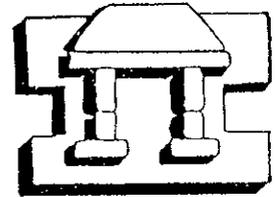




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
I Z T A C A L A

IZTACALA

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LOS  
COLEMBOLOS (HEXAPODA: COLLEMBOLA) DEL  
CENTRO ECOLOGICO DE FORMACION OMEYOCAN,  
ATIZAPAN DE ZARAGOZA, ESTADO DE MEXICO.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**B I O L O G O**

P R E S E N T A :

**JORGE DELGADILLO REYES**

DIRECTORA: BIOLOGA: MARCELA P. IBARRA GONZALEZ

275901

LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MEX.

2000



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNAM IZTACALA



IZTACALA

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  

---

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES**  
**IZTACALA**

Contribución al conocimiento de los colémbolos (Hexapoda: Collembola) del Centro Ecológico de Formación Omeyocan, Atizapan de Zaragoza, Estado de México.

**T E S I S**

Que para obtener el título de:

**BIOLOGO**

presenta:

**Jorge Delgadillo Reyes**

Directora: Bióloga: **Marcela P. Ibarra González**

Los Reyes Iztacala, Estado de México.

2000

## DEDICATORIA

A mi madre y padre, quienes acertadamente supieron guiarme por el camino correcto, por sus regaños, sabios consejos, pero por lo más importante... su amor; las palabras y pensamientos no son suficientes para agradecerles todo lo que me han dado.

Gracias de todo corazón.

A mi hermana Adriana por su importante ayuda material, aunque lo más valioso por supuesto que es su apoyo moral y cariño.

A mis queridos sobrinos W. Alejandro y Diana Yamilett por su ternura y quienes también implicaron en mi, ánimos de superación y logros.

En general a todos mis tíos y primos, por el gran cariño que me tienen.

A mis verdaderos y sinceros amigos de siempre Adan U., Ulises V., Miguel O., Eduardo C., Fernando G. y Sergio J.; por los grandes momentos que pasamos juntos y que espero sigamos teniendo, por que a pesar de todo hemos sabido conservar nuestra larga amistad (M2).

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer sinceramente a la Biol. Marcela P. Ibarra González quien además de fungir como directora del presente trabajo, sus grandes consejos, sugerencias, enseñanzas en clase por las que me encaminó al gusto y conocimiento de los insectos y por todo aquello que se me olvide mencionar pero que en su momento sabré valorar y llevarlo a cabo; ante todo esto y algo más importante... por su valiosa y desinteresada amistad.

Gracias por encaminarme a este logro.

A M. en C. Blanca E. Mejía Recamier del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos quien amablemente desde un principio ofreció ayuda para la técnica de montaje de colémbolos, permitió el uso de las instalaciones, proporcionó bibliografía e hizo sugerencias y comentarios para el presente trabajo. De igual forma quiero agradecer al Dr. José G. Palacios Vargas la corroboración de los organismos identificados, sus comentarios personales y de dar su consentimiento para acceder a todo lo anterior.

A Jorge Padilla R. a quien le agradezco profundamente su apoyo incondicional y desinteresado en todos los sentidos, así como sus atinadas sugerencias hacia este trabajo.

A Sergio Stanford, José Luis Tello, Atahualpa de Sucre por sus sugerencias, comentarios y su amistad.

Al Biol. Alberto Morales M. quien en los momentos de dudas ofreció opiniones acertadas, además de también participar como sinodal y amigo; de igual forma agradezco las oportunas apreciaciones y asesoría de M. en C. Pilar Villeda C.

A Gabriela Castaño M. por sus valiosas ideas y a Leopoldo Cutz por su gran ayuda en la corroboración y determinación de los colémbolos identificados.

A la Biol. *Mayra Hernández por participar y permitir el uso del Laboratorio de Edafología de la UBIPRO* donde se obtuvieron los parámetros del suelo; de igual forma agradezco infinitamente a la pasante de biología y compañera Nora García Guerrero por que sin un interés a cambio, ofreció su ayuda para procesar y obtener resultados de las muestras de suelo.

A José Alfredo R. y Rosario R. quienes trabajaron a mi lado durante los muestreos llevados a cabo en campo, pero con quienes me une una bella amistad sin condiciones.

A mis amigos y compañeros Esperanza, Jaime M., Jaime D., Luis, Verónica R., Juanis y Miroslava y en general al grupo 02 por las experiencias en el campo y la escuela.

A LA MEMORIA DE:



BANDA VÁZQUEZ MARGARITA ARACELI

A QUIEN NO TUVE LA OPORTUNIDAD DE CONOCER MÁS, PERO QUE SIN  
EMBARGO DEJA SU GRATO RECUERDO AUNQUE DOLOROSO E IRREPARABLE.

Q. E. P. D., DONDE QUIERA QUE ESTES

# I N D I C E

	Página
INTRODUCCION . . . . .	1
ANTECEDENTES . . . . .	10
OBJETIVOS . . . . .	12
AREA DE ESTUDIO . . . . .	13
Edafología . . . . .	13
Hidrología . . . . .	15
Clima . . . . .	15
Aspectos biológicos . . . . .	16
MATERIAL Y METODO . . . . .	17
1.1 Trabajo de campo y laboratorio . . . . .	17
1.2 Obtención de parámetros del suelo. . . . .	20
1.3 Análisis estadístico . . . . .	22
RESULTADOS . . . . .	23
ANALISIS . . . . .	39
A. Distribución de colémbolos por tipo de vegetación . . . . .	42
B. Distribución mensual de colémbolos . . . . .	47
C. Índice de similitud . . . . .	51
CONCLUSIONES . . . . .	53
LITERATURA CITADA . . . . .	55
APENDICE A. . . . .	60
APENDICE B. . . . .	61
APENDICE C. . . . .	64

## I. RESUMEN

Los colémbolos son pequeños artrópodos comúnmente conocidos como “colas de resorte”, generalmente se encuentran en medios con cierta cantidad de humedad alimentándose de todo tipo de material vegetal muerto, esporas de hongos, rotíferos, etc. Su importancia principal es como descomponedores de la materia orgánica vegetal así como la integración y reciclaje de los nutrimentos del suelo.

La técnica para recolectar a los colémbolos con el modelo de trampa NTP-80 y pitfall ha sido escasamente abordada para el estudio de estos organismos; por lo que con el presente trabajo se pretende contribuir al conocimiento de los colémbolos del Centro Ecológico de Formación Omeyocan, utilizando NTP-80, pitfall y toma de muestras de suelo para su captura; en tres tipos de vegetación: pastizal, bosque de encino y matorral xerófilo a lo largo de un ciclo anual.

Se obtuvieron un total de 3,222 organismos que se incluyeron en 8 familias y 16 géneros, de los cuales 2,675 fueron recolectados con NTP-80, 94 con carpotrampa, 177 con copotrampa y 276 pertenecen a las muestras de suelo. En pastizal se obtiene la mayor abundancia de colémbolos con 58%, mientras que el género más representativo de “Omeyocan” fue *Sminthurinus* con 1,061 individuos.

Durante el verano existe la mayor abundancia de colémbolos con 2,114 ejemplares y cuando se establecen las lluvias en la zona, por lo que el factor humedad influye en la composición comunitaria y en la dinámica de poblaciones de colémbolos.

## INTRODUCCION

---

El suelo es un sistema altamente complejo y dinámico, constituido por una capa superficial, relativamente delgada, de material más o menos disperso que se encuentra sobre la litosfera; se forma por la acumulación progresiva de partículas sólidas, principalmente minerales, procedentes de la desintegración de las rocas y transportadas por el agua, el viento o la fuerza de gravedad, hasta depositarse en las partes más bajas del terreno (Narro, 1994).

El suelo está compuesto de partículas, agua y aire; los sólidos son partículas minerales y orgánicas de diferentes formas, tamaños y arreglos, y constituyen su esqueleto o matriz del suelo, el cual contiene una cantidad variable de poros; éstos pueden estar llenos de agua o de aire. Un suelo cultivado promedio contiene aproximadamente 45% de minerales, 5% de materia orgánica, 15 a 35% de agua y el resto (15 a 35%) está ocupado por aire. Numerosos procesos físicos, químicos y biológicos actúan simultáneamente para mejorar o empobrecer las condiciones del suelo y las funciones que este desempeña en beneficio de las plantas que crecen en él. Las condiciones físicas están estrechamente relacionadas con su fertilidad; los suelos más fértiles contienen cantidades significativas de materia orgánica y de arcilla, factores que influyen fuertemente sobre la capacidad de retención de humedad y sobre la capacidad de intercambio catiónico (Narro, op. cit.).

Cada tipo de suelo, por tanto, puede ofrecer las condiciones necesarias y suficientes para la delimitación y mantenimiento de un biotopo especial con sus animales propios. Los adelantos realizados en la zoología del suelo durante los recientes años han permitido comprobar que existen distintas interrelaciones entre los suelos y sus faunas. Dichas

relaciones se establecen con el tipo de suelo, su composición mecánica, situación geográfica, vegetación, humedad, pH, cantidad de materia orgánica, actividad bacteriana, fertilidad y temperatura, además del laboreo, uso de fertilizantes, insecticidas y fuego, que determinan cambios en la composición y densidad de las faunas edáficas; a la inversa, es también posible sacar conclusiones sobre las características del suelo a partir de las especies o conjunto de especies indicadoras (principalmente colémbolos y ácaros) (Rapoport, 1968). Los colémbolos (del latín *colla*= pegamento; *embolo*= tubo) comúnmente conocidos como “colas de resorte”, son pequeños artrópodos tradicionalmente considerados como insectos de la Subclase Apterygota. A su vez han sido definidos como insectos primitivos sin alas distintos de la Subclase Pterygota, o insectos alados. Usado en este sentido, el término apterigotos comúnmente incluye cuatro grupos de insectos: proturos, dipluros, colémbolos y tisanuros. En la actualidad muchos autores separan a los colémbolos como una clase distinta de los insectos, mientras que otros les dan diferente nivel taxonómico o simplemente los denominan como Hexapoda: Apterygota (Palacios-Vargas, 1991).

Los colémbolos adultos pueden medir desde menos de 250 micrones hasta poco más de 10 milímetros de longitud, sin embargo la mayor parte de las formas edáficas miden de 1 a 3 milímetros (Christiansen, 1990). Estos microartrópodos se encuentran en medios con cierta cantidad de humedad como lo son el suelo húmedo, hojarasca, corteza de árboles, troncos en descomposición, hongos, nidos de insectos sociales e incluso en nidos de algunas aves y mamíferos, pero también se les ha encontrado en suelos de zonas áridas.

Otros medios que también ocupan son los epífitos y los litorales marinos, así como medios dulceacuícolas, donde forman parte de la fauna del epineuston. Son cosmopolitas y se encuentran desde el nivel del mar hasta grandes altitudes bajo hielos perpetuos (Palacios-Vargas, 1990 b).

La alimentación básica de este tipo de insectos esta basada en todo tipo de material vegetal muerto, esporas de hongos, rotíferos, aunque también los hay polinívoros, bacteriófagos y muy pocas especies depredadoras o bien necrófagas (Palacios-Vargas, 1991). Se conocen a nivel mundial alrededor de 6000 especies, sus poblaciones pueden ser muy numerosas y su importancia principal es como descomponedores de la materia orgánica vegetal así como la integración y reciclaje de los nutrimentos del suelo; demostrandose la utilidad de los colémbolos en la caracterización ecológica de los suelos (Palacios-Vargas, 1990 b; Ponge, 1983).

### **MORFOLOGIA**

La cutícula de los colémbolos está cubierta con gránulos, protuberancias o reticulaciones; las áreas lisas son llamadas fovea, en el caso de los ejemplares de la familia Neelidae éstas están provistas con células especializadas denominadas campos o áreas sensoriales. Existen además áreas circulares simples (pseudoporos) que se encuentran en varios grupos, por ejemplo en los Sminthuridae; en los Onichiuridae se presentan estructuras cuticulares que son llamadas pseudocelos, los cuales sirven como dispositivos autohemorrágicos. En el abdomen y cabeza pueden apreciarse protuberancias cuticulares, así como sedas espiniformes, sedas y/o escamas, están principalmente sobre la fúrcula, cabeza, o abdomen posterior y pueden ser complejas. La parte final del abdomen en muchos poduromorfos y en algunos isotomidos presentan una serie de espinas

especializadas llamadas espinas anales. Las sedas pueden ser lisas o setosas aunque también se conocen sedas muy modificadas como en los géneros *Palmanura*, *Americanura*, *Neanura* y *Nahuanura* (Neanuridae). Frecuentemente hay sedas largas o macrosedas complejas de gran importancia para la determinación. Solo en la familia Entomobryidae hay escamas fusiformes, ovales y estriadas (Christiansen, 1990). El pigmento se localiza en las células epidérmicas y puede ser de cualquier color, predominando el azul y el morado, o ser completamente transparentes; los patrones de coloración muy diversos se presentan particularmente en los entomobridos y sminturidos (Palacios-Vargas, 1991).

