

FAUNA DE MILPIES (ARTHROPODA: DIPLOPODA) EDAFICOS DE UNA SELVA ALTA DE LOS TUXTLAS, VER. MEXICO

Julián BUENO VILLEGAS¹ y Patricia ROJAS FERNÁNDEZ²

Instituto de Ecología, A. C., Departamento de Biología de Suelos

Apartado Postal 63, Xalapa, Veracruz 91000, MEXICO

¹: buenoj@ecologia.edu.mx, ²: rojaspat@ecologia.edu.mx

RESUMEN

La fauna de diplópodos edáficos de la selva alta perennifolia de la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas" comprende 31 especies, agrupadas en 27 géneros, 19 familias y 11 órdenes. Se registra por primera vez una familia para el país, 11 especies para el estado y 24 especies para la región. Se proporcionan claves para los órdenes de México y para las familias y géneros de la Estación, así como una breve diagnosis. Se discute el atraso en la taxonomía del grupo.

Palabras Clave: Milpiés, Diplopoda, Los Tuxtlas, selva tropical, suelo, claves.

ABSTRACT

The check list of edaphic diplopods of a tropical rain forest from "Los Tuxtlas" Biological Station includes 31 species, 27 genera, 19 families and 11 orders. First records for Mexico (one family), Veracruz state (11 species) and Los Tuxtlas (24 species) are provided. As an aid to future faunistic studies we present two taxonomic keys: an order key to the diplopods found in Mexico and a family and genus level key to the diplopods of Los Tuxtlas station, including a short diagnosis. The poor taxonomical knowledge of the Class is discussed.

Key Words: Millipeds, Diplopoda, Los Tuxtlas, tropical rain forest, soil, keys.

INTRODUCCION

Los diplópodos (Clase Diplopoda), comúnmente conocidos como milpiés, son un grupo de artrópodos que se diferencian del resto de los miriápodos (Chilopoda, Symphyla y Pauropoda) por tener el cuerpo formado por diplosegmentos, producto de la fusión de los escleritos de dos segmentos, el prozona y el metazona (Hoffman, 1974; Enghoff, 1990). Cada diplosegmento, excepto los primeros cuatro o cinco, presenta los dos pares de patas correspondientes a los segmentos que lo forman.

Los milpiés son un componente importante de la fauna del suelo tanto en ecosistemas templados como cálidos (Hoffman, 1990; Crawford, 1989), en donde pueden presentar densidades hasta de 1126 ind/m² en bosques tropicales (Adis *et*

a.l. 1987a y b) y de 362 ind/m² en bosques templados (David, 1990). Estos animales participan activamente en la dinámica del suelo, ya que sus actividades de horadación modifican la estructura del suelo, incrementan su porosidad y la capacidad de retención de agua, facilitando así los procesos de transporte de nutrientes (Anderson, 1988). Su principal acción es la fragmentación y el consumo del material vegetal en descomposición (Crawford, 1992) así como la deposición de sus heces sobre el suelo y la hojarasca, con lo que se estimula la acción microbiana, responsable de la descomposición orgánica (Hanlon 1981, citado por Hopkin y Read, 1992). Estudios en bosques templados y tropicales muestran que los diplópodos son grandes consumidores de hojarasca, ya que pueden llegar a consumir anualmente hasta 30.6% del mantillo vegetal (Dangerfield y Telford, 1991). Striganova (1971, citado por Edwards, 1979) reportó el consumo por estos animales de casi 100% de la hojarasca en encinares.

La clase Diplopoda se divide en tres subclases, 15 órdenes, 115 familias, unos 1700 géneros y 10,000 especies descritas, las que podrían representar únicamente la quinta parte del total de especies existentes (Hoffman, 1990). A pesar de ser la tercera clase más grande de artrópodos después de Insecta y Arachnida (Golovatch *et al.* 1995), su conocimiento taxonómico es muy incompleto, pues muchos de sus grupos están en revisión. Según Hoffman (1990) actualmente solo la fauna del norte de Europa está bien conocida, mientras que para el resto del mundo la taxonomía de este grupo está en el nivel "alfa". Con base en la revisión de diversos trabajos (1969-1996) que en conjunto comprenden 32 países de América, hemos estimado que existen aproximadamente 1130 especies de diplópodos registradas para la región Neártica y 1790 especies para la región Neotropical. En México se han registrado 570 especies de milpiés pertenecientes a 13 órdenes. Al cuantificar el número de especies enlistadas para cada uno de los estados del país, encontramos que únicamente seis cuentan con 20 ó más especies; ocho tienen entre 10 y 20; 13 tienen menos de 10, mientras que seis no cuentan con ninguna. Estas diferencias de riqueza entre las distintas regiones del país probablemente no están reflejando patrones de distribución del grupo, sino la escasez de estudios sobre estos animales en México.

La cuantificación de la diversidad biológica constituye una de las grandes prioridades de la biología hoy en día, toda vez que, como apunta Myers (1988), estamos ante un episodio de extinción masiva de especies, cuya causa primaria es la destrucción del habitat, resultado de la expansión de las poblaciones humanas y sus actividades. Esto es particularmente cierto en las selvas tropicales cuya tasa de destrucción, de mantenerse constante, ocasionará la extinción de cientos de miles de especies para el siguiente siglo (Wilson, 1988). Los diplópodos, siendo animales predominantemente edáficos, ven afectadas severamente sus poblaciones

con la pérdida de la cubierta vegetal del bosque y la introducción de prácticas agrícolas y ganaderas.

Tomando en cuenta la importancia de los diplópodos, la poca información de este grupo en los trópicos y en particular en México nos propusimos estudiar la riqueza y composición de la fauna de diplópodos del suelo de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas.

MATERIAL Y METODOS

La Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas se localiza al sureste del estado de Veracruz, entre los 95°04' y 95°09' de longitud oeste y 18°34' y 18°36' de latitud norte en las estribaciones del Volcán San Martín Tuxtla. El tipo de vegetación predominante en la zona es la selva tropical perennifolia (descripción de la zona en Lot-Helgueras, 1976 y Estrada *et al.* 1985).

Dentro de la selva se delimitaron dos parcelas de 400 m² cada una (20 x 20 m), en donde los diplópodos del suelo se colectaron en los meses de junio, septiembre y diciembre de 1993 y abril de 1994, abarcando las épocas seca y lluviosa y con tres diferentes técnicas:

- 1) Colecta en hojarasca: Se realizó en las cuatro fechas de muestreo y consistió en la recolección de cinco muestras de hojarasca en cuadrantes de 50 x 50 cm provenientes de los cuatro vértices y del centro de cada una de las parcelas. Las muestras se colocaron en embudos de Berlese-Tulgren para la extracción de la fauna. Esta técnica es la más efectiva para separar la fauna de hojarasca (Edwards y Fletcher, 1971).
- 2) Lavado-tamizado de suelo: Esta técnica se utilizó en junio y diciembre de 1993. En cada fecha se extrajeron cinco bloques de suelo de 25 x 25 x 20 cm, (en la misma disposición que las muestras de hojarasca). Estos bloques se dividieron en tres estratos (0-5, 5-10, y 10-20 cm de profundidad) de los cuales se separó la fauna utilizando el método propuesto por Lavelle *et al.* (1981) que consiste en lavar y tamizar el suelo de cada estrato.
- 3) Colecta directa: En las cuatro fechas de muestreo los diplópodos se capturaron de manera directa revisando minuciosamente la superficie del suelo y las partes bajas de la vegetación de cada una de las parcelas. Con esta técnica se capturaron diplópodos en o bajo hojarasca, dentro o bajo troncos podridos, bajo piedras y sobre corteza de árboles.

Todos los milpiés separados con embudos Berlese o por lavados fueron fijados en alcohol 70% y los capturados manualmente se mataron por congelación o ahogándolos en agua para evitar la contracción muscular (Pérez-Asso, 1995).

La identificación taxonómica de los diplópodos encontrados fue hecha utilizando las claves de Hoffman (1990), Hoffman *et al.* (1996) y Golovatch *et al.* (1995) así como las descripciones originales de Chamberlin (1943), Loomis (1969), Hoffman (1970) y Shear (1973, 1982 y 1986). En varios casos se recurrió a la ayuda del Dr. R. L. Hoffman y del Lic. A. R. Pérez-Asso para la determinación genérica y específica.

Para la elaboración de las diagnosis sintéticas los adultos de cada especie se midieron y se asignaron a una de las siguientes categorías arbitrarias de tamaño: muy pequeño, hasta 5 mm; pequeño, 5-10 mm; mediano, 10-25 mm; grande, 25-50 mm y muy grande, 50-100 mm. La coloración de los ejemplares corresponde a los animales vivos.

