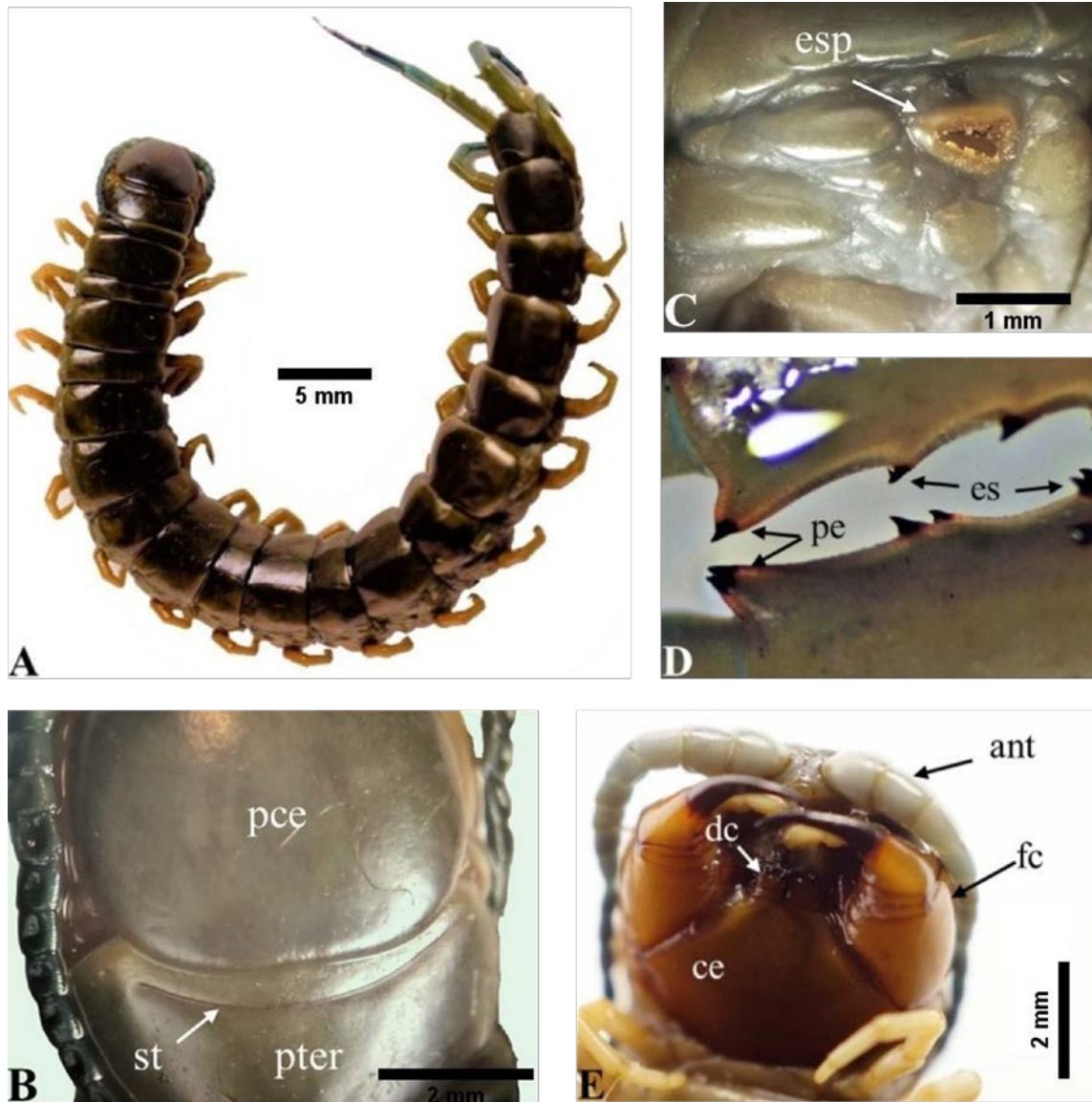


Figura 11. *Scolopendra viridis*; ♀. A) Vista dorsal del cuerpo, B) vista dorsal de la placa cefálica y primer terguito, C) vista lateral del tercer terguito (lado izquierdo) D) detalles de los procesos espinosos y espinas prefemorales, E) vista ventral de la placa cefálica. Antenomero (ant); coxoesternon (ce); dientes del coxoesternon (dc); espinas prefemorales (es); espiráculo (esp); forcípula (fc); placa cefálica (pce); primer terguito (pter); procesos espinosos prefemorales (pe); sutura transversal (st).