Las antenas están divididas en cuatro artejos, el cuarto frecuentemente está anillado o subsegmentado y usualmente está provisto con un número de sensilas gruesas llamadas sedas “sensoriales” de gran importancia taxonómica. El ápice del tercer artejo antenal tiene un par de delgadas sensilas laterodorsales. Este artejo puede estar asociado con estructuras complejas o algunas relativamente simples por ejemplo, microsedas. El órgano postantenal es una pequeña estructura que se localiza entre la mancha ocular y la base antenal, en su forma más simple es una vesícula oval o redondeada, y en su forma más elaborada se presenta en series de muchos tubérculos arreglados en formas variadas. Lo tienen algunos representantes de las familias Onychiuridae, Hypogastruridae, Neauridae, Isotomidae y Oncopoduridae (Christiansen, op.cit). Las partes bucales como el labio presenta en su parte apical complejos pares de sensilas setosas; las maxilas y las mandíbulas están encerradas dentro de la cabeza (entognatos), son muy elaboradas y de estructura variada. Las mandíbulas típicamente tienen un área molar basal con muchos dientes y una distal con dos o tres dientes largos. En muchos neauridos la placa molar se ha perdido y en algunas

formas las mandíbulas y maxilas están reducidas a series de agudos y filosos estiletes. Los tres segmentos torácicos presentan sedas bien definidas en los Poduromorpha, mientras que en los Entomobryomorpha el primer segmento está reducido y carece de sedas (Christiansen, 1990) y en los Symphypleona los segmentos no se distinguen ya que el tórax y el abdomen están fusionados (Figs. 1-3) (Palacios-Vargas, 1991).

Los apéndices locomotores de los colémbolos generalmente están dispuestos de los siguientes segmentos: 2 precoxas, coxa, trocánter, fémur, tibiotarso y un pretarso el cual presenta 2 uñas dorsoventrales opuestas, el ungues y el unguículus. El unguículus o apéndice empodial puede ser unguiforme, setiforme y con frecuencia no existir, además, el extremo distal del tibiotarso en algunas ocasiones presenta unas sedas especiales (gruesas, truncadas, clavadas o acuminadas) llamadas “tenent hairs” (Palacios-Vargas, 1990 b).

El ungues o uña superior está en todos los grupos y consiste de 2 a 5 lamelas que terminan en un diente libre, también se encuentran dientes adicionales a lo largo de la lamela, y una envoltura o túnica puede rodear el ungues. El unguículus tiene 2 ó 4 lamelas ventrales las cuales tienen dientes, es reducida o ausente en algunos grupos. El abdomen está típicamente dividido en seis segmentos; en Symphypleona los segmentos abdominales están fusionados en dos masas el gran abdomen y el pequeño abdomen como se muestra en la figura 2 (Christiansen, op. cit).

Los colémbolos se distinguen de otros artrópodos edáficos por la presencia del colóforo, el cual es un apéndice cilíndrico ubicado en la parte media ventral sobre el primer segmento abdominal; está provisto de un par de vesículas eversibles en la punta y es utilizado para tomar agua, respiración y adhesión a cualquier tipo de sustrato. La fúrcula, que puede estar reducida o ausente, es una estructura que les permite impulsarse y saltar, nace del cuarto

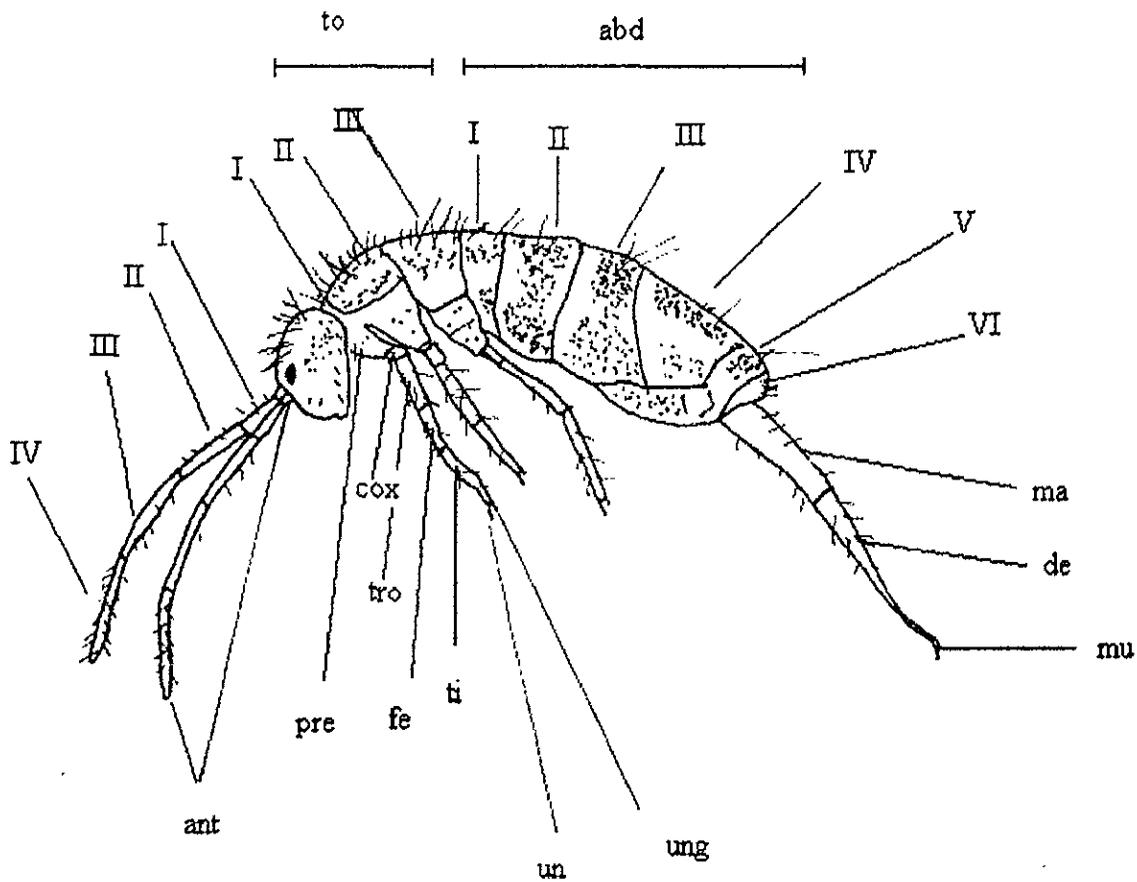


Figura 1. Morfología de Arthropleona (Entomobryomorpha); tórax (to I-III) abdomen (abd I-VI) antena (ant I-IV) ma, manubrio; de, dente; mu, mucrón; pre, precoxa; co, coxa; tro, trocánter; fe, fémur; ti, tibiatarso; un, ungues; ung, unguiculus (Tomado de Christiansen, 1992).

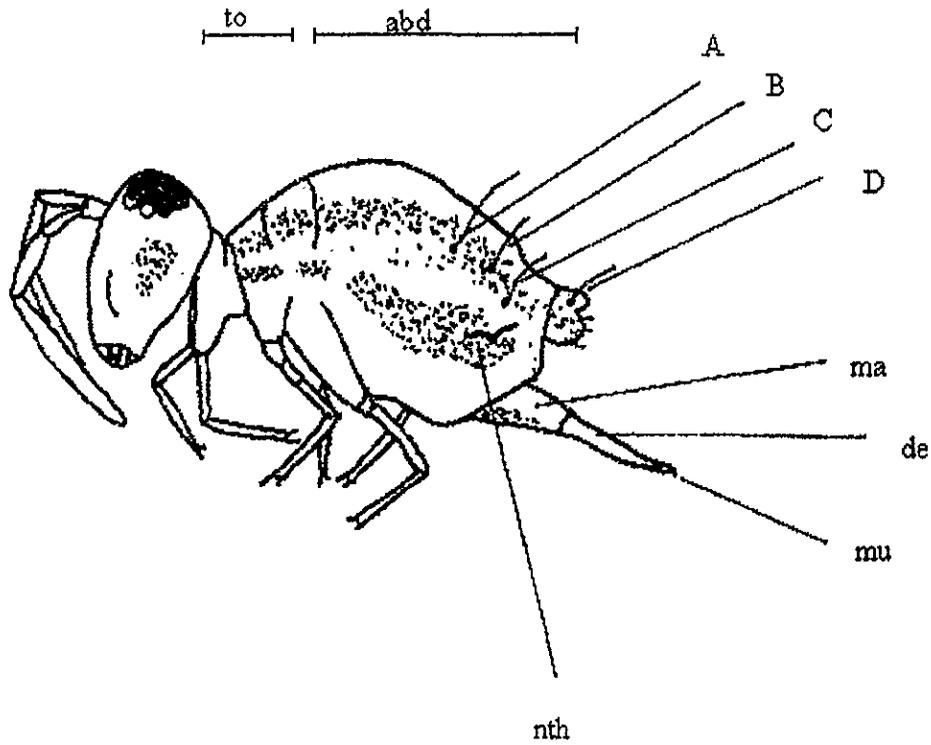


Figura 2. Morfología de *Symphypleona* (*Eusymphypleona*) (A, B, C y D tricobotrias) to, tórax, abd, abdomen, de, dente; ma, manubrio; mu, mucrón; nth, seda neosminturoide (Tomado de Christiansen, 1992).

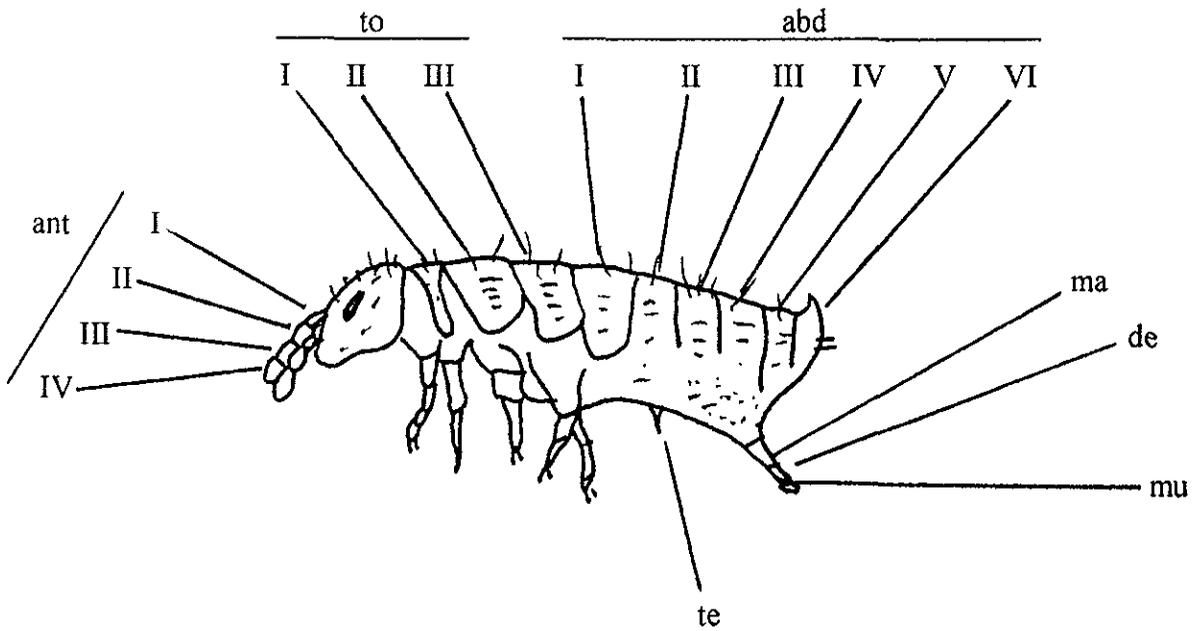


Figura 3. Morfología de Arthropleona (Poduomorpha); to, tórax (to I-III) abdomen (abd I-VI) antena (ant I-IV) ma, manubrio; de, dente; mu, mucrón; te, tenaculo (Tomado de Christiansen, 1992).

segmento abdominal y consiste de un manubrio basal, 2 dientes distales alargados y un par de mucrones generalmente pequeños (Figs. 1-3). En los Onychiuridae la fúrcula no existe o es vestigial, también está reducida o ausente en varios Hypogastruridae e Isotomidae, siempre esta bien desarrollada en los Entomobryidae y en todos los Symphypleona (Fig. 2). Las formas con fúrcula presentan un pequeño órgano bifurcado en el segmento abdominal llamado tenáculo, el cual sirve para sujetarla y tenerla presionada al cuerpo (Christiansen, 1990).

Por otra parte, la diversidad biológica de cualquier país es frágil y en México, actualmente ha sido mermada, sino con gran rapidez, si con un paulatino pero eficaz incremento en la presión ejercida por los núcleos humanos. El concepto de conservación de la naturaleza cobra vital importancia, al igual que el manejo y aprovechamiento planificado y racional de los recursos naturales renovables; así de las principales alternativas para la conservación de las especies de plantas y animales de México, resalta el establecimiento de Areas Naturales Protegidas y una sólida base de datos referente a las plantas, animales, hongos y microorganismos del país para preservarlos. La protección total de áreas selectas es una de las formas más obvias de preservar estas constelaciones, pero la selección de tales áreas depende de la aplicación eficiente de la información acerca de su distribución y su abundancia (Dirzo y Raven, 1994).