Los géneros y especies nuevas se encuentran en proceso de descripción por el Dr. R. L. Hoffman del Virginia Museum of Natural History y el primer autor de este artículo.

El material de este estudio se encuentra depositado en la colección de diplópodos del Departamento de Biología de Suelos del Instituto de Ecología, A. C.

RESULTADOS

Riqueza específica y Composición

En la selva de la Estación Los Tuxtlas se encontraron 31 especies de diplópodos, comprendidas en 27 géneros de 19 familias. De los 11 órdenes representados, Polydesmida fue el más diverso con 21 especies de 19 géneros; los otros 10 órdenes estuvieron representados por una sola especie. Las especies más comunes fueron *Glomeridesmus sp.*, *Caramba sp.*, *Peridontodesmus sp. nov.* y *Myrmecodesmus sp1*. Las dos primeras fueron las especies dominantes dentro del suelo, mientras que las dos últimas predominaron en la hojarasca. *Peridontodesmus sp. nov.* y *Pozodesmus sp.* fueron las especies más importantes en número dentro de los troncos en descomposición. Las especies raras fueron seis colectándose uno o dos ejemplares de cada una en un total de 100 muestras y 1339 ejemplares. Estas especies fueron: ?*Siphonophora sp.*, *Platydesmus ?mexicanus*, *Pozodesmus sp.*, Género nuevo 1 (Chelodesmidae), *Eusphaeriodesmus robustus* y *Glomeroides pellucidus* colectadas en suelo, hojarasca, dentro y bajo troncos podridos. Tres especies importantes por su gran tamaño fueron *Amplinus bitumidus*, *Rhysodesmus dasypus* y *Anadenobolus putealis*. Estas especies se encontraron principalmente en hojarasca y en troncos en descomposición.

En nuestra zona los diplópodos presentaron una marcada estacionalidad en su actividad ya que fue durante la época de lluvias cuando se encontraron las mayores abundancias y la mayor riqueza específica (Bueno y Rojas, datos no

publicados). De las 31 especies que viven en la localidad, 29 se encontraron durante las lluvias, diez de las cuales fueron colectadas exclusivamente en esta época. Durante la época de secas se colectaron 20 especies; de éstas, dos se encontraron exclusivamente en esta época. De los distintos ambientes muestreados, la hojarasca mostró ser el preferido por los diplópodos, tanto en número de especies (25) como de individuos (71.7% de la abundancia total). Tres especies, *R. dasypus*, *Sphaeriodesmus saussurei* y Género nov. sp. nov. (Sphaeriodesmidae) se colectaron únicamente en la hojarasca. Los troncos podridos constituyen otro habitat muy importante para los milpiés como lo indican las 18 especies colectadas dentro de ellos; inclusive dos especies, Género nuevo 1 (Chelodesmidae) y *Rhinotus?* sp. se encontraron exclusivamente en este ambiente.

Primeros Registros

Se registra por primera vez para México la familia Siphonotidae, representada por el género *Rhinotus*, ampliamente distribuido en Centroamérica y el Caribe. Para el estado de Veracruz son registradas por primera vez 11 especies. De la región de los Tuxtlas se habían citado con anterioridad únicamente 9 especies de diplópodos, por lo que con lo encontrado en este estudio, el inventario de especies de la región tuvo un incremento de 266%.

Nuevos taxa

De acuerdo con Hoffman y el primer autor (datos no publicados), entre los diplópodos capturados en este estudio se encuentran tres géneros nuevos para la ciencia, pertenecientes a las familias Chelodesmidae y Sphaeriodesmidae, así como también ocho nuevas especies de las familias Oniscodesmidae, Sphaeriodesmidae, Rhachodesmidae, Chelodesmidae y Cryptodesmidae.

La información taxonómica de los diplópodos de México además de ser escasa se encuentra dispersa en la literatura, lo que junto con la falta de claves de identificación hacen que las determinaciones por debajo del nivel de orden sean la mayoría de las veces difíciles, si no imposibles. A nivel de orden existen tres trabajos recientes que incluyen claves taxonómicas de los diplópodos americanos. El trabajo de Hoffman (1990), incluye claves para los órdenes de Norteamérica, mientras que los de Golovatch *et al.* (1995) y Hoffman *et al.* (1996) presentan claves para los órdenes e incluso familias del neotrópico. Con base en estos tres trabajos hemos elaborado la clave de identificación para los órdenes de diplópodos de México que se presenta a continuación.

**Clave para los órdenes de diplópodos de México
(con base en características de individuos adultos)**

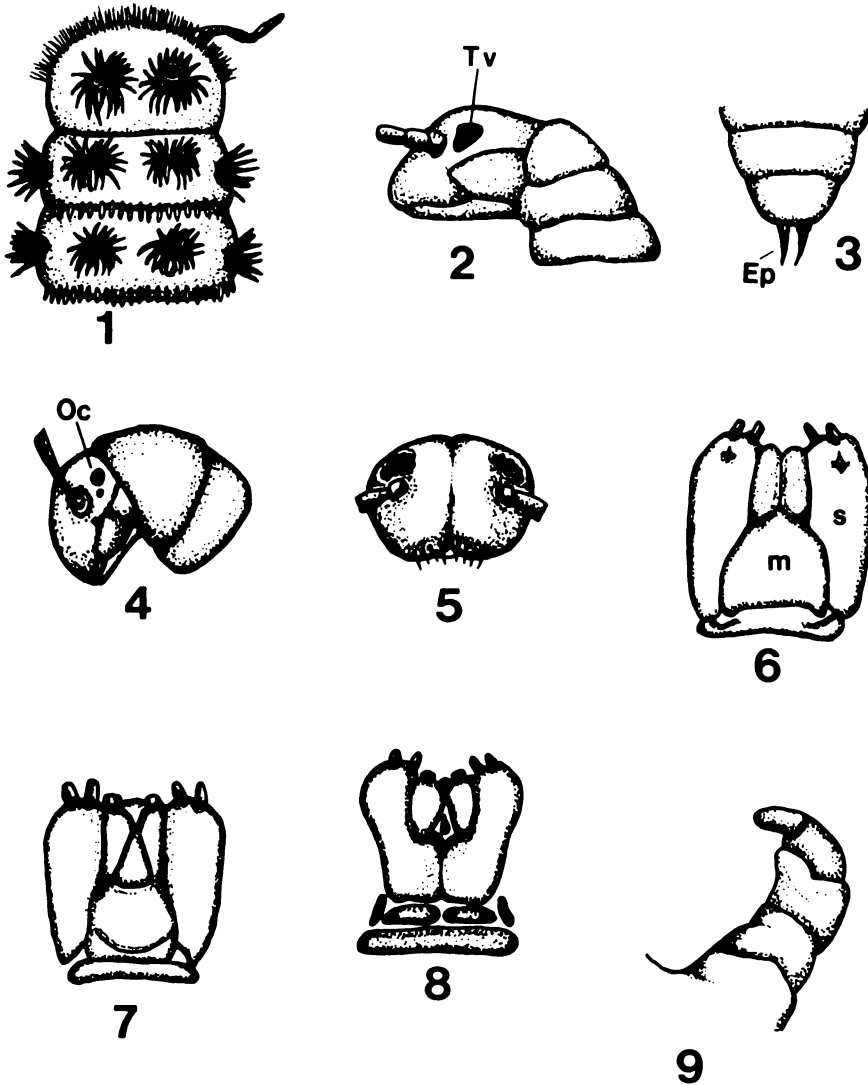
1a. Cuerpo blando y con setas agrupadas formando mechones (Fig. 1)	POLYXENIDA
1b. Cuerpo duro (calcificado)	2
2a. Cabeza cónica	3
2b. Cabeza de otra forma	4
3a. Sin ocelos	SIPHONOPHORIDA
3b. Con ocelos	POLYZONIIDA
4a. Cuerpo con 13 o menos terguitos; el 2º más ancho y largo que el resto.	GLOMERIDA
4b. Cuerpo con más de 13 terguitos	5
5a. Cuerpo con 21 o menos terguitos. Sin ocelos	6
5b. Cuerpo con más de 21 terguitos. Generalmente con ocelos	7
6a. Órgano de Tömösváry tan grande como la base de las antenas (Fig. 2). Machos sin gonopodos en el séptimo diplosegmento	GLOMERIDESMIDA
6b. Órgano de Tömösváry pequeño. Machos con el primer par de patas del séptimo diplosegmento transformado en gonopodos	POLYDESMIDA
7a. Paranota prolongados lateralmente dando al cuerpo un aspecto plano	PLATYDESMIDA
7b. Sin paranota. Cuerpo con forma cilíndrica u oval en un corte transversal.	8
8a. Epiprocto con espineretas (pueden ser muy pequeñas). (Fig. 3).	9
8b. Epiprocto sin espineretas	11
9a. Con uno o dos pares de ocelos (Fig. 4).	STEMMIULIDA
9b. Con más de dos pares de ocelos	10
10a. Ocelaria triangular. Milpiés menores a 20 mm	CHORDEUMATIDA
10b. Ocelaria de otra forma. Metaterguito con hileras longitudinales de gránulos. Machos con el segundo par de patas del séptimo diplosegmento transformados en gonopodos	CALLIPODIDA
11a. Cabeza con una línea media frontal longitudinal desde el labro hasta la altura de la base de las antenas (Fig. 5)	SPIROBOLIDA
11b. Cabeza sin una línea media frontal	12
12a. Estipes del gnatoquilario separados por el <i>mentum</i> (Fig. 6 y 7).	SPIROSTREPTIDA
12b. Estipes del gnatoquilario unidos en la base (Fig. 8)	JULIDA