Material recolectado. México: Ciudad de México, Bosque de Tlalpan, 19°17.365' N, -99°11.368' O, 25 de febrero de 2022, 1♀ y 2 juveniles, 28 de julio de 2023, 1♀, 7 de septiembre de 2022, 1 juvenil; altitud: 2,368 m; 19°17.361' N, -99°11.375' O, 25 de agosto de 2022, 1 juvenil, todos los

organismos se recolectaron debajo de troncos en descomposición; altitud: 2,352 m; A. Hernández-Moctezuma, S. Ramírez-Hernández y G. Villegas-Guzmán *leg.*

Distribución: La especie *S. viridis* se distribuye en Costa Rica, El Salvador, Estados Unidos de América, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y México en: Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Ciudad de México, Chihuahua, Chiapas, Coahuila, Colima, Durango, Estado de México, Guerrero, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas (López-Bonel *et al.*, 2019).

Comentarios. Los ejemplares se recolectaron en ambas épocas del año debajo de troncos en descomposición en el bosque cultivado. Es una de las dos especies de todo el género que posee el ámbito de distribución más amplio en México (Cupul-Magaña *et al.*, 2014). El cuerpo tiene un tamaño de 80 milímetros, de un color verde tanto en la región dorsal como ventral y un tono azulado en los costados, las antenas y en la parte distal de algunas patas como las anales.

DISCUSIÓN

Diversidad. El resultado arrojado por el índice de diversidad de Shannon-Weiner indica que la diversidad en el área de estudio es baja ($H' = 1.55$) con la dominancia de algunas especies ($J' = 0.70$). De las nueve especies registradas, los milpiés *P. inconstans*, *Cleidogona maculata*, *C. palmatus* y el ciempiés *G. monachus* representaron el 81 % del total de diplopodos y quilópodos presentes. Esto puede estar relacionado con la constante perturbación que ha sufrido el Bosque de Tlalpan, actualmente inmerso en un entorno totalmente urbano.

Eficiencia de muestreo. Las curvas de acumulación de especies indicaron que la riqueza observada estuvo cerca de la esperada, pues se colectaron 9 de las 9 a 10 especies esperadas, por lo que, el muestreo fue representativo (Cuadro 3). El estimador ICE: 9.5 (IC 95%: 9.5), presentó una estimación consistente con el esfuerzo de muestreo dado su intervalo de confianza. En el caso de Chao 2: 9.2 (IC 95%: 9 – 13.3), el intervalo de confianza es considerablemente más amplio, lo que podría sugerir que, con un esfuerzo de muestreo mayor, se podrían obtener más especies mejorando así la precisión de la estimación de la riqueza; finalmente el estimador Jackknife 1: 9.88 (IC 95%: 8.1 – 11.6), presento un intervalo de confianza más estrecho y relativamente cercano al valor máximo encontrado. Si bien se puede implementar otro método de colecta como las trampas pit-fall y prolongar el esfuerzo de muestreo para obtener a un número mayor de especies, el esfuerzo de muestreo aplicado a este estudio puede considerarse como eficaz de acuerdo con Villarreal *et al.* (2006) quienes consideran que un muestreo fue efectivo al obtener más del 85 % de las especies en un sitio.

Cuadro 3. Eficiencia de muestreo, en donde se comparan para cada estimador las especies observadas contra las esperadas y se muestra el porcentaje de eficiencia e intervalos de confianza al 95% (IC).