## ANTECEDENTES

---

La técnica para recolectar a los colémbolos con el modelo de trampa NTP-80 y pitfall ha sido escasamente abordada para el estudio de estos organismos; en trabajos realizados sobre colémbolos la mayoría de las técnicas utilizadas se basan principalmente en la toma de muestras de suelo, hojarasca, epífitas, hongos y por medio de fumigaciones del dosel. Entre los trabajos a destacar que incluyen el uso de NTP-80 y pitfall están los siguientes: el de Palacios-Vargas y Najt en 1986 quienes trabajaron con colémbolos en dos reservas de la Biosfera “La Michilia” y Mapimí en Durango y en Rancho del Cielo, Gómez Farías, Tamaulipas. En estas localidades tomaron muestras de suelo, musgos, hojarasca, hongos, además de utilizar NTP-80 y otros tipos de trampas, como la tipo “Malasia” y trampa para fauna del epineuston. Se muestreo en diferentes tipos de vegetación (matorral xerófilo, pastizal y *Pinus-Quercus*) y de altitud que van desde los 1,100 a los 2,850 m. Describen dos especies nuevas del género *Americanura* y un género y especie nuevos de *Nahuanura*.

El estudio de Palacios-Vargas en 1990 (a) sobre los colémbolos de Chihuahua, muestreados en matorral xerófilo y bosques de encinos y coníferas, incluye varias colectas con trampas pitfall de la zona árida (1,275 m.), obteniendo 40 nuevos registros para el Estado en diversos biotopos de los bosques y del suelo.

El trabajo realizado por Terrón y Palacios-Vargas en 1991 en la Reserva de la Biosfera “La Michilia”, Durango, México, aportó ideas muy valiosas para el presente estudio, debido a que llevaron a cabo un análisis acerca de los colémbolos atraídos a necrotrampas (NTP-80). Dicha investigación arroja datos interesantes como la relación con la altitud a la que trabajaron (2,400 m.) y el tipo de vegetación (Bosque de Pino-

Encino), elaborando un listado de las especies encontradas; además incluye la abundancia y diversidad de los colémbolos, reportando 8 géneros y como dominante a la familia Hypogastruridae con un 70% del total de colémbolos recolectados.

Más recientemente Díaz (1999) realiza un trabajo sobre la variación estacional de los collembola (Arthropoda: Hexapoda) del Cerro de Huitepec, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México, con NTP-80, en el que analizó la abundancia y distribución de los colémbolos a través de las temporadas de lluvias, nortes y sequías y por estaciones del año (primavera-verano-otoño-invierno) en tres tipos de vegetación pastizal, encinar y nubliselva; obteniendo 12, 477 colémbolos representados en 9 familias y 19 géneros. Encontrando que la mayor abundancia se da en el encinar con 6227 organismos.

Mientras que Palacios-Vargas y Mejía (1999) dieron a conocer la fauna de colémbolos que se obtienen por la técnica de necrotrampas NTP-80, así como su diversidad, abundancia y riqueza específica en el Municipio de Tlayacapan, Morelos, en cinco asociaciones vegetacionales (bosque mesófilo de montaña, cultivo temporal, bosque de pino-encino, bosque de pino y selva baja caducifolia) donde obtuvieron 3, 060 ejemplares que pertenecen a 12 familias y 32 géneros. En el bosque mesófilo de montaña reportan la mayor abundancia, mientras que el bosque de pino y cultivo temporal se da una menor abundancia debido a que tienen las condiciones más alteradas.

Por otro lado, Franco (1999) determinó la distribución espacial de los colémbolos mediante su cuantificación por horario y estrato de suelo así como a la comparación de dicha distribución para dos épocas de colecta (seca y de lluvias); el tipo de vegetación en el que muestreo es un bosque de oyamel-encino; además colocó 8 trampas pitfall con las

cuales capturó 2 colémbolos en la época seca y 1,760 durante la época de lluvias; menciona que las familias más abundantes son Dicyrtomidae, Sminthuridae, Bourletiellidae y Entomobryidae.

## OBJETIVOS

---

Por la importancia del phylum y debido a la falta de estudios más específicos de grupos de insectos, en especial de colémbolos en el Centro Ecológico de Formación Omeyocan, y para enriquecer el listado faunístico se trabajo con los siguientes objetivos:

### GENERAL

- Contribuir al conocimiento de los colémbolos del Centro Ecológico de Formación Omeyocan.

### PARTICULARES

- Determinar los géneros de los colémbolos del Centro Ecológico de Formación Omeyocan, para enriquecer el listado faunístico en Areas Protegidas del Estado de México.
- Conocer el patrón de distribución de los colémbolos en los tipos de vegetación del Centro Ecológico de Formación Omeyocan.
- Conocer su distribución estacional a lo largo de un ciclo anual.

cuales capturó 2 colémbolos en la época seca y 1,760 durante la época de lluvias; menciona que las familias más abundantes son Dicyrtomidae, Sminthuridae, Bourletiellidae y Entomobryidae.

## OBJETIVOS

---

Por la importancia del phylum y debido a la falta de estudios más específicos de grupos de insectos, en especial de colémbolos en el Centro Ecológico de Formación Omeyocan, y para enriquecer el listado faunístico se trabajo con los siguientes objetivos:

### GENERAL

- Contribuir al conocimiento de los colémbolos del Centro Ecológico de Formación Omeyocan.

### PARTICULARES

- Determinar los géneros de los colémbolos del Centro Ecológico de Formación Omeyocan, para enriquecer el listado faunístico en Areas Protegidas del Estado de México.
- Conocer el patrón de distribución de los colémbolos en los tipos de vegetación del Centro Ecológico de Formación Omeyocan.
- Conocer su distribución estacional a lo largo de un ciclo anual.

## AREA DE ESTUDIO

---

El Centro Ecológico de Formación Omeyocan cuenta con una superficie de 10 ha. Su altitud va de los 2,280 a los 2,340 m. (Tejero et al., 1993); esta incluido en la sierra “La Biznaga”, el cerro más alto de la zona (2650 m), dicha sierra forma parte del parque estatal Atizapán Valle Escondido, ubicado en el municipio de Atizapán, al noreste del Estado de México. También forma parte de la Sierra de Monte Alto, en el eje volcánico Transversal Mexicano. Es un terreno intermontaño cuya parte más baja se encuentra a 2,350 m., en esta zona atraviesa el arroyo San Javier que circula de SO a NE, y en el convergen dos laderas: la constituida por la falda de la ladera NO del cerro “La Biznaga” y la ladera contraria de orientación SE donde se encuentra el acceso al terreno (I.N.E.G.I., 1987).

El Centro Omeyocan esta a 15 km del Centro de la Ciudad de México, en dirección NO y a 6.5 Km del poblado de Nicolás Romero en dirección SSE; limita con los municipios de Tlalnepantla al E, Naucalpan al S, Cuautitlan Izcalli al NE y Nicolás Romero al NO. Las coordenadas de dicho centro son 99° 17' 20'' longitud Oeste y 19° 34' latitud Norte (Figura 4) (S.P.P., 1977).

## EDAFOLOGIA

El suelo del Centro Ecológico de Formación Omeyocan es de varios tipos: en la ladera sur existen luvisoles crómicos combinados con feozem lúvico y en la ladera de los cerros de la Sierra “La Biznaga” se presenta una fase física del tipo lítico o bien presenta una delgada capa de feozem háplico (S.P.P., 1982).

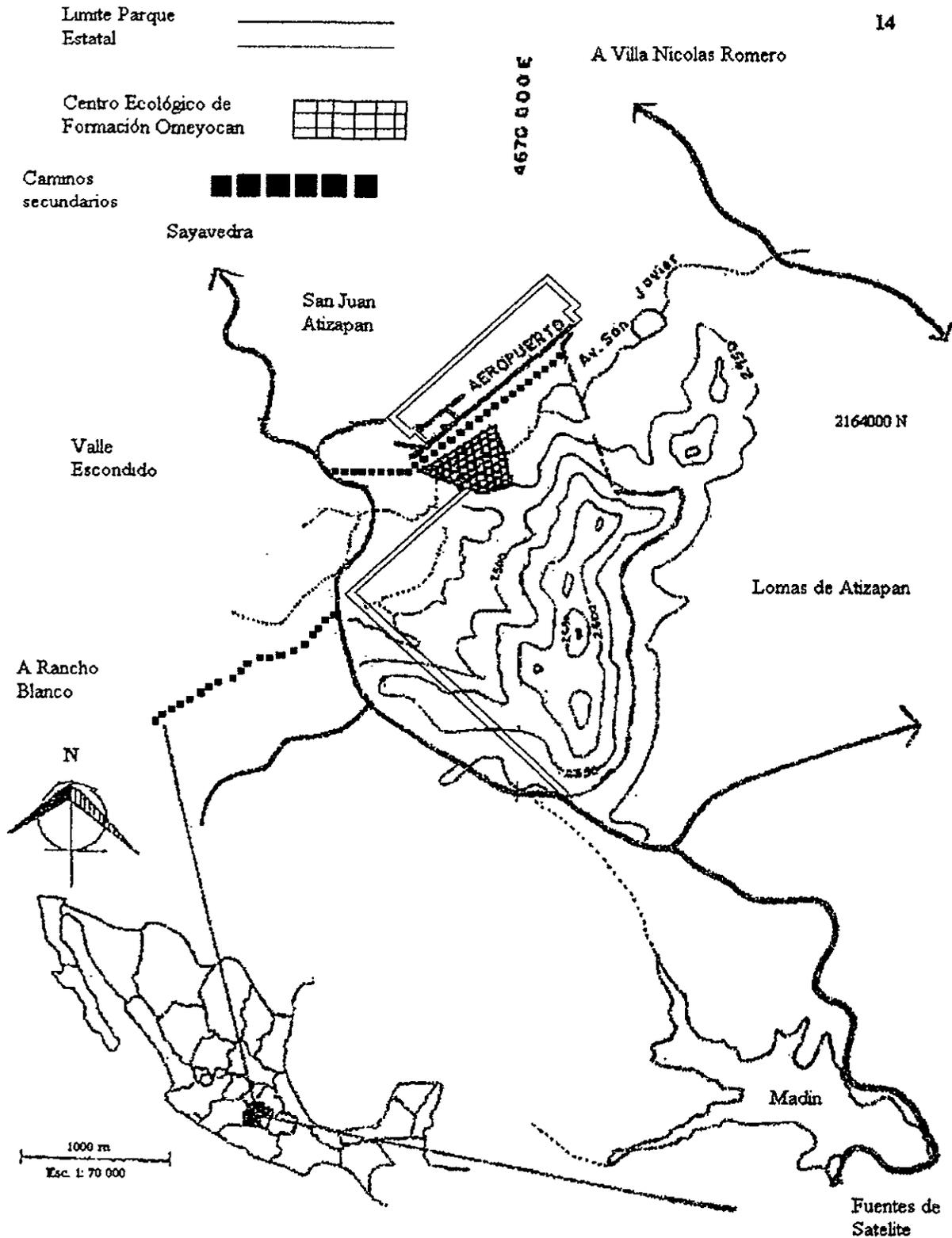


Figura 4. Mapa del Centro Ecológico de Formación Omeyocan (Tejero, et al , 1993).

A las orillas del arroyo se logran vislumbrar áreas con acúmulos de arena, formando regosoles debido al acarreo hídrico. Los luvisoles crómicos presentan en su horizonte A gran acumulación de arcilla y la tonalidad suele ser de tipo amarillenta. Tanto el feozem háplico como el de tipo lúvico se distinguen por presentar horizonte B con arcilla mientras que el horizonte A es permeable. Estos dos suelos se entremezclan en el área de estudio y es difícil la separación a simple vista, pero es posible que el suelo más extendido sea el feozem (S.P.P., 1982).

Los litosoles son ácidos y someros y aparecen en las laderas de los cerros donde afloran grandes peñascos o bien el suelo es delgado. En general estos tipos de suelo son de índole ácido, pobres en nutrimentos y fácilmente erosionables (I.N.E.G.I., 1987).

## HIDROLOGIA

El arroyo San Javier en la temporada de sequía permanece activo debido a que recoge las aguas negras del fraccionamiento Valle Escondido y las aguas de filtración de la Sierra "La Biznaga", aunque el flujo importante de agua es sólo en los meses de lluvia (S.P.P., 1979).

## CLIMA

El clima de la localidad es el tipo C (wl) (w) b (i') g que corresponde al templado de verano cálido y subhúmedo (García, 1980); la temperatura media anual es de 15.5 °C siendo el mes más frío enero y su media oscila entre 7 y 12° C, mientras que el mes más cálido es junio, con una media de 17.5° C. Las lluvias comienzan en mayo y se establecen

en junio, al año llueven de 700 a 720 mm; en los meses de junio a septiembre precipita el 75 % de la lluvia y en invierno sólo ocurre menos del 5 % (I.N.E.G.I., 1987).