Diagnosis de las especies de diplópodos de la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas"

Orden POLYXENIDA

Familia Lophoproctidae

Incluye seis géneros de distribución principalmente pantropical. Son milpiés muy pequeños que se distinguen por no tener ojos y presentar una sola hilera de setas en el borde posterior de cada diplosegmento.



Figuras 1-9

1. Vista dorsal de la cabeza y dos primeros diplosegmentos de Polyxenida. 2. Vista lateral de la cabeza y tres primeros diplosegmentos de Glomeridesmida mostrando el órgano de Tömösváry. 3. Estructura general de espinetas que pueden presentarse en Chordeumatida, Stemmiulida o Callipodida. 4. Vista lateral de la cabeza, collum y segundo terguito de Stemmiulida mostrando el par de ocelos. 5. Parte frontal de la cabeza de un spirobólide. 6 y 7. Formas de gnatoquilario que se presentan en Spirostreptida. 8. Gnatoquilario de Julida. 9. Telópodo de *Glomeroides pellucidus*. Tv: Órgano de Tömösváry, Ep: espinetas, Oc: ocelos, m: *mentum*, s: *stipes*. (Las Fig. 6-8 según Hoffman, 1990.)

Bueno & Rojas: Milpiés de la selva de Los Tuxtlas, Ver.

Género *Lophoproctinus* Silvestri, 1948

Consta de cinco especies, tres de las cuales viven en México (específicamente en Veracruz). Su característica distintiva es presentar en el labro tres prolongaciones del tegumento en forma de lengüeta.

Lophoproctinus sp.

Individuos de color blanco con cuatro lengüetas en el sexto antenómero y dos en el séptimo. En la estación se encontraron durante todo el año, en hojarasca, suelo y en troncos podridos. Primer registro para la región de Los Tuxtlas.

Orden GLOMERIDESMIDA

Familia **Glomeridesmidae**

Es la única familia de este orden y en América está representada por el género *Glomeridesmus*.

Género *Glomeridesmus* Gervais, 1844

Consta de 23 especies distribuidas en las regiones Neotropical y Oriental. No se sabe cuantas especies viven en México, pero de acuerdo con Hoffman (1979) se le puede encontrar en todo el país.

Glomeridesmus sp.

Individuos muy pequeños, de varios colores (negro, gris, marrón, amarillo, rosado y blanco). Se colectaron durante todo el año en hojarasca, suelo, dentro y bajo troncos podridos. Primer registro para la región de Los Tuxtlas.

Orden GLOMERIDA

Familia **Glomeridae**

Incluye 28 géneros, de los cuales solo *Glomeroides* se encuentra en México. Son milpiés pequeños, cuya cabeza presenta dos ó más ocelos dispuestos en hileras.

Género *Glomeroides* Chamberlin, 1922

Las 13 especies de este género se distribuyen en México y sur de Estados Unidos. Para México se han registrado ocho especies (Shear, 1982). Presentan una clara reducción de las patas del par 17 y las coxas del par 18 no fusionadas (Causey, 1954).

Glomeroides pellucidus Shear, 1973

Son de color marrón con manchas triangulares más claras. En los machos las patas del par 17 presentan tres artejos y las del 18 cinco; el telópodo presenta cuatro artejos (Fig. 9). Se colectaron en hojarasca durante todo el año y en suelo y bajo troncos podridos en la época de lluvias. Primer registro para la región de Los Tuxtlas.

Orden POLYZONIIDA

Familia **Siphonotidae**

Formada por 11 géneros de distribución pantropical. Sus integrantes se caracterizan por presentar una constricción en la unión del proterguito y metaterguito. Se registra por primera vez para el país.

Género *?Rhinotus* Cook, 1896

Según Hoffman (datos no publicados), los ejemplares colectados en la selva de la estación pueden pertenecer al género *Rhinotus* que está ampliamente distribuido en la región del Caribe y representado por aproximadamente 12 especies.

?Rhinotus sp.

Se caracterizan por ser de talla mediana y de color marrón. La superficie del terguito presenta tres hileras transversales de setas cortas y finas. Se colectaron únicamente en época de lluvias en troncos podridos, algunos de los cuales tenían termitas. Primer registro para el país.

Orden STEMMIULIDA

Familia **Stemmiulidae**

Es la única familia de este orden y está representada por cinco géneros de distribución pantropical, de los que solo uno está reportado para México.

Género *Prostemmiulus* Silvestri, 1916

Se conocen 42 especies distribuidas desde México hasta Panamá. En México se encuentran cuatro especies distribuidas en los estados de Chiapas y Veracruz (Hoffman, 1979; Loomis, 1968). Se caracterizan por presentar dos pares de ocelos grandes y los gonopodos con telopoditos planos.

Prostemmiulus mexicanus Silvestri, 1916

Son muy rápidos, de color gris y tamaño mediano. Se colectaron durante las épocas secas y de lluvias en hojarasca, dentro de troncos podridos y en suelo. Primer registro para la región.

Orden SPIROBOLIDA

Familia **Rhinocricidae**

Incluye 27 géneros de distribución principalmente neotropical, dos de ellos se han reportado para México. Los machos de esta familia se caracterizan por presentar el segundo par de gonopodos con el falópodo bifurcado y el ápice aplanado (Fig. 10).

Bueno & Rojas: Milpiés de la selva de Los Tuxtlas, Ver.

Género *Anadenobolus* Silvestri, 1897

Este género consta de numerosas especies distribuidas en México, Centroamérica y Jamaica.

A pesar de que la familia Rhinocricidae está bien definida, la identificación de los géneros es muy problemática. En nuestro caso definimos a los ejemplares siguiendo la descripción original de la especie en Loomis (1969).

Anadenobolus putealis (Loomis, 1969)

Presentan cuerpo cilíndrico, de talla muy grande, de color marrón con anillos más claros alternados. Los especímenes se colectaron durante todo el año, en hojarasca, en troncos podridos y debajo de ellos, bajo corteza y en suelo.

Orden SPIROSTREPTIDA

Familia Spirostreptidae

Formada por 89 géneros distribuidos principalmente en América y África. Presentan una espina en los estipes del gnatoquilario; las antenas son cortas, llegando rara vez más allá del margen posterior del *collum*, el quinto antenómero es más angosto que el sexto.

Género *Orthoporus* Silvestri, 1897

Incluye alrededor de 40 especies distribuidas desde Estados Unidos hasta Brasil y en Sudáfrica. Los machos presentan los gonopodos con coxas largas y telopoditos laminares y curvos.

Orthoporus ?morelus Chamberlin, 1943

De talla muy grande y de color marrón con anillos claros intercalados. Los gonopodos presentan coxas largas con el ápice grueso o ensanchado, telopodito laminar y curvado hacia la parte basal del gonopodo, terminando en forma de cuchara (Fig. 11). Se colectó durante todo el año en hojarasca, en troncos podridos y debajo de ellos, en suelo y sobre tallos de árboles vivos. Primer registro para el estado.