Especies observadas	Especies esperadas			Porcentaje de eficiencia (%)		
	ICE	Chao 2	Jackknife 1	ICE	Chao 2	Jackknife 1
9	9.5	9.2	9.8	94.73%	97.80%	91.09%
				IC: 9.5	IC: 9–13.3	IC: 8.1–11.6

Resultados similares fueron encontrados por Tóth y Hornung (2020), quienes registraron en el área metropolitana en Budapest que a medida que la urbanización se incrementa, la diversidad de milpiés disminuye; mientras que esta reducción afecta principalmente a los milpiés especialistas, las especies generalistas han logrado adaptarse a hábitats perturbados en los cuales

se pueden encontrar entre 14 a 26 especies en promedio. Sin embargo, en otros lugares como en la costa norte de Creta en Grecia, la urbanización no ha mostrado un efecto significativo sobre la diversidad de ciempiés (Papastefanou *et al.*, 2015), de igual manera en Wielkopolska-Kujawy al centro-oeste de Polonia se ha encontrado que, si bien la perturbación puede influir significativamente en la composición de especies, en el caso particular de los ciempiés no se ha observado una reducción en la diversidad; de hecho las comunidades de ciempiés en áreas urbanas han resultado ser igual de ricas y variadas que zonas boscosas, debido a la heterogeneidad ambiental que se puede encontrar en entornos urbanos (Leśniewska *et al.*, 2008).

La baja cantidad de quilópodos encontrados en nuestro estudio (tres especies) también podría deberse al cambio de vegetación de la zona, ya que antes de ser decretada como Área Natural Protegida, el bosque de Tlalpan formó parte de una fábrica de papel, cuyo alto consumo de madera llevó a la reforestación con especies de árboles exóticos como eucaliptos y cedros que sustituyeron a los árboles nativos, y lo cual probablemente tuvo un impacto negativo al modificar las condiciones micro climáticas y la consecuente presencia de estos organismos. El impacto del cambio de vegetación sobre los quilópodos es respaldado por el estudio de Baini y Zapparoli (2015), quienes documentaron el impacto negativo de la fragmentación y cambios en la estructura del hábitat sobre la fauna de quilópodos; en este estudio observaron que la tala de árboles y las reforestaciones modifican las condiciones microclimáticas como la humedad de suelo. En sitios que fueron reforestados con especies no nativas de pinos y con suelos más áridos, solo encontraron siete especies con una alta dominancia, mientras que en sitios reforestados con árboles nativos de hoja ancha donde el cierre total del dosel garantiza un alto grado de humedad a lo largo del año, encontraron 14 especies, una riqueza casi igual a la de los bosques seminaturales, que presentaron 13 especies.

Variación estacional. Al igual que lo encontrado en este estudio, Lazorík y Kula (2015) registraron en la República Checa una alta diversidad de milpiés durante la época lluviosa, lo que confirma la preferencia de estos organismos por ambientes húmedos. De manera similar, Usha *et al.* (2021) y Abdar (2022) registraron en la India que la abundancia de estos organismos fue mayor durante y después de la temporada lluviosa, mientras que durante el verano caliente y seco observaron un drástico descenso en la comunidad de diplopodos, reafirmando su preferencia por sitios de mayor humedad. En cuanto a los ciempiés Azevedo *et al.*, (2020), Joshi y Dahanukar, (2012) y Lazorík y Kula (2015), encontraron que la riqueza, actividad y abundancia fueron mayores durante y después del inicio de la temporada de lluvias en Brasil, India y República Checa, respectivamente. Nuestros resultados coinciden con estos hallazgos debido a que dos de las tres especies de ciempiés registradas, *S. viridis* y *A. scutiger*, fueron más frecuentes durante la temporada lluviosa, aunque *S. viridis* también estuvo en la época seca. Por otra parte *G. monachus* se observó en ambas temporadas en proporciones similares (Cuadro 2), lo que sugiere que podría ser una especie tolerante a la sequía y que como otros geophilomorfos encuentran humedad y alimento en las capas superficiales del suelo (Voigtländer, 2011b).