## ASPECTOS BIOLÓGICOS

Entre los estudios más importantes que se han llevado a cabo en esta área se encuentra el mapa de vegetación de Rzedowski (1964) y el estudio florístico de Bracho-Linares (1985) en la parte inferior de la Sierra de Monte Alto, entre Chimalapa, Tlazala de Fabela, Villa Nicolás Romero y Atizapán de Zaragoza. En el primer estudio se reconocen para el área de Monte Alto los bosques de encino y los pastizales; el segundo estudio, mucho más complejo, presenta descripciones detalladas de varios tipos de vegetación de los cuales al área del Centro Omeyocan le corresponden los siguientes:

El bosque de encino es una comunidad arbórea con altura entre 5 y 10 m. compuesto principalmente por 4 ó 5 especies de encino. En los lugares poco perturbados su cobertura sobrepasa el 70%. El encino más frecuente es *Quercus laeta*, sin embargo, es posible hallar *Q. castanea*, *Q. crassipes*, *Q. frutex* y *Q. rugosa*; otras especies acompañantes son *Arbutus xalapensis*, *Opuntia streptacantha* y *Eysenhardtia polystachya*.

El estrato arbustivo es poco profuso en condiciones naturales, sin embargo, en el Centro las condiciones de perturbación han favorecido un buen estrato arbustivo compuesto por *Baccharis heterophylla*, *B. conferta*, *Brickellia pendula*, *Eupatorium glabratum*, *Brogniardtia interrupta*, *Senecio salignus* (Tejero, et al., 1993).

## MATERIAL Y METODO

---

### 1.1 TRABAJO DE CAMPO Y LABORATORIO

Para el presente estudio se realizaron 12 muestreos mensuales con necrotrampas permanentes modelo 80 (NTP-80) descrita y diseñada por Morón y Terrón (1984) en tres diversos tipos de vegetación: pastizal, bosque de encino y matorral xerófilo, del Centro Ecológico de Formación Omeyocan; en cada tipo de vegetación se colocaron tres necrotrampas. Cada necrotrampa esta constituida por tres piezas de plástico ensambladas que son: un bote de plástico de aproximadamente 15 cm. de altura y 13 cm. de diámetro con funciones de recipiente colector, provisto con 500 ml. de una mezcla de 95 partes de etanol al 80 % y 5 partes de ácido acético glacial en donde se preservaron los organismos atraídos. La segunda lo constituye un embudo de plástico con 13 cm. de diámetro en la parte superior y 4 cm. de diámetro en la parte inferior que tapa parcialmente al bote colector, lo cual disminuye la evaporación del alcohol, el embudo conduce a los ejemplares al líquido conservador y por último, un plato de plástico que funciona como tapa y evita la entrada de agua y hojarasca, dejando un espacio entre su borde y el bote; además sostiene mediante un tornillo a un recipiente plástico al cual se le hicieron pequeñas perforaciones y tiene la función de contener al cebo que es el calamar. Estas trampas se enterraron hasta el borde del bote; ocultándolas con ramas u hojarasca (Fig. 5).

Por otro lado, se utilizaron también trampas tipo pitfall (Morón y Terrón, 1988) las cuales se colocaron dos veces al mes durante 24 horas a lo largo de un ciclo anual, en los tres diversos tipos de vegetación; en cada tipo de vegetación se colocaron dos trampas, una se utilizó como carpotrampa y la otra como coprotrampa. En ambos casos la

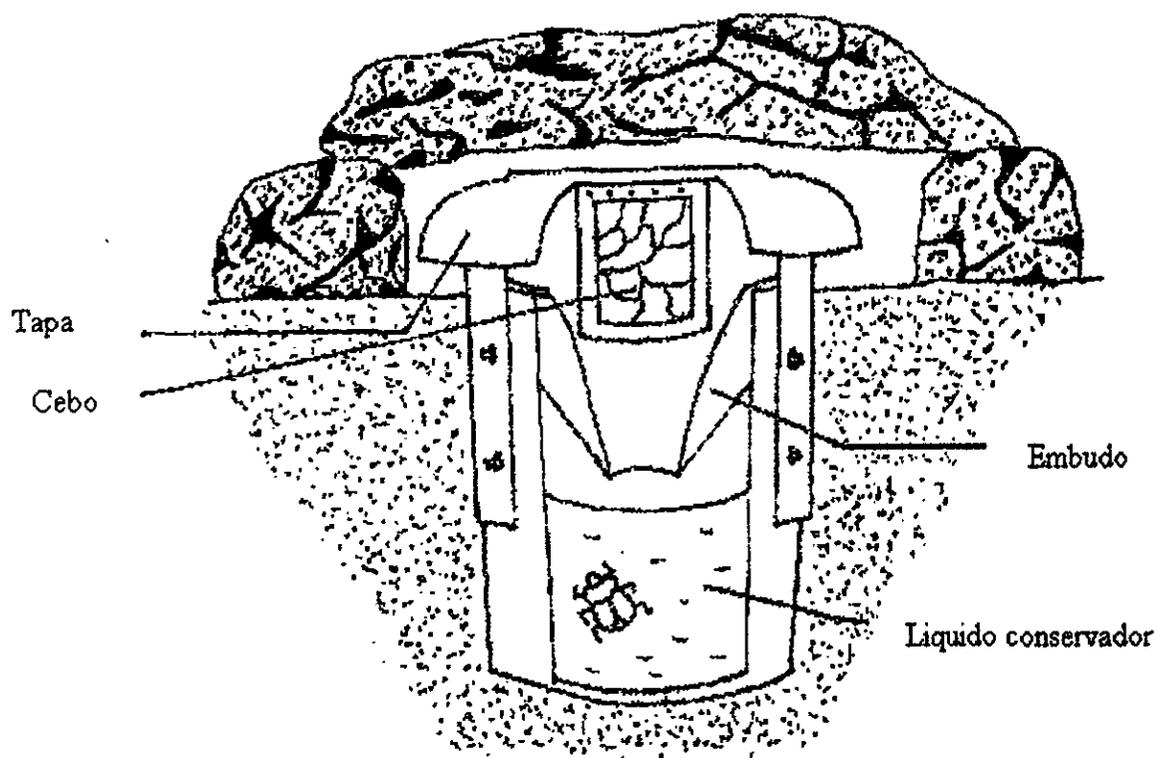


Figura 5. Necrotrampa permanente NTP-80 (Morón y Terrón, 1984).

trampa consiste en un recipiente colector de plástico de 15 cm. de altura, provisto con 95 partes de etanol al 80 % y partes de ácido acético en donde se preservaron los organismos atraídos; el bote sostiene mediante un tornillo a un recipiente de plástico con el atrayente, que consistió en el caso de la carpotrampa de plátano macho fermentado, azúcar y cerveza oscura y en el de la coprotrampa de excremento humano. El bote se enterró hasta su borde superior quedando al nivel del suelo y se protegió con un pedazo de madera que evitó que se llenara de hojarasca o de otro material (Morón y Terrón, 1988).

Del total de organismos recolectados en cada uno de los muestreos se procedió en primera instancia a separar a los colémbolos, los cuales fueron debidamente etiquetados y transferidos a frascos viales con alcohol etílico al 80%. Posteriormente se procedió a su montaje en laminillas de acuerdo a técnicas establecidas ( Apéndice A).

Para conocer los colémbolos edáficos y complementar y permitir comparar este estudio con lo obtenido en las trampas se tomaron tres muestras de suelo de aproximadamente 10 cm. de profundidad por cada tipo de vegetación, durante tres meses (junio, agosto y septiembre de 1998); dichas muestras fueron trasladadas al laboratorio y procesadas durante 7 días en embudos de Berlese (Borrór, *et al.*, 1989), que consisten de un embudo de plástico de 20 cm. de longitud y 15 cm. de diámetro el cual lleva en su parte interna una pequeña malla metálica con aberturas de aproximadamente 3 mm., que tuvo la función de retener las partículas de suelo. En la parte superior del embudo se colocó un foco de 40 watts como fuente calorífica de desecación de la muestra, de modo que los colémbolos, al retirarse hacia el fondo del embudo que aún conserva más humedad y menor temperatura, terminan cayendo por el cuello del embudo hasta el frasco colector, provisto con alcohol al 80% (Morón y Terrón, 1988).

De igual forma los colémbolos recolectados con el embudo fueron debidamente etiquetados y transferidos a frascos viales con alcohol al 80%, para su posterior cuantificación y determinación.

Para la determinación de los organismos a nivel genérico se utilizaron las claves de Christiansen y Bellinger (1980), Jordana y Arbea (1989), Palacios-Vargas (1990 b), y Palacios-Vargas y Gómez-Anaya (1993).

## 1.2 OBTENCION DE PARAMETROS DEL SUELO

Se tomaron muestras de suelo de cada uno de los tipos de vegetación para conocer textura, materia orgánica y pH.

### TEXTURA

La textura se obtuvo por medio del método de Bouyoucos (1962) que consiste en: a) pesar 50 g. de muestra de suelo y agregar 10 ml de hexametáfosfato de sodio al 10%; b) batir la muestra durante 10 minutos; c) colocar el batido en una probeta de 1000 ml con agua y agitarse durante 1 minuto; d) medir densidad y temperatura (se toman dos lecturas de cada una, la segunda dos horas después de haber dejado reposar el batido); e) de acuerdo a los valores de temperatura registrados agregar 0.2 a las lecturas por cada grado centígrado después de 20° C, o restárselos en caso contrario y f) de acuerdo a la siguiente ecuación se obtienen los porcentajes de arcillas, limos y arenas:

$$\% \text{ de limos} + \% \text{ de arcillas} = \frac{\text{primera lectura (densidad)} \times 100}{\text{g. de suelo}}$$

$$\% \text{ de arenas} = 100 - (\% \text{ de limos} + \% \text{ de arcillas})$$

% de arcilla= segunda lectura  $\times$  100

g. de suelo

% de limos= (% de limos + % de arcillas) - % de arcillas

## MATERIA ORGANICA

Bajo los criterios de Walkley y Black (1947) se estimó la cantidad de materia orgánica con el método siguiente: 1) pesar 0.2 g. de muestra de suelo; 2) agregar a la muestra 5 ml de dicromato de potasio y 10 ml de ácido sulfúrico; 3) agitar la muestra durante 1 minuto y dejarla reposar 30 minutos; 4) agregar 100 ml de agua destilada, 5 ml de ácido fosfórico y 3 gotas de indicador de difenilamina; 5) titular con sulfato ferroso hasta que vire a verde; 6) realizar un blanco para verificar la normalidad del sulfato ferroso, y 7) mediante la ecuación siguiente obtener porcentaje de materia orgánica:

$$\text{Materia orgánica (\%)} = \frac{5 - (\text{ml de FeSO}_4 \times N \times \text{F.C.}) \times 0.69}{\text{g. de muestra}}$$

Donde 5= ml de dicromato de potasio agregados

N= Normalidad del sulfato ferroso

F.C.= factor de corrección

0.69= constante

El factor de corrección:

$$\text{F C.} = \frac{10}{\text{ml de FeSO}_4 \text{ gastados en el blanco}}$$

## pH

Para la obtención de pH se siguió la técnica de Mendoza et. al. (en prensa) que consiste en: a) pesar 10 g. de muestra de suelo y agregar 25 ml de agua destilada; b) poner la muestra sobre un agitador durante 30 minutos y c) tomar lectura.

### 1.3 ANALISIS ESTADISTICO

Para el análisis estadístico solo se tomaron en cuenta los datos que se obtuvieron de las trampas NTP-80, ya que fueron las más constantes en cuanto a su forma de colecta a lo largo del ciclo anual. El índice que se utilizó fue el coeficiente de similitud de Sorensen (Margalef, 1989) que permite comparar comunidades representadas por varias submuestras.

#### Coeficiente de similitud de Sorensen

$$Cs = \frac{2c}{a+b} \times 100$$

donde:

a= Número de géneros presentes en a

b= Número de géneros presentes en b

c= Géneros comunes en a y en b

## RESULTADOS

---

Se obtuvieron un total de 3222 organismos que se incluyeron en 8 familias y 16 géneros. A continuación se presenta una lista de los géneros, la clasificación taxonómica esta basada en Palacios-Vargas (1991,1997).\* El número que se indica entre paréntesis después de cada género corresponde al tipo de trampa con la que fueron capturados o en su defecto si pertenecen a las muestras de suelo.