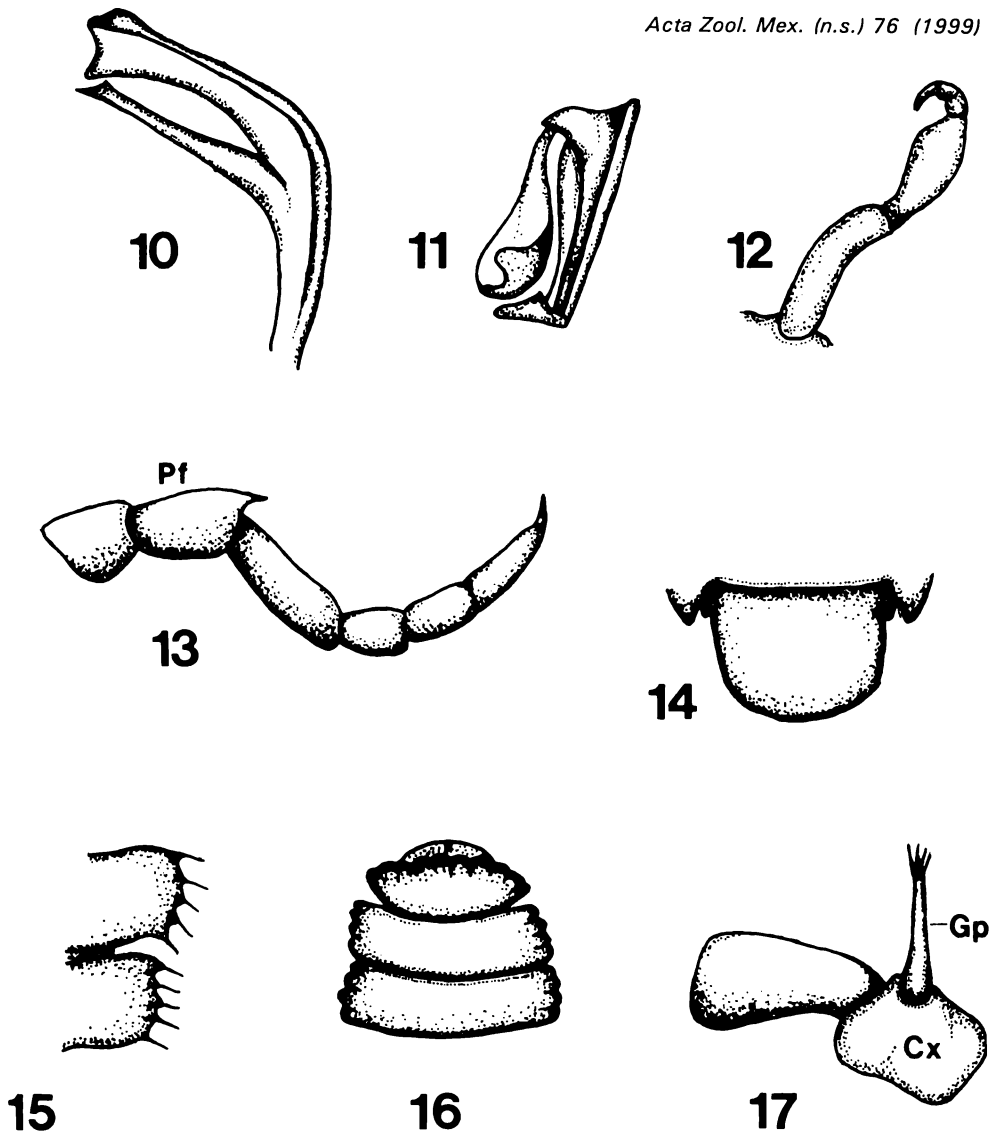
Orden SIPHONOPHORIDA

Familia Siphonophoridae

Incluye 18 géneros, tres de ellos citados para México, *Californizonium* Verhoeff, *Linozonium* Attems y *Yukatanium* Verhoeff, 1941. Se caracterizan por presentar el quinto antenómero más largo que el resto y el sexto antenómero con un orificio sensorial.

?*Siphonophora* sp.

De talla mediana y de color marrón; las antenas, la parte aguda de la cabeza y las patas de un tono más claro. Se colectó en hojarasca en época de secas y en troncos podridos durante todo el año. Primer registro para la región de Los Tuxtlas.



Figuras 10-17

10. Parte distal del falópodo de Rhinocricidae. 11. Gonopodo derecho de *Orthoporus ?morelus*. 12. Gonopodo posterior izquierdo de *Cleidogona sp.* 13. Pata de un xistodésmino mostrando la espina en el prefémur. 14. Epiprocto de Platyrhacidae. 15. Borde de los paranota de Cryptodesmidae. 16. Borde de los paranota de Pyrgodesmidae. 17. Coxa con gonopófisis del segundo par de patas de un racodésmino. Cx: coxa, Gp: gonopófisis, Pf: prefémur.

Bueno & Rojas: Milpiés de la selva de Los Tuxtlas, Ver.

Orden PLATYDESMIDA

Familia **Platydesmidae**

Familia endémica de Centroamérica formada por dos géneros. Se diferencia de la familia Andrognathidae por tener el esternón muy ancho y por presentar una hendidura junto a la base de las antenas.

Género *Platydesmus* Lucas, 1843

Se conocen 27 especies distribuidas desde México hasta Panamá (Hoffman, 1979). Se caracterizan por presentar la cabeza parcialmente expuesta en una vista dorsal y los tubérculos de los terguitos desarrollados. Las series anteriores de tubérculos en cada terguito llegan hasta el margen lateral de los paranota.

Platydesmus mexicanus Humbert y Saussure, 1869

De talla mediana y color gris oscuro. Algunos de los paranota son de color más claro que el resto, lo que da un aspecto cuadrículado a la superficie del cuerpo. Los ejemplares de esta especie se colectaron únicamente en época de lluvias en hojarasca y troncos podridos. Primer registro para la región.

Orden CHORDEUMATIDA

Familia **Cleidogonidae**

Formada por cinco géneros distribuidos desde Estados Unidos hasta Panamá. Presentan seis setas transversales en cada terguito. El gnatoquilario tiene estipes separados y el promentón está ubicado entre las bases de las lamelas lingüales.

Género *Cleidogona* Cook, 1895

Se conocen aproximadamente 71 especies distribuidas desde Estados Unidos hasta Panamá. Presentan gonopodos posteriores penta-articulados.

Cleidogona sp.

Son de talla mediana y color gris. Los gonopodos presentan los dos primeros terguitos largos y el segundo ensanchado (Fig. 12). Se colectaron en ambas épocas en hojarasca, bajo troncos y dentro del suelo. Primer registro para la región.

Orden POLYDESMIDA

Clave para las familias de Polydesmida de la Estación "Los Tuxtlas"

- 1a. Paranota dirigidos ventralmente. Milpiés capaces de formar una esfera al enrollarse 2
- 1b. Paranota dirigidos lateralmente. Milpiés incapaces de formar una esfera al enrollarse
 3

- 2a. Segundo terguito más ancho y largo que el resto ONISCODESMIDAE
- 2b. Segundo terguito no más largo y ancho que el resto SPHAERIODESMIDAE
- 3a. Prefémur con una espina terminal (Fig. 13) XYSTODESMIDAE
- 3b. Prefémur sin espina terminal 4
- 4a. Epiprocto truncado (Fig. 14) PLATYRHACIDAE
- 4b. Epiprocto cónico 5
- 5a. Borde de los paranota aserrados (Fig. 15). CRYPTODESMIDAE
- 5b. Borde de los paranota no aserrado (Pueden ser lisos o crenados) 6
- 6a. Bordes de los paranota crenados (Fig. 16). Superficie de los terguitos con gránulos grandes que pueden formar 4 hileras longitudinales. Milpiés de color gris o marrón PYRGODESMIDAE
- 6b. Bordes de los paranota no crenados 7
- 7a. Milpiés menores de 10 mm de longitud FUHRMANNODESMIDAE
- 7b. Milpiés mayores de 10 mm de longitud 8
- 8a. Coxas del segundo par de patas de los machos con gonopófisis larga y con setas en el ápice (Fig. 17). Gonopodos sin cánula (Fig. 18) RHACHODESMIDAE
- 8b. Coxas del segundo par de patas de los machos sin gonopófisis o si existen estas son muy cortas y robustas (Fig. 19). Gonopodos con cánula (Fig. 20) CHELODESMIDAE

Familia Oniscodesmidae

Formada por ocho géneros de distribución neotropical. Presentan el segundo terguito más ancho y largo que los demás. La parte posterior de los terguitos generalmente es punteada y con áreas rectangulares.

Género *Ligiodesmus* Pocock, 1909

Es el único reportado para el país y específicamente para el estado de Tabasco. Presenta el margen posterior de los terguitos dividido en áreas rectangulares y los ozoporos se encuentran en, o cerca de, la parte media de los bordes de los paranota.