Afinidades biogeográficas. Es posible que las especies introducidas se hayan establecido en el área debido a las reforestaciones con plantas exóticas provenientes de varios viveros, así como por el establecimiento de viveros dentro de la misma ANP (Gaceta Oficial del D.F., 2011). Varias especies de milpiés han incrementado su rango de distribución debido a que han sido transportadas por actividades humanas (Gilgado *et al.*, 2022) que incluyen el comercio de plantas y suelo entre continentes (Stoev *et al.*, 2010). Este es el caso de los milpiés introducidos en Norteamérica de origen europeo, los cuales prosperan a nivel mundial en zonas urbanas, hábitats naturales y perturbados (McAllister & Robison, 2018). En este estudio se registraron a las especies

P. inconstans, *C. palmatus*, *B. lusitanus* y el género *Cylindroiulus*, que representan ejemplos de especies introducidas. Los milpiés, *P. inconstans* y *C. palmatus* tienen preferencias ecológicas por zonas xéricas, por lo que son tolerantes a la época de estiaje, además *P. inconstans* es considerada como una especie capaz de tolerar una gran variedad de hábitats (Kania & Kłapeć, 2012; Bachvarova et al., 2017). *C. palmatus* y *B. lusitanus*, son especies que tienen una tolerancia limitada de hábitats (Voigtländer, 2011a), lo que podría explicar sus bajas abundancias en comparación con *P. inconstans*.

En la Ciudad de México se tiene registro de un total de 13 especies de milpiés y 14 especies de ciempiés endémicos (Cuadro 1). Dentro del área de estudio se identificó a la especie de milpiés *Cleidogona* ca. *maculata* y los ciempiés *A. scutiger* y *G. monachus*, consideradas como endémicas (Bueno-Villegas & Cupul-Magaña, 2020). La alta cantidad de endemismos registrados podría deberse a que muchas especies solo se conocen en su localidad tipo y han sido reportadas únicamente en México (Cupul-Magaña, 2016); sin embargo, este alto número de endemismos puede estar más relacionado con la falta de muestreo e investigación que con una distribución realmente restringida, por lo que, es necesario realizar estudios sistemáticos en ambos grupos, incluyendo redescripciones e ilustraciones con valor taxonómico, así como revisiones exhaustivas de varios taxones (Cupul-Magaña, 2013; Cupul-Magaña & Bueno-Villegas, 2017).

Cleidogona ca. *maculata*, la única especie del género descrita para la Ciudad de México pertenece al grupo *maculata* caracterizado por una gran variedad de especies que ocurren en el altiplano mexicano, Querétaro y Distrito federal (Ciudad de México), extendiéndose hacia el norte hasta Coahuila, San Luis Potosí y al sur de Texas, USA (Shear, 1972). Considerando que los ejemplares macho recolectados presentan, tanto en el noveno par de patas como en el gonopodio, características que no fueron mencionadas en la descripción proporcionada por Shear (1972), es posible que se trate de una nueva especie cuya confirmación deberá ser corroborada por la revisión de los tipos. Los ciempiés *A. scutiger* y *A. mirabilis* son las únicas dos especies del género *Atethobius*, aunque es posible que otros taxones mexicanos podrían pertenecer a este género (Mundel, 1981). *Atethobius* se considera un componente distintivo de la meseta central de tierras altas y es quizás el género que se encuentra con mayor frecuencia asociado a pinares abiertos y pastizales de racimo; varias especies, desde el Distrito Federal (Ciudad de México) hasta elevaciones altas en Puebla, presentan problemas nomenclaturales y con estatus inciertos (Mundel, 1981). El ciempiés *S. viridis* distribuido en 27 estados de la República Mexicana (López-Bonel et al., 2019) y en varias localidades dentro de la Ciudad de México (Cupul-Magaña, 2013), es una especie que con frecuencia se refugia durante el día debajo de troncos en descomposición (Adis et al., 2002). El hallazgo del ciempiés endémico *G. monachus* en este estudio es notable ampliando su distribución a una nueva localidad dentro de la Ciudad de México (Chamberlin, 1943).

En la Ciudad de México se han reportado 14 especies de milpiés, de las cuales una se encontró en el área de estudio, siete han sido registradas en el Desierto de los Leones, dos en Tacubaya y una en Chapultepec (Bueno-Villegas et al., 2004). En cuanto a los ciempiés se han documentado 17 especies, de las cuales tres fueron encontradas en el área de estudio, siete se han encontrado en el Desierto de los Leones, tres en el Ajusco y Ciudad Universitaria, y dos especies en Chapultepec, El Pedregal de San Ángel y Tlalpan, zonas aledañas a la zona de estudio (Cupul-Magaña, 2013).