### Clase Collembola

#### Orden Arthropleona

##### Suborden Poduromorpha

##### Superfamilia Hypogastruroidea

##### Familia Hypogastruridae

*Hypogastrura* (1) (2) (3) Bourlet, 1839

*Ceratophysella* (1) (4) Börner, 1932

*Xenylla* (4) Tullberg, 1869

##### Superfamilia Neanuroidea

##### Familia Neanuridae

*Friesea* (1) (4) Dalla Torre, 1895

*Pseudachorutes* (1) (2) (3) (4) Tullberg, 1871

##### Familia Brachystomellidae

*Brachystomella* (1) (2) (4) Agren, 1903

#### Suborden Entomobryomorpha

##### Superfamilia Entomobryoidea

##### Familia Entomobryidae

*Entomobrya* (1) Rondani, 1861

*Americabrya* (1) (2) (3) Mari Mutt y Palacios-Vargas, 1987

*Seira* (1) (2) (3) Lubbock, 1869

*Lepidocyrtus* (1) (2) (3) (4) Bourlet, 1839

##### Familia Isotomidae

*Cryptopygus* (1) (4) Willen, 1901

*Isotoma* (1) (4) Bourlet, 1839

#### Orden Symphypleona

##### Suborden Eusymphypleona

\*Clave: (1) NTP-80 (2) CARPOTRAMPA (3) COPROTRAMPA (4) SUELO

## Superfamilia Sminthuroidea

## Familia Dicyrtomidae

*Ptenothrix* (1) (2) (3) Borner, 1906

## Familia Sminturidae

*Sminthurus* (1) (2) (3) (4) Latreille, 1802*Neosminthurus* (1) (2) (4) Mills, 1934

## Familia Kattiannidae

*Sminthurinus* (1) (3) (4) Borner, 1900

\*Clave: (1) NTP-80 (2) CARPOTRAMPA (3) COPROTRAMPA (4) SUELO

→ Del listado de géneros anterior se muestran a continuación los esquemas y se dan las características generales de cada uno.

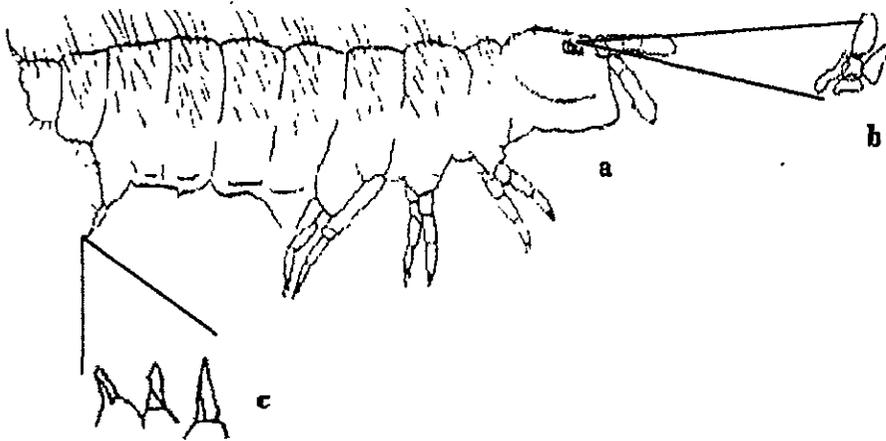


Figura 6. (a) vista lateral de *Hypogastrura*, organismo que generalmente se encuentra en la hojarasca, humus, musgo-hemiedáfico- y capas profundas del suelo-euedáfico; (b) forma del órgano postantenal presente en la cabeza formado por cuatro lóbulos separados; (c) tres diferentes tipos de mucrón (Palacios-Vargas, 1978).

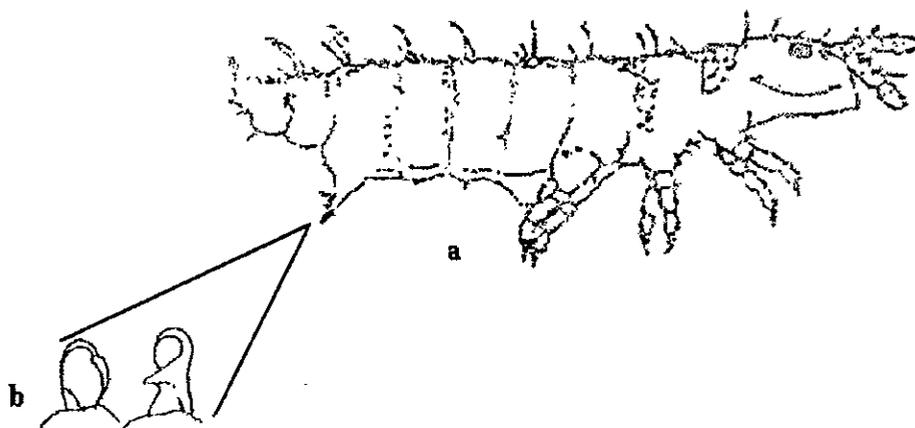


Figura 7. (a) vista lateral de *Ceratophysella*, colémbolo de hábitos hemiedáficos, muy similar al género *Hypogastrura* con la peculiaridad de que *Ceratophysella* se caracteriza por tener el mucrón (b) en forma de cuchara o mitón (Jordana y Arbea, 1989).

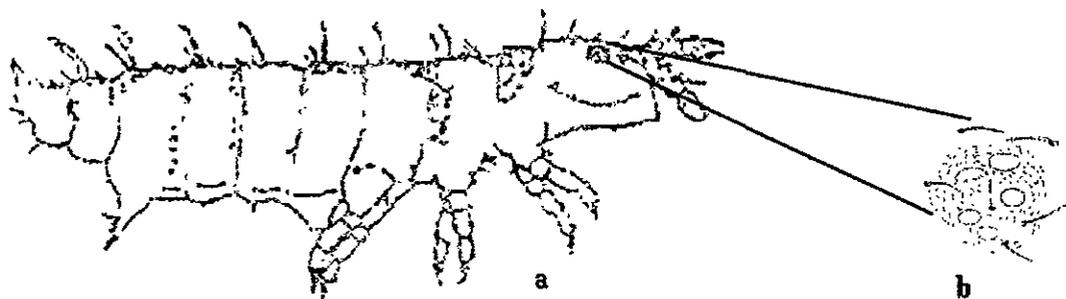


Figura 8. (a) vista lateral de *Xenylla*, de hábitos hemiedáficos y euedáficos, destacando más este último por las características que presenta el género como la reducción de corneolas, con 5 a cada lado de la cabeza (b); además de la reducción de la fúrcula y antenas (Palacios-Vargas, 1978).

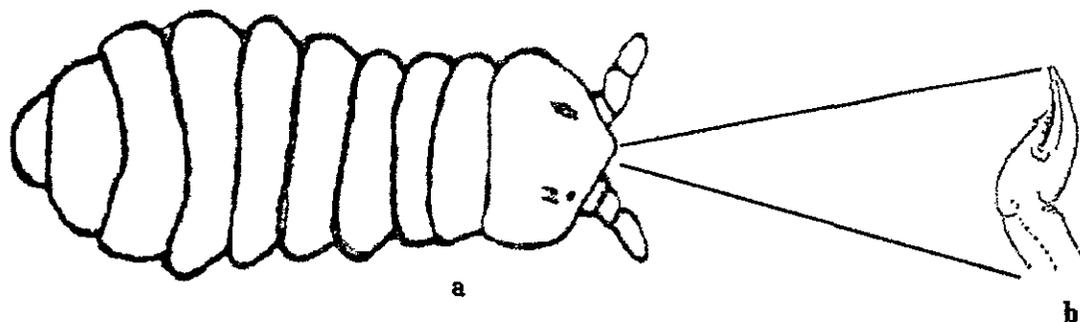


Figura 9. (a) vista dorsal de *Friesea*, de hábitos hemiedáficos y euedáficos, presenta cuerpo reducido al igual que las antenas; el aparato bucal se caracteriza por tener las maxilas (b) en forma triangular o de hoz (Jordana y Arbea, 1989).

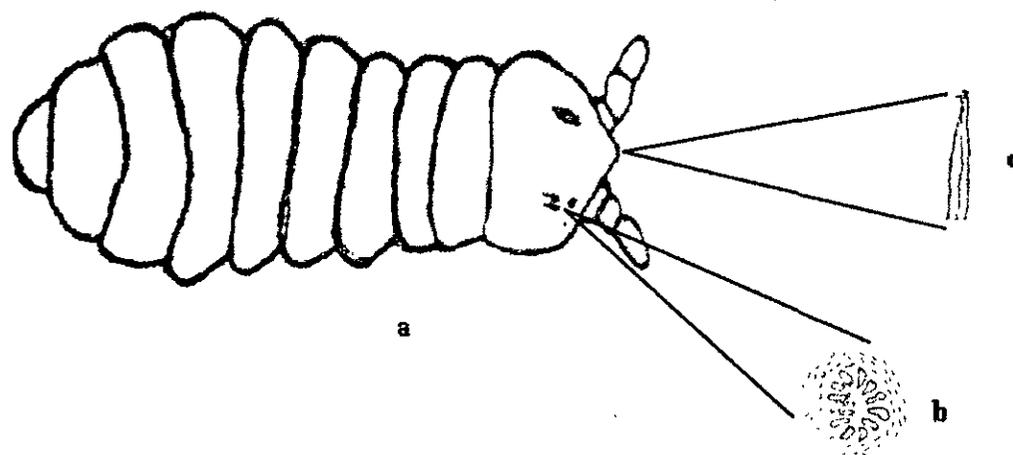


Figura 10. (a) vista dorsal de *Pseudachorutes*, colémbolo de hábitos hemiedáficos; (b) posee un órgano postantenal en forma de roseta generalmente con cinco a 15 tubérculos formando el órgano; (c) la maxila del aparato bucal es de forma estiliforme (Palacios-Vargas, 1978).

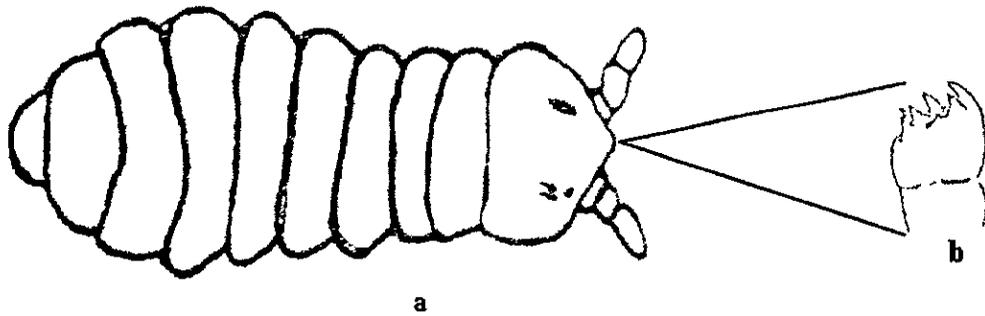


Figura 11. (a) vista dorsal de *Brachystomella*, de hábitos hemiedáficos, el género es fácilmente identificable puesto que es muy característica la maxila (b) que se presenta en el aparato bucal siendo de forma cuadrangular con dientes apicales, además de no poseer mandíbulas (Palacios-Vargas, 1978).

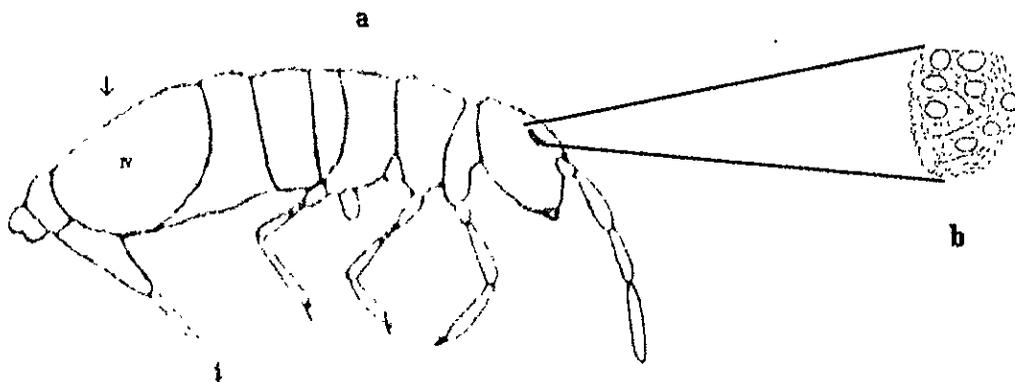


Figura 12. (a) vista lateral de *Entomobrya* donde se muestra que el IV segmento abdominal es más de tres veces el largo del tercero, es un organismo de hábitos hemiedáficos; (b) generalmente se presentan 8 corneolas a cada lado de la cabeza, cuerpo bastante largo al igual que las antenas (Jordana y Arbea, 1989).