***Ligiodesmus* sp. nov.**

Son de talla pequeña y color marrón o anaranjado. Los gonopodos tienen coxas pequeñas y el telopodito es laminar con apariencia de pétalo. Se colectaron en hojarasca en ambas épocas y en suelo solo en secas. Primer registro para el estado de Veracruz.

Familia Sphaeriodesmidae

Incluye 14 géneros americanos, cinco de ellos endémicos de México. Presentan los paranota de los terguitos 3 y 4 más largos que el resto. El último diplosegmento es alargado y en forma de gancho. En la selva de la estación se colectaron cinco especies de tres géneros exclusivamente en la época de lluvias.

**Clave para los géneros de Sphaeriodesmidae
(basada en características de ejemplares machos)**

- 1a. Gonopodos con telopoditos sencillos, delgados y terminados en punta
. *Sphaeriodesmus*
- 1b. Gonopodos con telopodito con uno o más procesos 2

- 2a. Telopodito con un solo proceso largo terminado en forma de espátula
. *Eusphaeriodesmus*
- 2b. Telopodito con dos o más procesos 3
- 3a. Telopodito robusto y con dos procesos casi de la misma longitud Género nov.
- 3b. Telopodito con tres procesos laminares *Cyclodesmus*

Género *Sphaeriodesmus* Peters, 1864

Sus especies se distribuyen desde el norte de México hasta Panamá y en Cuba y Jamaica. Presentan los últimos terguitos totalmente unidos y sin setas. Los gonopodos presentan coxas largas.

***Sphaeriodesmus* sp. nov.**

Especie de talla mediana, color gris claro. Los gonopodos presentan telopoditos con el ápice agudo y curvado hacia el esternito (Fig. 21). Se colectó en hojarasca, dentro y bajo troncos podridos.

***Sphaeriodesmus saussurei* Attems, 1900**

De talla pequeña y color gris claro. El telopodito de los gonopodos es largo (aproximadamente dos veces la longitud de la coxa) con un proceso calloso a partir del cual se curva terminando en un ápice angosto (Fig. 22). Colectada en hojarasca y bajo troncos podridos. Primer registro para la región.

Género *Cyclodesmus* Humbert y Saussure, 1816

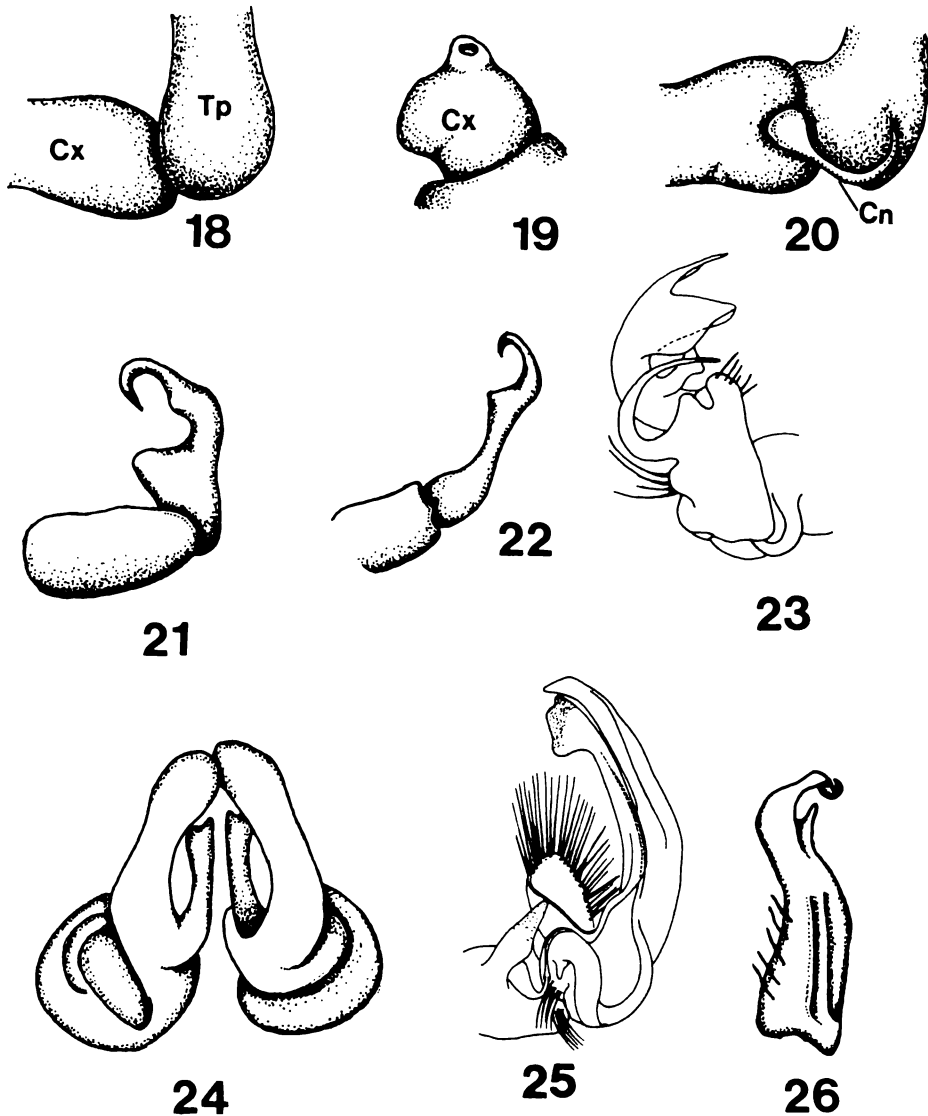
Género endémico de Veracruz y con una sola especie. Terguito del cuarto segmento más grande que el resto de los terguitos. Gonopodos con procesos laminares.

***Cyclodesmus aztecus* Humbert y Saussure, 1916**

Especie de talla muy pequeña y color marrón claro. Los gonopodos presentan telopoditos con procesos laminares, curvos y planos (Fig. 23). Todos los terguitos, excepto el *collum* y el epiprocto presentan una línea transversal de pequeños gránulos. Se colectó únicamente en hojarasca.

Género *Eusphaeriodesmus* Brölemann, 1916

Las cuatro especies de este género se distribuyen desde Veracruz hasta Costa Rica. Se caracterizan por tener cuerpo grande y robusto. Los gonopodos presentan coxas globosas.



Figuras 18-26

18. Gonopodo de un racodésmino. 19. Coxas del segundo par de patas de un quelodésmino. 20. Coxa con cánula en el gonopodo de un chelodésmino. 21. Gonopodo derecho de *Sphaeriodesmus sp. nov.* (vista lateral). 22. Gonopodo derecho de *Sphaeriodesmus saussurei* (vista lateral). 23. Gonopodos de *Cyclodesmus aztecus*. (vista lateral del gonopodo derecho). 24. Gonopodos de *Eusphaeriodesmus robustus* (vista ventral). 25. Telopodito del gonopodo izquierdo de Género nov. sp. nov. (Sphaeriodesmidae). 26. Telopodito del gonopodo derecho de *Acutangulus sp. nov.* (vista lateral). Cx: coxa, Tp: telopodito, Cn: cánula.

Bueno & Rojas: Milpiés de la selva de Los Tuxtlas, Ver.

Eusphaeriodesmus robustus (Pocock)

Especie de talla grande y de color amarillo claro. Los gonopodos tienen telopoditos curvos, largos y planos, con el ápice más ancho a manera de espátula (Fig. 24). Se colectó en hojarasca, bajo troncos podridos y en suelo.

Género nov. sp. nov.

Especie de talla mediana, de color marrón claro. El telopodito se divide en dos procesos, solenomerito y parasolenomerito, este último más largo que el anterior y terminando en una punta roma y curva, el solenomerito termina en forma laminar y cóncava (Fig. 25). Se colectó en hojarasca y bajo corteza de tronco podrido.

Familia Rhachodesmidae

Generalmente son de colores llamativos como verde, rojo o anaranjado pero pueden ser totalmente blancos. Son muy similares a los quelodésmidos y se diferencian por la ausencia de cánulas en las coxas de los gonopodos. Generalmente el cuerpo es plano dorsalmente.

Clave para los géneros de Rhachodesmidae

- 1a. Milpiés de color rojo con manchas negras de forma triangular. Margen de los paranota sin formar un callo *Acutangulus*
- 1b. Milpiés de color blanco. Margen de los paranota gruesos y formando un callo *Neoleptodesmus*

Género *Acutangulus* Attens, 1899

Es endémico del estado de Veracruz, consta de cinco especies descritas y una nueva para la ciencia colectada durante este estudio. Presentan paranota pequeños y los gonopodos con telopoditos robustos.