En conclusión, el Área Natural protegida Bosque de Tlalpan presenta una baja diversidad de milpiés y ciempiés, con la dominancia de pocas especies, lo que podría estar relacionado con la constante perturbación que ha sufrido el área. A pesar de esta baja diversidad, se registran por

primera vez tres especies y dos géneros de milpiés para la Ciudad de México aumentando así el número de especies de 14 a 19, incluyendo el hallazgo de tres especies endémicas. A pesar de que el muestreo realizado en el bosque cultivado puede considerarse muy completo, es necesario ampliar los sitios de muestreo al bosque de encino, matorral xerófilo y otras zonas donde convergen varios tipos de vegetación. También sería importante emplear otros métodos de colecta como trampas pit-fall, así como ampliar el estudio a otras áreas de la Ciudad de México. Con el objetivo de mantener la diversidad de estos grupos se recomienda mantener los troncos en descomposición sobre el suelo y tocones, ya que funcionan como refugios potenciales de milpiés y ciempiés (Cupul-Magaña, 2010; Bueno-Villegas, 2012). Así mismo se recomienda desarrollar estrategias para aumentar la cobertura vegetal, favoreciendo una densa vegetación que garantice una mayor retención de la humedad en el suelo, un factor clave para la supervivencia de estos organismos (Voigtländer, 2011b; Baini & Zapparoli, 2015; Lazorík & Kula 2015).

AGRADECIMIENTOS. A la administración del Área Natural Protegida Bosque de Tlalpan por permitirnos realizar las recolectas. Al M. en C. Miguel Ángel Hernández Patricio por sus comentarios y por el aporte de literatura. También, agradecemos a los revisores por sus valiosos comentarios que permitieron la mejora del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Abdar, M., R. (2022) Diversity of Millipedes in Chandoli National Park, Western Maharashtra, India. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 10 (4), 105–108.
<https://doi.org/10.22271/j.ento.2022.v10.i4b.9017>
- Adis, J. Foddai, D., Golovatch, S. I., Hoffman, R. L., Minelli, A., de Moraes, J. J., Pereira, L. A., Scheller, U., Schileyko, A. A., Wurmli. (2002) Myriapoda at 'Reserva Ducke', Central Amazonia/Brazil. *Amazonia*, 27 (1/2), 15–25.
- Arndt, E., Enghoff, H., Spelda, J. (2008) Millipedes (Diplopoda) of the Canarian Islands checklist and key. *Vieraea*, 36, 1–28.
- Azevedo, R., Ferreira, R. N. C., Azevedo, F. R., Nascimento, L. S., Santos, J. R. P., Ferreira, R. C. A. B., Mesquita, F. O. (2020) Anticipated or delayed responses to rainfall: Effects of rainfall on arthropods assemblage in an-enclave of evergreen forest. *Research, Society and Development*, 9 (12), e47291210923.
<https://doi.org/10.33448/rsd-v9i12.10923>
- Bachvarova, D., Vagalinski, B., Doichinov, A., Stoev, P. (2017) New records of millipedes and centipedes from Bulgaria, with and annotated checklist of the Bulgarian myriapods. *Zootaxa*, 4263 (3), 507–526.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4263.3.4>
- Baini, F., Zapparoli, M. (2015) Centipede Assemblages in semi-natural and reforested sites: comparing data from a Mediterranean area (Myriapoda: Chilopoda). *Vie et milieu - Life and environment*. 65 (3), 157–168.
- Bonato, L., Chagas Junior, A., Edgecombe, G., D., Lewis, J., E., Minelli, A., Pereira, L., A., Shelley, R., M., Stoev, P., Zapparoli M. (2016) ChiloBase 2.0 - A World Catalogue of Centipedes (Chilopoda).
Disponibile en: <https://chilobase.biologia.unipd.it>. (Consultado 19 agosto 2024)
- Bonato, L., Zapparoli, M. (2011) Chilopoda: Geographical distribution. Pp. 327–337. In: Minelli A. (Ed.). *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology: The Myriapoda. Vol. I*. Leiden-Boston, The Netherlands-USA.