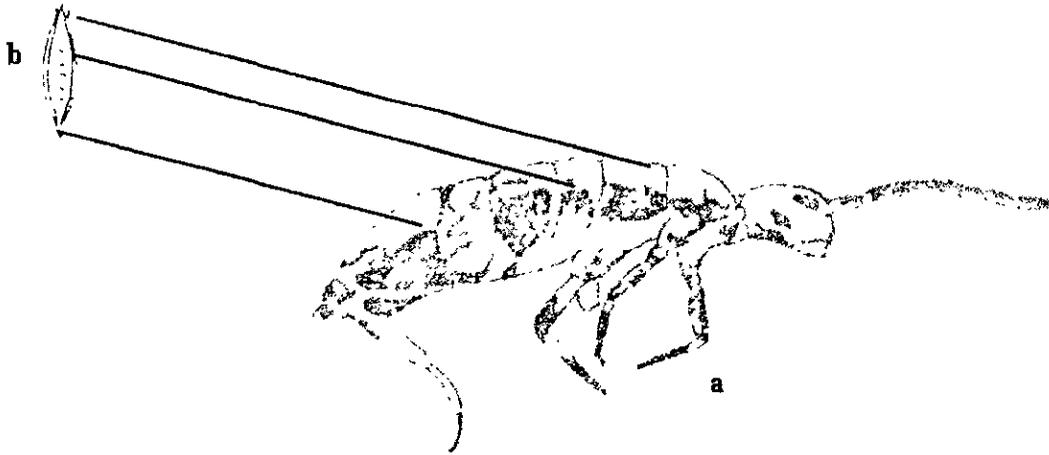


Figura 13. (a) vista lateral de *Americabrya*, de hábitos hemiedáficicos, debido a que es muy similar morfológicamente a los géneros *Seira*, *Lepidocyrtus* y *Entomobrya*, las escamas presentes en el cuerpo de *Americabrya* (b) de forma puntiaguda y sin estrias permite la diferenciación (Palacios-Vargas, 1978).

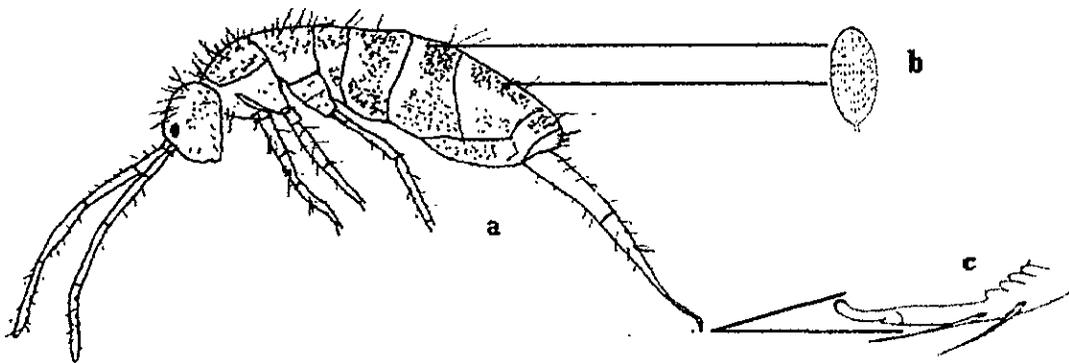


Figura 14. (a) vista lateral de *Seira*, colémbolo de hábitos hemiedáficicos; cuerpo cubierto de escamas (b) que tienen forma redondeada; (c) fúrcula bien desarrollada con el mucrón falciforme, antenas por lo regular con cuatro artejos (Palacios-Vargas, 1978).

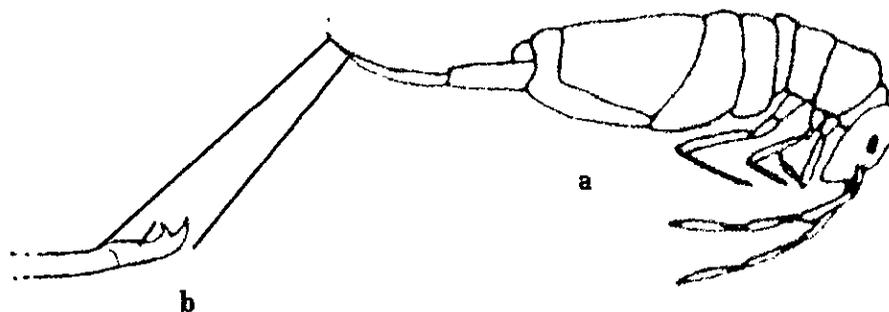


Figura 15. (a) vista lateral de *Lepidocyrtus*, de hábitos epiedáficis -por presentarse sobre la superficie del suelo y plantas en desarrollo- y hemiedáficis; individuos relativamente grandes que se caracterizan por tener la fúrcula bien desarrollada (b) con el mucrón bidentado (Palacios-Vargas, 1978).

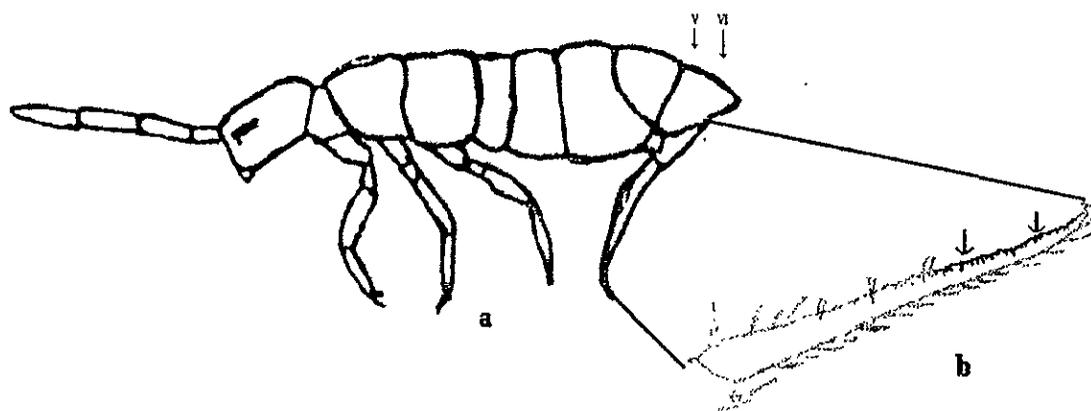


Figura 16. (a) vista lateral de los segmentos abdominales de *Cryptopygus* quien presenta el V Y VI segmentos fusionados, de hábitos hemiedáficis y euedáficis; (b) la fúrcula presenta la superficie dorsal del dente crenulada (Palacios-Vargas y Gómez-Anaya, 1993).

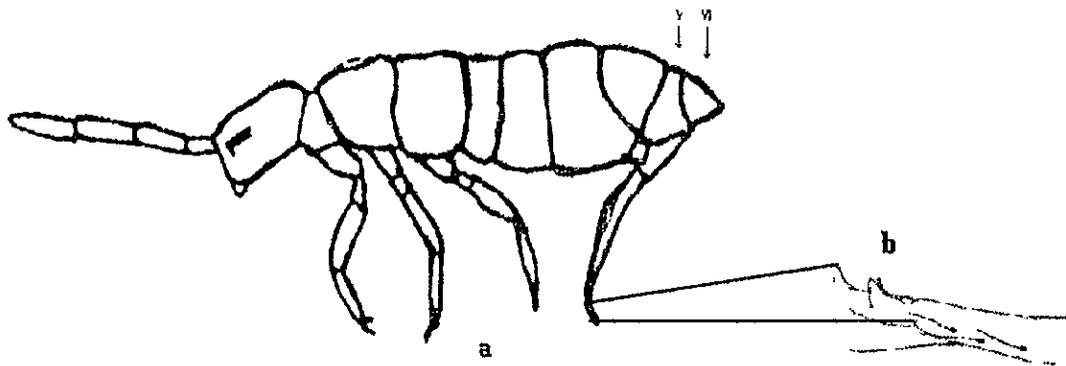


Figura 17. (a) vista lateral de los segmentos abdominales de *Isotoma* quien presenta el V y VI segmentos separados, colémbolo de hábitos hemiedáficos; la fúrcula caracterizada por tener el mucrón (b) tridentado (Palacios-Vargas y Gómez-Anaya, 1993).

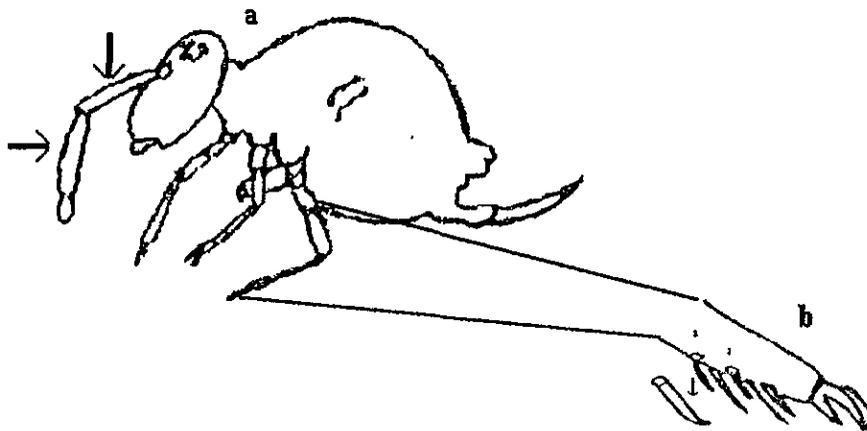


Figura 18. (a) vista lateral de *Ptenothrix*, con sus antenas acodadas entre los artejos II y III, presenta hábitos epiedáficos, con cuerpo globoso como la mayoría de los representantes del orden Symphyleona; (b) este género presenta dos espinas especiales en la pata III (Jordana y Arbea, 1989).

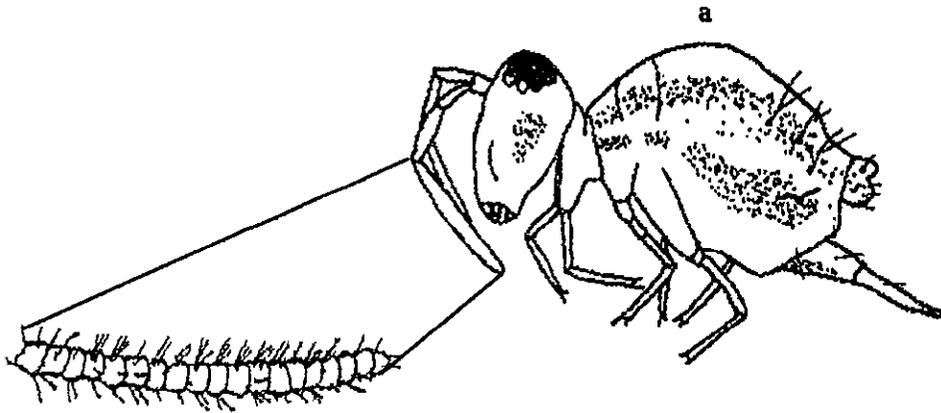


Figura 19. (a) vista lateral de *Sminthurus*, de hábitos epiedáficos y hemiedáficos; (b) con antenas bien desarrolladas las cuales tienen el artejo antenal IV subsegmentado (Cuellar, 1998).

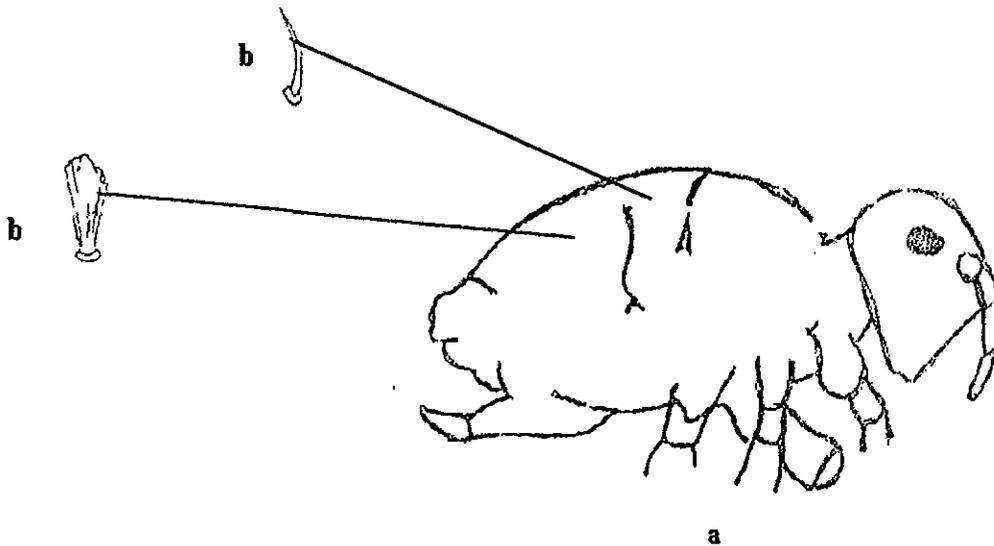


Figura 20. (a) vista lateral de *Neosminthurus*, organismo de hábitos epiedáficos y hemiedáficos, similar en forma y tamaño al género *Sminthurus*, sin embargo sobre el abdomen de *Neosminthurus* se encuentran unas sedas (b) muy características llamadas macroseta y mesoseta (Cuellar, op. cit.).