Acutangulus sp. nov.

Son de talla mediana y superficie del cuerpo totalmente lisa. Los gonopodos son largos y el telopodito presenta estructuras laminares en el extremo apical (Fig. 26). Los ejemplares de esta especie se colectaron todo el año en hojarasca y dentro de troncos podridos; en lluvias bajo troncos podridos y en suelo; en secas bajo piedras.

Género *Neoleptodesmus* Carl, 1903

Este género es endémico del estado de Veracruz y consta de cuatro especies descritas y una nueva para la ciencia colectada durante este estudio. Presentan paranota con un callo grande que resguarda a los ozoporos.

Neoleptodesmus sp. nov.

Son de talla grande. La superficie de los terguitos es lisa y los pleuritos presentan una gran cantidad de dientes diminutos en la superficie. Se colectaron bajo troncos podridos en ambas épocas y en la hojarasca solo en la época de lluvias.

Familia **Chelodesmidae**

Se conocen aproximadamente 148 géneros distribuidos en Africa, España y América Neotropical. Los individuos de esta familia son morfológicamente muy similares a los de la familia Rachodesmidae y solo pueden diferenciarse por la presencia de una cánula coxal en los gonopodos.

Clave para los géneros de Chelodesmidae

- 1a. Superficie de los terguitos ornamentada. Telopodito con ápice bifurcado Género nov. 1
- 1b. Superficie de los terguitos lisa y con dientes en el borde de los paranota. Telopoditos robustos y dirigidos lateralmente Género nov. 2

Género nov. 1 sp. nov.

Son de talla mediana y color marrón oscuro. La mitad posterior de la superficie de los terguitos (excepto el *collum*) está ornamentada con dos hileras transversales de tubérculos y la mitad anterior con tubérculos dispersos. En los gonopodos las coxas y los telopoditos son largos, el ápice del telopodito es plano y curvo (Fig. 27). Hoffman (datos no publicados) los ubica en un género diferente a los conocidos. Se colectó únicamente en la época de secas dentro de troncos podridos.

Género nov. 2 sp. nov.

Son de talla mediana y de color blanco. La superficie de los terguitos es lisa y en los márgenes laterales presentan uno o dos dientes diminutos dirigidos hacia atrás. Los gonopodos presentan telopoditos largos dirigidos hacia los lados y con el ápice plano en forma de pétalo. Se colectaron únicamente en época de secas dentro de troncos podridos y en suelo.

Familia **Xystodesmidae**

Se conocen 56 géneros de distribución principalmente holártica. El cuerpo es ancho y aplanado. Se distinguen principalmente por presentar una espina ventral en el prefémur.

Clave para los géneros de Xystodesmidae

- 1a. Gonopodos con el telopodito ensanchado y bifurcado *Rhysodesmus*
- 1b. Gonopodos con el telopodito simple *Stenodesmus*

Género *Rhysodesmus* Cook, 1895

Se distribuye desde Nuevo León hasta Guatemala. Los machos de este género presentan gonopodos muy similares, con un proceso prefemoral y un proceso subterminal del

Bueno & Rojas: Milpiés de la selva de Los Tuxtlas, Ver.

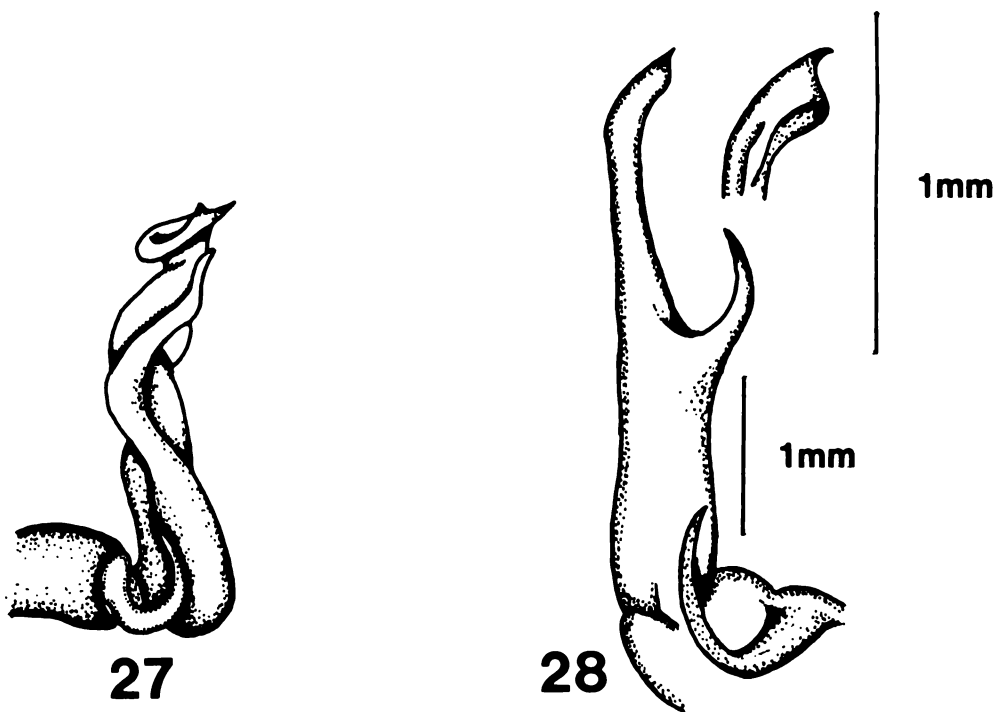
acropodito; las formas de estas estructuras son las que establecen las diferencias específicas.

Rhysodesmus dasyopus (Gervais)

Son de talla muy grande y de color marrón oscuro. Las antenas y las patas son amarillas o marrón claro. El telopodito (Fig. 28) presenta un proceso prefemoral y el proceso subterminal del acropodito es casi imperceptible (Hoffman, 1966). Se colectaron exclusivamente en hojarasca y durante la época de lluvias.

Rhysodesmus sp.

Se colectaron hembras maduras que asignamos a este género por sus características morfológicas externas, sin embargo se diferencian de la especie anterior por ser de talla grande y color anaranjado. Es necesario obtener ejemplares machos para definir mejor la especie. Se colectaron solo en suelo en ambas épocas y bajo piedras durante la época de lluvias.



Figuras 27-28

27. Telopodito del gonopodo izquierdo de Género nov. sp. nov. (Chelodesmidae). 28. Gonopodo derecho de *Rhysodesmus dasyopus* mostrando el detalle del acropodito (vista lateral). Figura 27 según Hoffman (comunicación personal).

Género *Stenodesmus* de Saussure, 1859

Género endémico de México y está compuesto por diez especies. Se diferencian de *Rhysodesmus* porque los gonopodos no presentan proceso prefemoral en el telopodito (Hoffman, 1966).

Stenodesmus mexicanus de Saussure, 1859

Son de talla grande y de color marrón claro a anaranjado claro. Los gonopodos presentan coxas globosas, telopoditos largos y ápice plano y curvo sin bifurcaciones, además de un proceso largo y delgado que puede tener su origen en la coxa. Se colectaron dentro del suelo todo el año y en hojarasca en época de secas. Primer registro para la región.

Familia **Platyrhacidae**

Incluye 41 géneros que se distribuyen desde el sur de Estados Unidos hasta Veracruz y en Sudamérica en parte de Brasil y Guyana. Generalmente son de talla grande y de color marrón oscuro o claro. Presentan el epiprocto truncado.

Género *Amplinus* Attems, 1898

Está compuesto por 28 especies distribuidas desde México hasta Costa Rica. Presentan la superficie de los terguitos con prominentes áreas romboidales .

Amplinus bitumidus (Loomis)

Son de talla muy grande y color marrón oscuro con los márgenes de los paranota, las patas y las antenas de color amarillo o marrón claro. La superficie de los terguitos presenta tres hileras de gránulos de forma pentagonal. En los gonopodos el telopodito es bifurcado y en la base tiene setas largas y gruesas. Se encontraron todo el año en hojarasca, dentro y bajo troncos podridos, bajo corteza, sobre árboles vivos y dentro del suelo.

Familia **Cryptodesmidae**

Consta de 36 géneros de distribución principalmente pantropical. Los seis géneros presentes en México pertenecen a la Tribu Peridontodesmini. De éstos, cinco son endémicos. Presentan dientes bien marcados en el borde de los paranota. En cada terguito presentan tres hileras de setas. El sexto antenómero es más grande que el resto.