- Bueno-Villegas, J., Sierwald, P., Bond, J. E. (2004) Diplopoda. Pp. 569–599. En: J. Llorente-Bousquets, J. Morrone, O. Yañez-Ordoñez, I. Vargas-Fernández (Eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento Volumen 4*. UNAM-CONABIO, México, D. F.
- Bueno-Villegas, J. (2012) Diplópodos: los desconocidos formadores de suelo. *Biodiversitas*, 102, 1–5.
- Bueno-Villegas, J., Cupul-Magaña F. G. (2020) Actualización del catálogo de autoridades taxonómicas (CAT) de myriapoda en México. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa. Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. KT009. Ciudad de México.
- Cabrera-Dávila, G., Socorras, A. A., Gutiérrez-Cubría, E., Tcherva, T., Martínez-Muños, C. A., Lozada-Piña, A. (2017) Fauna del Suelo. Pp. 254–283. En: C. A. Mancina, D. D. Cruz (Eds.). *Diversidad biológica de Cuba: Métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*. AMA, Cuba.
- Chamberlin, R.V. (1943) On mexican centipedes. *Bulletin of the University of Utah, Biological Series*, 7, 1–55.
- Colwell, R. K. (2013) EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.0. Persistent URL. <http://purl.oclc.org/estimates>
- Cupul-Magaña, F. G. (2010) El ciempiés: Un bicho que se parece al borde de un petate viejo. *Biodiversitas*, 88, 8–11.
- Cupul-Magaña, F. G. (2013) La diversidad de los ciempiés (Chilopoda) de México. *Dugesiana*, 20 (1), 17–41.
- Cupul-Magaña, F. G., Valencia-Vargas, M., Bueno-Villegas, J., Shelley, R. M. (2014) Notas sobre los miriápodos (Arthropoda: Myriapoda) de Jalisco, México: Distribución y nuevos registros. *Dugesiana*, 21 (2), 83–97. <https://doi.org/10.32870/dugesiana.v21i2.4139>
- Cupul-Magaña, F. G., Bueno-Villegas, J., Flores-Guerrero, U. S., Rodríguez-López, E. (2015) Ciempiés (Myriapoda: Chilopoda) depositados en la Colección Nacional de Arácnidos (CNAN) del Instituto de Biología, UNAM, México: registros recientes. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 56, 364–366.
- Cupul-Magaña, F. G. (2016) Nueva distribución de *Lamyctes coeculus* (Brolemann, 1889) (Chilopoda, Lithobiomorpha, Henicopidae) en México. *Acta Zoológica mexicana*, 27 (1), 197–200.
- Cupul-Magaña, F. G., Bueno-Villegas, J. (2017) Los ciempiés (Chilopoda) y milpiés (Diplopoda). Pp. 245–249. En: A. Cruz-Angón, A. Ordorica-Hermosillo, J. Valero-Padilla, E. D. Melgarejo (Eds.). *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado*, Volumen 2. CONABIO, México.
- Cupul-Magaña, F. G., Escalante-Jiménez, A. L., Bueno-Villegas, J. (2019) Ciempiés: Chilopoda. Pp. 401–405. En: A. Cruz-Angón, K. C. Nájera-Cordero, E. D. Melgarejo (Eds.). *La biodiversidad en Michoacán. Estudio Estado 2*, Volumen 2. CONABIO, México.
- Escalante, E. T. (2003) ¿Cuántas especies Hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos: ciencia y cultura*, 52, 53–56.
- Foddai, D., Pereira, L. A., Minelli, A. (2000) A catalogue of the geophilomorph centipedes (Chilopoda) from Central and South America including Mexico. *Amazoniana*, 16 (1/2), 59–185.
- Gaceta Oficial del Distrito Federal. (2011) Acuerdo por el que se expide el programa de manejo de área natural protegida "Bosque de Tlalpan". Ciudad de México, México.