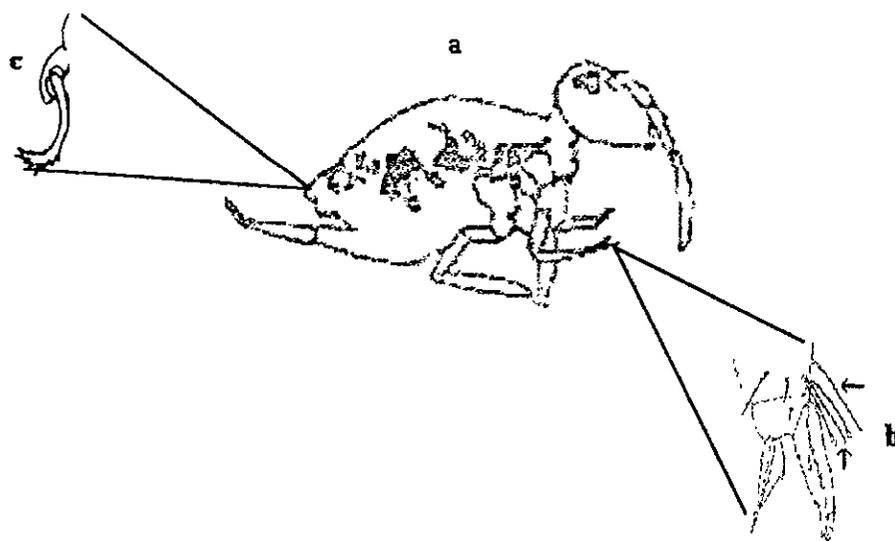


Figura 21. (a) vista lateral de *Sminthurinus*, colémbolo hemiedáfico y epiedáfico; con tenent hairs (pelos) generalmente en las patas; (c) espina anal característica de una hembra (Palacios-Vargas, 1978).

Continuando con los resultados se tiene que del total de colémbolos recolectados, 2675 pertenecen a las NTP-80 (tabla 1) presentándose en estas una diversidad de 15 géneros, mientras que el género más abundante fue *Sminthurinus* con 39% (figura 22).

Tabla 1. Número de organismos por técnica de muestreo.

GENEROS	NTP-80	CARPOTRAMPA	COPROTRAMPA	SUELO
<i>Hypogastrura</i>	282	2	150	
<i>Ceratophysella</i>	13			1
<i>Xenylla</i>				1
<i>Friesea</i>	3			33
<i>Pseudachorutes</i>	7	1	1	2
<i>Brachystomella</i>	1	3		1
<i>Entomobrya</i>	94			
<i>Americabrya</i>	46	1	6	
<i>Seira</i>	187	8	5	
<i>Lepidocyrtus</i>	266	1	5	1
<i>Cryptopygus</i>	4			227
<i>Isotoma</i>	4			3
<i>Ptenothrix</i>	135	75	1	
<i>Sminthurus</i>	569	1	8	3
<i>Neosminthurus</i>	7	2		1
<i>Sminthurinus</i>	1057		1	3
TOTAL	2675	94	177	276

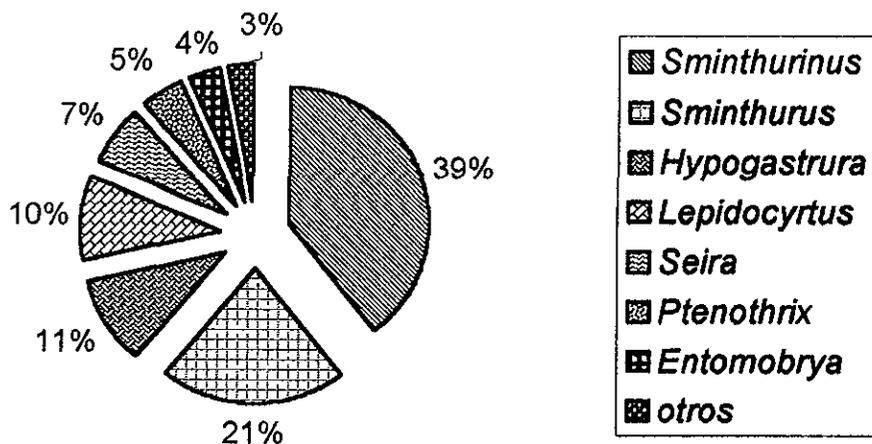


Figura 22. Porcentaje de géneros capturados con NTP-80.

Para el caso de las pitfall, en la carpotrampa se obtuvieron 94 colémbolos (tabla 1) y una diversidad de 9 géneros, siendo *Ptenothrix* el más abundante con un 80 % (figura 23). En lo que respecta a la coprotrampa, se recolectaron 177 ejemplares y 8 géneros en la que *Hypogastrura* represento el 85 % (figura 24).

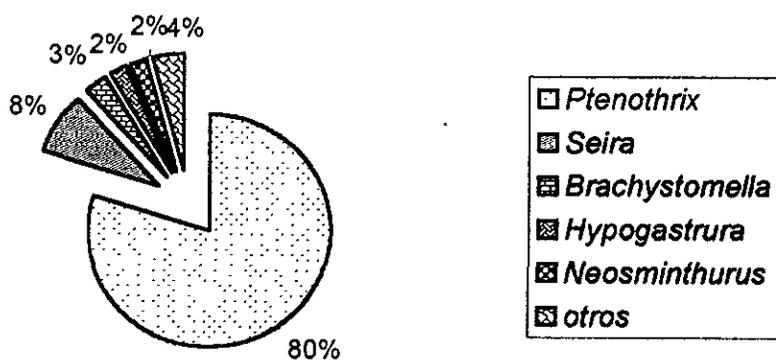


Figura 23. Porcentaje de géneros capturados con carpotrampa.

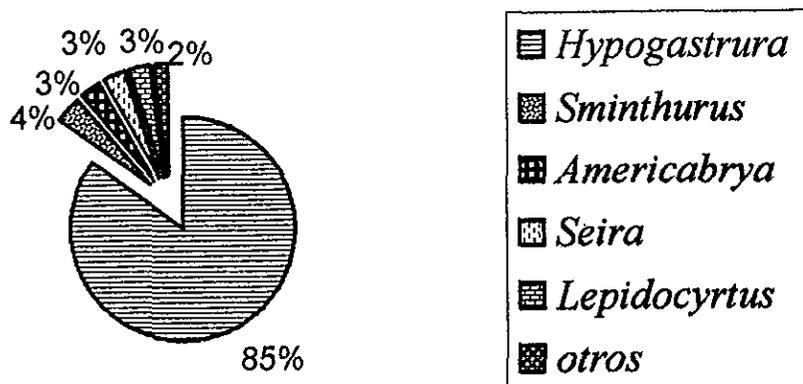


Figura 24. Porcentaje de géneros capturados con coprotrampa.

Por otro lado, el total de individuos para las muestras de suelo fue de 276 (tabla 1) con una diversidad de 11 géneros y *Cryptopygus* con el mayor porcentaje de ejemplares 82 % (figura 25).

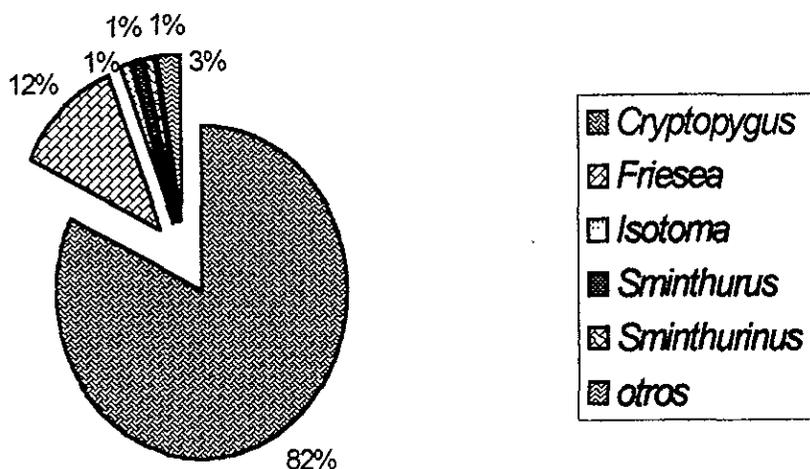


Figura 25. Porcentaje de géneros de las muestras de suelo.

En lo que concierne a los tipos de vegetación, en la zona de pastizal se obtuvieron 1884 colémbolos lo que equivale al mayor porcentaje con 58.47 % y una diversidad de 15 géneros (tabla 2, figura 26) el género *Sminthurinus* es el que predomina en esta zona con 55% (figura 27).

Tabla 2. Distribución de colémbolos por tipo de vegetación.

GENEROS	PASTIZAL	B. ENCINO	M. XEROFILO	TOTAL
<i>Hypogastrura</i>	3	396	35	434
<i>Ceratophysella</i>	9	1	4	14
<i>Xenylla</i>	-	-	1	1
<i>Friesea</i>	12	22	2	36
<i>Pseudachorutes</i>	5	4	2	11
<i>Brachystomella</i>	2	3	-	5
<i>Entomobrya</i>	53	22	19	94
<i>Americabrya</i>	10	22	21	53
<i>Seira</i>	72	62	66	200
<i>Lepidocyrtus</i>	101	55	117	273
<i>Cryptopygus</i>	151	57	23	231
<i>Isotoma</i>	5	-	2	7
<i>Ptenothrix</i>	21	101	89	211
<i>Sminthurus</i>	405	155	21	581
<i>Neosminthurus</i>	6	2	2	10
<i>Sminthurinus</i>	1029	10	22	1061
<b>TOTAL</b>	<b>1884</b>	<b>912</b>	<b>426</b>	<b>3222</b>

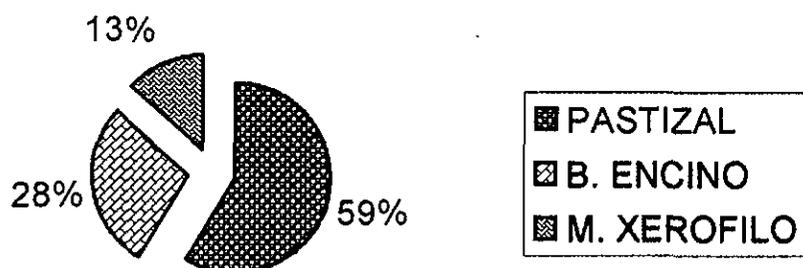


Figura 26. Porcentaje de organismos por tipo de vegetación.

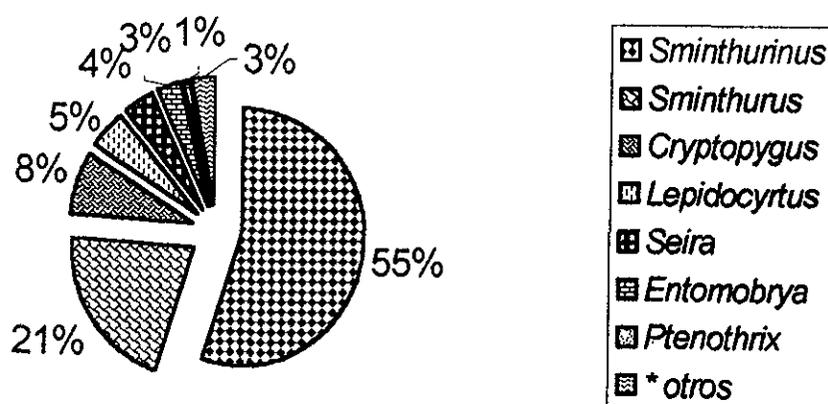


Figura 27. Porcentaje de géneros en la zona de pastizal (\* *Hypogastrura*, *Ceratophysella*, *Friesea*, *Pseudachorutes*, *Brachystomella*, *Amerycabrya*, *Isotoma*, *Neosminthurus*).

El segundo lugar en abundancia se da en el bosque de encino con 912 organismos para un 28.30 % y una menor diversidad con 14 géneros, el género con mayor porcentaje fue *Hypogastrura* con 43 % (figura 28).

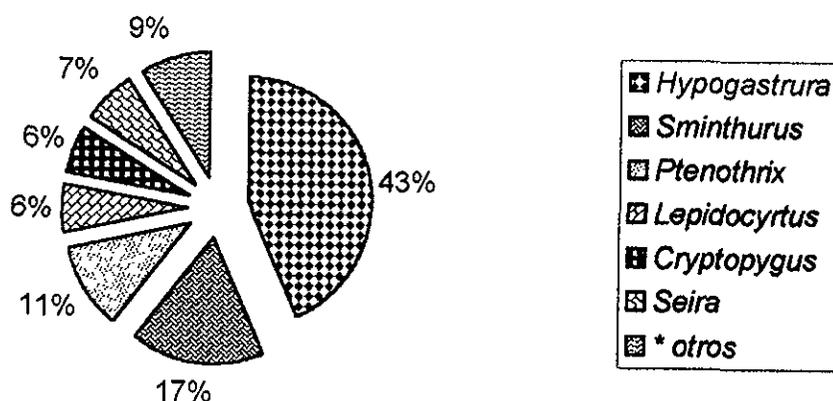


Figura 28. Porcentaje de géneros en la zona de bosque de encino (\* *Ceratophysella*, *Pseudachorutes*, *Friesea*, *Brachystomella*, *Entomobrya*, *Neosminthurus*, *Sminthurinus*).