Género *Peridontodesmus* Silvestri, 1896

Género compuesto por 11 especies distribuidas desde el norte de México hasta Costa Rica. Cabeza sin surco frontal. Parte frontal del *collum* con dientes no tan marcados como en los extremos laterales de los terguitos.

Peridontodesmus sp. nov.

Son de talla pequeña y la coloración varía entre rosado, marrón y blanca. El margen frontal del *collum* y los márgenes laterales de los paranota son aserrados con una seta en

Bueno & Rojas: Milpiés de la selva de Los Tuxtlas, Ver.

cada diente. Los gonopodos con telopodito dividido en parasolenomerito y solenomerito. El primero finalizando en un proceso flagelar en forma de hoz con el ápice curvado hacia arriba. El solenomerito con un proceso laminar plano. Proceso prefemoral también con un pequeño proceso flagelar. Se colectaron en ambas épocas en hojarasca, en suelo y dentro de troncos podridos, en algunos casos con termitas.

Familia Fuhrmannodesmidae

Incluye unos 52 géneros de distribución mundial. Esta familia actualmente se encuentra en revisión y su definición es muy confusa. Son milpiés de talla muy pequeña y de color marrón claro a blanco. La superficie de los terguitos puede estar cubierta por gran cantidad de setas pequeñas y finas.

Clave para los géneros de Fuhrmannodesmidae

- | | |
|---|-------------------|
| 1a. Superficie del cuerpo cubierta por gran cantidad de setas finas | <i>Pozodesmus</i> |
| 1b. Superficie del cuerpo con setas gruesas | <i>Caramba</i> |

Género *Pozodesmus* Shear, 1986

Género endémico de México, solo registrado para el estado de Hidalgo. Presentan 19 terguitos. Gonopodo con telopoditos sencillos sin ramificaciones.

Pozodesmus sp.

De talla muy pequeña. El *collum* es pequeño y el segundo diplosegmento mucho mayor que el resto, con los paranota sobresaliendo y rodeando al *collum*. El sexto antenómero presenta un agujero sensor. Se colectaron exclusivamente en la época de lluvias en troncos podridos y un solo ejemplar en hojarasca. Primer registro para el estado.

Género *Caramba* Shear, 1977

Compuesto por cinco especies distribuidas en Veracruz, Chiapas y Guatemala. Presentan 18 terguitos.

Caramba sp.

De talla pequeña. Las setas dispuestas generalmente en tres hileras transversales en cada terguito. Las coxas de los gonopodos son globosas y el telopodito es pequeño y presenta una ramificación en el ápice. Se colectaron en ambas épocas en hojarasca y dentro del suelo. Se encontró un solo ejemplar dentro de tronco podrido. Primer registro para la región.

Familia Pyrgodesmidae

Compuesta por aproximadamente 160 géneros distribuidos desde Estados Unidos hasta Argentina, en gran parte de Africa y en la región Oriental. Presentan gránulos grandes en la superficie de los terguitos y el *collum* normalmente cubre la totalidad de la cabeza. La definición a nivel genérico aún está en revisión, por lo que actualmente se consideran solamente las características de las estructuras de los gonopodos (Shear, 1973).

Clave para los géneros de la familia Pyrgodesmidae

- 1a. Paranota pequeños. Coxas del gonopodo largas *Lophodesmus*
1b. Paranota extendidos lateralmente. Coxas del gonopodo cortas *Myrmecodesmus*

Género *Myrmecodesmus* Silvestri, 1910

Se distribuye desde el sur de Estados Unidos hasta México. Presentan gonopodos con telopoditos cortos, ramificados y normalmente ocultos por las coxas. Todos los ejemplares colectados presentan coloración gris oscuro. Este género no había sido registrado para la región.

Myrmecodesmus sp. 1

Son de talla muy pequeña ó pequeña. Presentan cuatro hileras longitudinales de tubérculos bien marcados o apenas perceptibles. Las coxas de los gonopodos son globosas y el telopodito muy corto. Se colectaron en ambas épocas en hojarasca y en suelo. En tronco podrido solo durante la época de lluvias.

Myrmecodesmus sp. 2

De talla pequeña. Tienen tubérculos grandes bien marcados y sin formar hileras longitudinales. Los gonopodos presentan coxas globosas y telopoditos muy finos. Especie colectada en la época de lluvias en la hojarasca y en el suelo.

Myrmecodesmus sp. 3

De talla pequeña. Tienen dos hileras longitudinales de tubérculos en el dorso formando un canal central; en el *collum* forman cuernos bien marcados y en los diplosegmentos finales éstos están dirigidos hacia atrás. Las coxas de los gonopodos son globosas y más largas que en las especies anteriores; el telopodito aplanado y con ramificaciones muy finas en el ápice. Se colectaron en hojarasca y en suelo en ambas épocas de colecta.

Género *Lophodesmus* Pocock, 1894

Género de distribución Neotropical, formado por seis o siete especies; sin embargo solo la especie tipo puede ubicarse con certeza dentro de él. Los paranota son cortos y el *collum* no cubre totalmente la cabeza.

Bueno & Rojas: Milpiés de la selva de Los Tuxtlas, Ver.

Lophodesmus sp.

De talla pequeña, de color marrón, con cuatro hileras longitudinales de tubérculos bien definidos. Gonopodos con telopoditos apenas perceptibles. Se encontró en hojarasca, bajo corteza y en suelo, en época de lluvias y de secas. Primer registro para la región.

DISCUSION

A pesar de su importancia como animales descomponedores y la gran cantidad de especies que contiene, la Clase Diplopoda fue por mucho tiempo considerada como un taxón de poca importancia. Esto se ve reflejado en el atraso del conocimiento taxonómico de la Clase, lo que se debe, según Hoffman (1990), a que hasta los años 50's siempre hubo un pequeñísimo número de taxónomos estudiando este taxón en el mundo (nunca más de 5 ó 6 al mismo tiempo).

Actualmente ha aumentado el conocimiento taxonómico de la Clase aunque de forma muy desequilibrada, por ejemplo, algunos órdenes y familias de regiones como Europa y Estados Unidos están relativamente bien estudiados, mientras que para muchos de América Latina simplemente no existe información.

En particular la fauna de diplópodos Neotropical, la más rica del mundo, debe revisarse a fondo ya que de esta región se han descrito numerosas especies a partir de hembras o individuos jóvenes, lo que ha dado como resultado gran cantidad de sinónimos a nivel genérico y específico y aún a nivel de familia.

La comunidad de diplópodos edáficos de Los Tuxtlas muestra una gran diversidad a nivel de Orden, ya que de los 13 órdenes que viven en México, 11 están representados en la selva de la Estación. Esta diversidad resulta notable si la comparamos con la fauna de sitios similares como la zona del Canal de Panamá con 9 órdenes (Loomis, 1964) o los bosques tropicales de Bonampak, Chiapas (Lavelle y Kohlmann, 1984) y de la Sierra del Rosario, Cuba (González, 1984) en los que se encontraron únicamente 3 órdenes de diplópodos en el suelo.

Con respecto a la riqueza de especies de nuestra localidad, resulta difícil hacer comparaciones con la de otros sitios semejantes, ya que son muy escasos los estudios a nivel de especie de las comunidades de milpiés en zonas tropicales húmedas. Hasta donde sabemos, el único estudio en el Neotrópico que comprende la fauna de diplópodos en su totalidad es el de Loomis (1964) correspondiente a la zona del Canal de Panamá y sitios adyacentes (región mucho más grande que la nuestra y con varios biomas) en la que se reportan 77 especies de milpiés.

La selva tropical de Los Tuxtlas ha sido reconocida como un ecosistema de notable diversidad de especies de plantas y animales (Dirzo *et al.* 1997). Podemos asegurar que los diplópodos no son la excepción, si consideramos que en solo 800 m² de la selva de Los Tuxtlas vive el 35% del total de especies registradas hasta el momento en el estado de Veracruz (87 especies) y el 12% del total de especies del Neotrópico mexicano. Como mencionan Dirzo *et al.* (1997) la estación de Los

Tuxtlas es uno de los seis sitios mejor estudiados desde el punto de vista biológico en Latinoamérica. Sin embargo, antes de este estudio, únicamente tres especies de diplópodos habían sido registradas para la estación.