- Gilgado, J. D., Cabanillas, D., Bobbitt, I. (2022) Millipedes and centipedes (Myriapoda: Diplopoda, Chilopoda) in Swiss heated greenhouses, with seven species new for Switzerland. *Revue suisse de Zoologie*, 129 (1), 85–101.
<https://doi.org/10.35929/RSZ.0063>
- González-Oreja, J. A., de la Fuente-Díaz-Ordaz, A. A., Hernández-Santín, L., Buzo-Franco, D., Bonache-Regidor, C. (2010) Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Animal Biodiversity and Conservation*, 33 (1), 31–45.
- Gregory, S. J. (2021) *Brachyiulus lusitanus* Verhoeff, 1898 new for the UK from the eden project (Diplopoda: Julida: Julidae). *Bulletin of the British Myriapod & Isopod Group*, 33, 63–67.
- Grimaldi, D., Engel, M. S. (2005) *Evolution of the insects*. Cambridge University Press, United Kingdom, 755 pp.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., Ryan, P. D. (2001) Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1), 1–9.
- Joshi, J., Dahanukar, N. (2012) Ecology, diversity and distribution of Centipedes (Chilopoda: Scolopendromorpha) in Northern Western Ghats, India. Pp. 123–132. *En: Priyadarsanan D. R., Soubadra D. M., Subramanian K. A., Aravind N. A., Seena N. K. (Eds.). Invertebrate Diversity and Conservation in the Western Ghats, India*. India.
- Kania, G., Kłapeć, T. (2012) Seasonal activity of millipedes (Diplopoda)-their economic and medical significance. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 19 (4), 646–650.
- Karam-Gemael, M., Decker, P., Stoev, P., Marques, M. I., Chagas Jr, A. (2020) Conservation of terrestrial invertebrates: a review of IUCN and regional Red Lists for Myriapoda. *ZooKeys*, 930, 221–229.
<https://doi.org/10.3897/zookeys.930.48943>
- Kime, R., D., Enghoff, H. (2017) Atlas of European millipedes 2: Order Julida (Class Diplopoda). *European Journal of Taxonomy*, 346, 1–299.
<https://doi.org/10.5852/ejt.2017.346>
- Lazorík, M., Kula, E. (2015) Impact of weather and habitat on the occurrence of centipedes, millipedes and terrestrial isopods in mountain spruce forests. *Folia Oecologia*, 42, 103–112.
- Leśniewska, M., Leśniewski, P., Szybiak, K. (2008). Effect of urbanization on centipede (Chilopoda) diversity in the Wielkopolska-Kujawy Lowlands of western Poland. *Biologia*, 63 (5), 711–719.
<https://doi.org/10.2478/s11756-008-0121-0>
- López-Bonel, F., Ávila-Gaxiola, C. P., Cupul-Magaña, F. G. (2019) Ciempiés de Sinaloa, México (Myriapoda: Chilopoda): nuevos registros de especies y ampliación de su distribución estatal. *Dugesiana*, 26 (2), 79–85.
<https://doi.org/10.32870/dugesiana.v26i2.7073>
- Magurran, A. E. (1988) *Ecological diversity and its measurement*. Princenton University Press, United State of America, 179 pp.
- Magurran, A. E. (2004) *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science, United Kingdom, 256 pp.
- Márquez-Luna, J. (2005) Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 37, 385–408.
- Mcallister, C. T., Robinson, H. W. (2018) Introduced Millipedes (Arthropoda: Diplopoda) of Arkansas, Louisiana, Oklahoma and Texas. *The Southwestern Naturalist*, 63 (4), 284–289.
<https://doi.org/10.1894/0038-4909-63-4-284>