Nuestro estudio se restringió a los diplópodos del suelo por lo que con el muestreo en otros estratos de la vegetación de la selva pudiera incrementarse el número de especies ya que se sabe que los diplópodos pueden vivir en el dosel. Hoffman (1975) registró un cleidogónido en el dosel de la selva alta de Chiapas. Asimismo tenemos conocimiento de polixénidos viviendo en el dosel de la selva baja de Calakmul, Campeche y en bromelias de encinares en Veracruz (obs. pers.). Para nuestro sitio de estudio, Loomis (1969) reportó a *Amplinus bitumidus* colectado en bromelias. Así, esta especie tiene una amplia distribución vertical que va desde los primeros 5 cm de profundidad en el suelo al dosel.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro especial agradecimiento al Dr. Richard L. Hoffman (Virginia Museum of Natural History) y al Lic. Antonio Pérez-Asso (Museo de Historia Natural de La Habana) por su apoyo en la determinación y confirmación de algunas especies. Esta investigación fue financiada por el proyecto Biología de Suelos 902-07.

LITERATURA CITADA

- Adis, J., J.W. de Morais & H. Guimarães de Mesquita.** 1987a. Vertical distribution and abundance of arthropods in the soil of a neotropical secondary forest during the rainy season. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 22: 189-197.
- Adis, J., J.W. de Morais & E.F. Ribeiro.** 1987b. Vertical distribution and abundance of arthropods in the soil of a neotropical secondary forest during the dry season. *Trop. Ecol.* 28: 174-181.
- Anderson, J.M.** 1988. Invertebrate-mediated transport processes in soil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 24:5-19.
- Causey, B.N.** 1954. New mexican and venezuelan millipeds in the collection of the Illinois State Natural History Survey. *Proc. Biol. Soc. Washington*. 67: 55-68.
- Chamberlin, V.R.** 1943. On Mexican Millipeds. *Bull. Univ. Utah. (Biological Series, Vol. VIII, No. 3)*. 34: 1-193
- Crawford, C.S.** 1989. Scorpions, Solifugae and associated desert taxa. Pp. 445-475. In: D.L. Dindal (ed). *Soil Biology Guide*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- _____. 1992. Millipedes as model detritivores. *Bern. Nat.-Med. Verein Innsbruck. Suppl.* 10: 277-288.
- Dangerfield, J.M. & S.R. Telford.** 1991. Seasonal activity patterns of julid millipedes in Zimbabwe. *J. Trop. Ecol.* 7:281-285.
- David, J.F.** 1990. Habitat dimensions of Diplopoda in a temperate forest on acid soil. *Rev. Ecol. Biol. Sol.* 27: 95-112.

Bueno & Rojas: Milpiés de la selva de Los Tuxtlas, Ver.

- Dirzo, R., S.E. González & R.C. Vogth.** 1997. Introducción general. Pp. 4-6. *In:* S. E. González, R. Dirzo y R. C. Vogth (eds). *Historia Natural de Los Tuxtlas*. México, D.F.
- Edwards, C.A.** 1979. Macroarthropods. Pp. 533-554. *In:* C.H. Dickinson & G.J.F. Pugh (eds). *Biology of plant litter decomposition*. Vol. 2. Academic Press. London.
- Edwards, C.A. & K.E. Fletcher.** 1971. A comparison of extraction methods for terrestrial arthropods. Pp. 150-185. *In:* J. Phillipson (ed). *Methods of Study in Quantitative Soil Ecology: Population and Energy Flow*. International Biological Program No. 18. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- Enghoff, H.** 1990. The ground-plan of chilognathan millipedes (external morphology). Pp. 1-21. *In:* A. Minelli (ed). *Proceedings of the 7th International Congress of Myriapodology*. E.J. Brill, Leiden.
- Estrada, A., R.E. Coates & R.M. Martínez.** 1985. La Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, un recurso para el estudio y conservación de las selvas del trópico húmedo. Pp. 379-393. *In:* A. Gómez-Pompa y R.S. del Amo (eds). *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México*. Vol. II. INIREB. Ed. Alhambra Mexicana. México, D.F.
- Golovatch, S.I., R.L. Hoffman, J. Adis, J.W. de Morais.** 1995. Identification plate for the millipede orders populating the Neotropical Region South of Central Mexico (Myriapoda, Diplopoda). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 30: 159-164.
- González, O.R.** 1984. Distribución vertical y dinámica de la abundancia y la biomasa de Diplopoda en suelos de ecosistemas forestales de la Sierra del Rosario, Cuba. *Poeyana*, 264: 1-27.
- Hoffman, R.L.** 1966. The mexican genera of Xystodesmidae (Diplopoda: Polydesmida). *Trans. Amer. Ent. Soc.* 2: 1-16
- _____. 1970. Random studies on *Rhysodesmus*. I. Notes and redescrptions of miscellaneous species. *The Radford Review*, 24 :143-162.
- _____. 1974. Myriapoda. Pp. 768-772. *In:* *Encyclopedia Britannica*. 15 ed. Encyclopaedia Britannica, Inc. U.S.A.
- _____. 1975. An arboreal cleidogonid milliped from Chiapas (Chordeumatida: Cleidogonidae). *Pan-Pac. Entomol.* 51: 31-38.
- _____. 1979. *Classification of the Diplopoda*. Muséum d'Histoire Naturelle, Genève. 237 pp.
- _____. 1990. Diplopoda. Pp. 835-860. *In:* D.L. Dindal (ed). *Soil Biology Guide*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Hoffman, R.L., S.I. Golovatch, J. Adis & J.W. De Morais.** 1996. Practical keys to the orders and families of millipedes of the Neotropical region (Myriapoda: Diplopoda). *Amazoniana*, 14: 1-35.
- Hopkin, S.P. & H.J. Read.** 1992. *The Biology of millipedes*. Oxford University Press. 233 pp.
- Lavelle, P. & B. Kohlmann.** 1984. Étude quantitative de la macrofaune du sol dans une forêt tropicale humide du Mexique (Bonampak, Chiapas). *Pedobiología*, 27: 377-393.
- Lavelle, P., M.E. Maury & V. Serrano.** 1981. Estudio cuantitativo de la fauna del suelo en la región de Laguna Verde, Veracruz. Época de lluvias. Pp. 75-105. *In:* P. Reyes-Castillo

- (ed). *Estudios Ecológicos en el Trópico Mexicano*. Instituto de Ecología A.C. Pub. 6. México, D.F.
- Loomis, H.F. 1964. The millipeds of Panama (Diplopoda). *Fieldiana: Zoology*, 47: 1-136.
- _____. 1968. *A checklist of the millipeds of Mexico and Central America*. United States National Museum, Bulletin 266. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 137 pp.
- _____. 1969. Additions to the Millipeds of Mexico (Myriapoda: Diplopoda). *An. Inst. Biol. UNAM. México, Serie Zoología*, 40 :49-54.
- Lot-Helgueras, A. 1976. La Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas: pasado, presente y futuro. Pp. 31-69. In: A. Gómez-Pompa, R.S. del Amo, Y.C. Vázquez y A.C. Butanda (eds). *Investigaciones sobre la Regeneración de Selvas Altas en Veracruz, México*. CECSA, CNEB, INIREB. México, D.F.
- Myers, N. 1988. Tropical Forests and their species. Pp. 28-35. In: E.O. Wilson (ed). *Biodiversity*. National Academic Press. Washington, D.C.
- Pérez-Asso, A. 1995. Colecta y conservación de diplópodos. *Cocuyo*, 2: 2-3.
- Shear, W.A. 1973. Millipeds (Diplopoda) from Mexican and Guatemalan caves. II. *Accademia Nazionale dei Lincei, Prob. Att. Sci. Cult., Subterranean fauna of Mexico*, 171: 239-305.
- _____. 1982. Millipeds (Diplopoda) from caves in Mexico and Central America. IV. New species and records of Glomeridae, Cleidogonidae, Trichopetalidae, Fuhrmannodesmidae and Sphaeriodesmidae. *Assoc. Mexican Cave Stud. Bull./Texas Mem. Mus. Bull.* 28: 145-160.
- _____. 1986. Millipeds from caves in Mexico and Central America. V. New species and records of Glomeridae, Trichopetalidae, Cleidogonidae, Fuhrmannodesmidae, Cryptodesmidae, Cambalidae, Typhlobolellidae, Rhachodesmidae, and Sphaeriodesmidae. *Texas Mem. Mus., Speleol. Monogr.* 1: 63-86.
- Silvestri, F. 1948. Descrizioni di nuovi Diplopodi Penicellati. *Boll. Lab. Ent. Agri. Portici*. 9: 1-7
- Wilson, E.O. 1988. The current state of biological diversity. Pp. 3-18. In: E.O. Wilson (ed). *Biodiversity*. National Academic Press. Washington, D.C.

Recibido: 5 de diciembre 1997

Aceptado: 15 de octubre 1998