- Medrano-Meraz, M. de J., Hernández, F. J., Corral-Rivas, S., Nájera-Luna, J. A. (2017) Diversidad arbórea a diferentes niveles de altitud en la región de El Salto, Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 8 (40), 57–68.
<https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i40.36>
- Moreno, C. E. (2001) *Métodos para medir la biodiversidad*. M & T–Manuales y Tesis SEA, Volumen 1. España, 84 pp.
- Mundel, P. (1981) A review of the lithobiomorph centipedes of Mexico. Ph.D. Thesis. University of Wisconsin-Madison, Madison, Unites States of America, 282 pp.
- Nefediev, P. S., Kocourek, P., Nefedieva, J. S. (2016) The first record of *Polydesmus inconstans* Latzel, 1884 (Diplopoda: Polydesmida: Polydesmidae) in the Asian part of Russia. *Arthropoda Selecta*, 25 (1), 19–21.
- Nefediev, P. S., Nefedieva, J. S. (2018) New anthropocore millipedes in the faunas of Asian Russia, Kazakhstan and Kyrgyzstan (Diplopoda). *Arthropoda Selecta*, 27 (2), 107–110.
- Papastefanou, G., Panayiotou, E., Mylonas, M., Simaiakis, S. M. (2015) Centipede assemblages along an urbanization gradient in the city of Heraklion, Crete (Greece). Pp 163–179. En: Tuf, I. H., Tajovský, K. (Eds.). *Proceedings of the 16th International Congress of Myriapodology*. ZooKeys, Czech Republic.
<https://doi.org/10.3897/zookeys.510.8414>
- Shear, W. A. (1972) Studies in the millipede order Chordeumatida (Diplopoda): a revision of the family Cleidogonidae and a reclassification of the order Chordeumatida in the new world. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 144 (4), 151–352.
- Shelley, R. M., Smith, J. M. (2016) Parajulid millipede studies XII: Initial assessment of *Ptyoiulus* Cook 1895 and neotype designations for *Julus impressus* Say 1821 and *J. montanus* Cope 1869 (Diplopoda: Julida). *Insecta Mundi*, 0509, 1–117.
<http://digitalcommons.unl.edu/insectamundi/1027>
- Sierwald, P., Decker, P., Spelda, J. (2024) MilliBase. Disponible en: <https://www.millibase.org> (Consultado 19 agosto 2024).
- Stoev, P., Zapparoli, M., Golovatch, S., Enghoff, H., Akkari, N., Barber, A. (2010) Myriapods (Myriapoda). Chapter 7.2. Pp. 97–130. En: A. Roques, M. Kenis, D. Lees, C. Lopez-Vaamonde, W. Rabitsch, J. Y. Rasplus, D. B. Roy (Eds.). *Alien terrestrial arthropods of Europe*. Pensoft, Moscow, Russia.
<http://dx.doi.org/10.3897/biorisk.4.51>
- Tóth, Z., Hornung, E. (2020). Taxonomic and Functional Response of Millipedes (Diplopoda) to Urban Soil Disturbance in a Metropolitan Area. *Insects*, 11 (1), 25.
<https://doi.org/10.3390/insects11010025>
- Usha, B., Vasanthi, K., Chezhian, Y., Esaivani, C. (2021). Diversity o Millipee (Myriapoda: Diplopoda) Tirunelveli, Tamil Nadu. *Journal Himalayan Ecology and Sustainable Development*, 16, 120–133.
- Villarreal, H., Álvarez, S., Córdoba, F., Escobar, F., Fagua, F., Gast, H., Mendoza, M., Ospina, M., Umaña, A. M. (2006) *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad* (2a Ed.). Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Colombia, 236 pp.
- Voigtländer, K. (2011a) Preferences of common Central European millipedes for different biotope types (Myriapoda, Diplopoda) in Saxony-Anhalt (Germany). *International Journal of Myriapodology*, 6, 61–83.
<https://doi.org/10.3897/ijm.6.2172>

Voigtländer, K. (2011b) Chilopoda – Ecology. Pp. 309–325. *En*: Minelli, A. (Ed.). *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology: The Myriapoda Vol. 1*. Brill, The Netherlands-USA.



Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57582010020>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la
academia

Abel Zait Hernández-Moctezuma,
Samantha Ramírez-Hernández,
Gabriel Alfredo Villegas-Guzmán

**Diversidad de milpiés (Diplopoda) y ciempiés (Chilopoda)
del Bosque de Tlalpan, Ciudad de México**
**Diversity of Millipedes (Diplopoda) and centipedes
(Chilopoda) from Tlalpan Forest, Mexico City**

Acta zoológica mexicana

vol. 41, e2670, 2025

Instituto de Ecología A.C.,

ISSN: 0065-1737

ISSN-E: 2448-8445

DOI: <https://doi.org/10.21829/azm.2025.4112670>