Por último en el matorral xerófilo se recolectaron 426 ejemplares lo que equivale al 13.22 % (tabla 2, figura 26) al igual que en el pastizal la diversidad encontrada fue de 15 géneros, en el matorral el género *Lepidocyrtus* presenta el porcentaje más alto con 27% (figura 29).

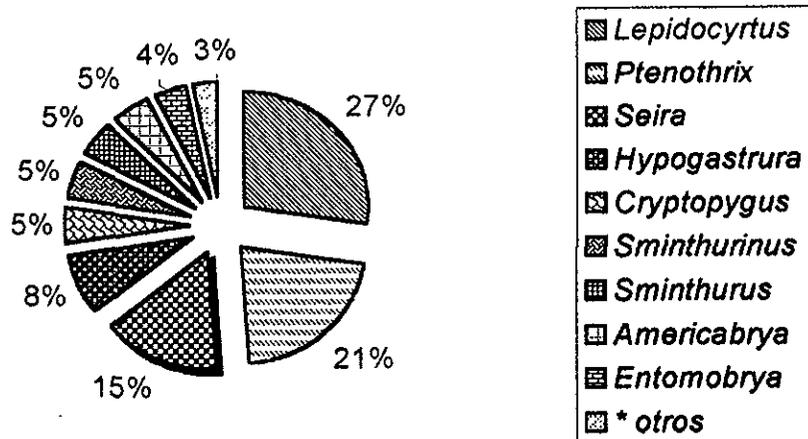


Figura 29. Porcentaje de géneros en el matorral xerófilo (\* *Hypogastrura*, *Ceratophysella*, *Friesea*, *Xenylla*, *Pseudachorutes*, *Isotoma*, *Neosminthurus*).

En cuanto a la distribución mensual de los colémbolos, considerando los tres tipos de muestreo se tiene que la mayor abundancia se da en julio con 958 organismos y la menor en el mes de mayo con 22 individuos (figura 30). Por estacionalidad se obtiene que durante el verano (junio a agosto) existe la mayor abundancia con 2114 colémbolos, otoño (septiembre a noviembre) 871 ejemplares, invierno (diciembre a febrero) 138 individuos y por último la primavera (marzo a mayo) 99 colémbolos (tabla 3).

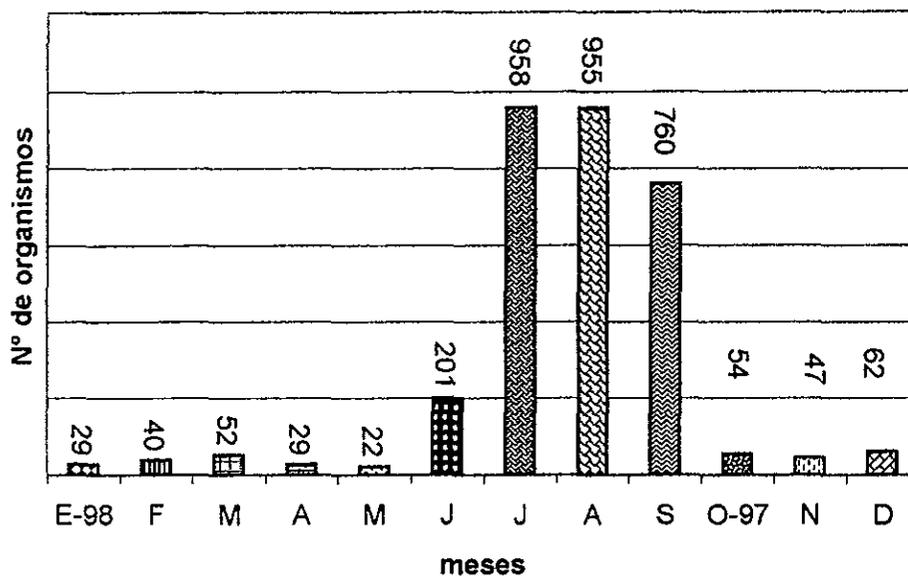


Figura 30. Número total de colémbolos por mes considerando las trampas NTP-80, pitfall y suelo.

Tabla 3. Número de organismos por estación del año.

ESTACION	N° DE ORGANISMOS
VERANO	2114
OTOÑO	871
INVIERNO	138
PRIMAVERA	99

## ANALISIS

---

De las diferentes técnicas empleadas durante el presente estudio, con la NTP-80 se obtuvo el mayor número de organismos (Tabla 1), aunque obviamente esta mayor abundancia no se puede comparar con lo obtenido en las muestras de suelo puesto que con estas últimas no se cumplió el ciclo anual. Cabe resaltar que por medio de la técnica de NTP-80 se pueden recolectar colémbolos de hábitos epiedáficos y hemiedáficos (Terrón y Palacios-Vargas, 1991; Palacios-Vargas y Mejía, 1999) ya que caen organismos que preferentemente viven y transitan sobre la cubierta vegetal y superficie del suelo y no son atraídos por el cebo. De acuerdo a Christiansen (1992) de las pocas especies necrófagas que existen se tiene el registro de *Proisotoma grandficeps*.

En Omeyocan la familia Katiannidae (*Sminthurinus*) es la más abundante en la NTP-80 con 39 % (figura 22) ya que preferentemente estos organismos denotan actividad hemiedáfica (Christiansen, 1964) en comparación con lo obtenido por Terrón y Palacios-Vargas (1991) y Díaz (1999) quienes reportan como dominante a la familia Hypogastruridae con un 70 % y 81 % respectivamente; mientras que en el trabajo de Palacios-Vargas y Mejía (1999) aparece como más abundante la familia Entomobryidae con 53 %.

Para el caso de las pitfall, en la coprotrampa se obtuvo mayor abundancia de colémbolos y menor diversidad de géneros (tabla 1), en comparación con la carpotrampa donde hubo menor cantidad de organismos y una mayor diversidad de géneros (tabla 1). Cabe mencionar que con este tipo de trampa se colectan preferentemente colémbolos que se desplazan por el epiedafón (superficie del suelo) (Joosse, 1965; Morón y Terrón, 1988). La

familia Dicyrtomidae (*Ptenothrix*) fue la más abundante para la carpotrampa con un porcentaje del 80 % (figura 23) mientras que la familia Hypogastruridae (*Hypogastrura*) lo fue en la coprotrampa con 85 % (figura 24) el que se presente esta abundancia y diversidad de géneros no necesariamente indica que hayan sido atraídos por el cebo, generalmente para las trampas tipo pitfall no se utiliza ningún tipo de atrayente, por tal motivo se podría sugerir en trabajos futuros continuar con este tipo de técnica empleada durante el presente estudio, para confirmar si en realidad los colémbolos son o no atraídos por el tipo de cebo (excremento humano, plátano) ya que esta fue una modificación de lo establecido por Joosse (1965) y Morón y Terrón (1988) quienes indican que solamente se le agregue o no ácido acético glacial y etanol al 80%; de las pocas especies encontradas sobre frutos en descomposición se tiene el registro de *Hypogastrura matura* e *Isotoma viridis* esta última encontrada sobre plátano (Palacios-Vargas, 1997). Los géneros *Hypogastrura*, *Pseudachorutes*, *Americabrya*, *Seira*, *Lepidocyrtus*, *Ptenothrix* y *Sminthurus* (Tabla 1) son los únicos que se presentan tanto en la carpotrampa como en coprotrampa y a su vez también estuvieron presentes en la NTP-80, lo cual denota una gran actividad epiedáfica y hemiedáfica dada su presencia en estos tipos de trampa.

Para realizar un análisis más completo y detallado del comportamiento general de los colémbolos (diversidad, abundancia) para el caso de las muestras de suelo, se necesita completar el ciclo anual como con la NTP-80 y pitfall; sin embargo los resultados obtenidos de estas muestras permiten complementar este estudio y hacer comparaciones con los organismos capturados con las trampas.

La familia mejor representada en las muestras de suelo es Isotomidae (*Cryptopygus* 82%) (figura 25) seguido por la familia Neanuridae (*Friesea* 12%) mientras que las

familias Hypogastruridae (*Ceratophysella*, *Xenylla*) Brachystomellidae (*Brachystomella*) Entomobryidae (*Lepidocyrtus*) presentan porcentajes por debajo del 1 %. En suelo se obtuvo una mayor abundancia y diversidad de géneros en comparación con las pitfall (Tabla 1), esto debido a que, además de la fauna epiedáfica, se obtiene fauna hemiedáfica y euedáfica.

Los géneros más abundantes son *Cryptopygus* y *Friesea* (Tabla 1), en comparación a lo encontrado en las trampas en donde son escasos (NTP-80) o no se presentaron (pitfall), por estos factores pueden considerarse colémbolos euedáficos o también denominados organismos del suelo verdadero (Christiansen, 1964). El género *Xenylla* se destaca por encontrarse nada más en las muestras de suelo y con un solo organismo (Tabla 1); se le considera euedáfico por sus características morfológicas, tales como la reducción del número de ocelos, furcula y antenas; relacionando estos factores y corroborando con Christiansen (op. cit.) *Xenylla* posiblemente se distribuyó en las capas más profundas del suelo, las cuales no fueron muestreadas.

## A. DISTRIBUCION DE COLEMBOLOS POR TIPO DE VEGETACION

### PASTIZAL:

A pesar de que los resultados obtenidos indican que el porcentaje de materia orgánica para el pastizal es muy pobre, de 0.62 % M.O. (Apéndice B) (Aguilera, 1989), no fue un factor limitante para que existiera la mayor abundancia de colémbolos en esta zona. En otro estudio en un bosque tropical del Noreste de México, Villalobos (1990) observó que la materia orgánica del 9 % tampoco fue un factor limitante para la abundancia y distribución; sin embargo se ha comprobado que la cantidad y calidad de materia orgánica presente en los suelos afecta la densidad de colémbolos por que dependen de esta y puede decirse que con frecuencia hay una correlación positiva (Rapoport, 1968). Posiblemente para el caso del pastizal de “Omeyocan” pueden existir otros factores que elevan la cantidad de colémbolos, como la presencia del arroyo San Javier que debido a la cercanía con el pastizal proporciona mayor humedad a esta zona, de manera que influye en la distribución de los colémbolos (Vegter *et al.*, 1988); se sabe que bajo niveles ideales y estables de humedad y temperatura la presencia de colémbolos es mayor reflejándose así una notoria preferencia por este habitat (Hopkin, 1997).

La mayor abundancia de colémbolos dentro del pastizal puede deberse también a la textura del suelo; al ser de tipo franco (Apéndice B) posibilita su movimiento más fácilmente, además de que esta característica edáfica se aproxima a la ideal para una comunidad de colémbolos (Villalobos, 1990). Al existir este tipo de suelo, estos organismos tienen la capacidad de migrar con mayor facilidad desde sus capas más profundas hacia la hojarasca o superficie del mismo o viceversa, esto ante la necesidad de buscar

microclimas óptimos, cantidad y calidad de alimento, porosidad del suelo, entre otros aspectos lo que se refleja en su abundancia (Hopkin, 1997).

De los géneros encontrados en el pastizal destaca *Sminthurinus* (Tabla 2 y figura 27) mostrando un claro predominio sobre los demás, seguido de *Sminthurus* que tiene el segundo lugar en abundancia; estos organismos denotan una actividad epígea dada la presencia de ambos tanto en la trampa pitfall como en la NTP-80 (Tabla 1) (Joose, 1965; Palacios-Vargas y Mejía, 1999). Christiansen (1964) ha citado como formas epiedáficas a aquellos organismos que se encuentran sobre plantas en desarrollo o superficie del suelo. El pastizal a pesar de presentar un estrato arbustivo poco profuso posiblemente favorece que aparezcan colémbolos con este tipo de actividad pudiendo ser una causa de la abundancia de estos géneros.

De la familia Isotomidae cabe señalar al género *Cryptopygus* que ocupa el tercer lugar en abundancia después de *Sminthurinus* y *Sminthurus*, y el cual domina en las muestras de suelo (Tabla 1), posiblemente por ser una zona más abierta el pastizal y expuesta a los rayos del sol, estos organismos encuentran mejores condiciones en el suelo mineral para su establecimiento; tal y como lo menciona Hopkin (1997) dentro de las familias de colémbolos, la familia Isotomidae es de las más abundantes y frecuentes en muestras de suelo, además es reportada como familia euedáfica (Christiansen y Bellinger, 1980).

Los miembros de la familia Entomobryidae (*Entomobrya*, *Americabrya* Seira y *Lepidocyrtus* con 236 organismos) tienden a ser más agregados o a formar colonias numerosas (Vegter, *et al.*, 1988) por lo que podría ser una causa de su mayor porcentaje

(Tabla 2) en comparación con los miembros de la familia Isotomidae (*Cryptopygus* e *Isotoma* con 156 individuos).

Por otro lado, la menor abundancia de organismos en el pastizal se presenta en los representantes de las familias Hypogastruridae, Neanuridae, Brachystomellidae y Dicyrtomidae, adaptándose mejor a las condiciones del bosque de encino o el matorral xerófilo, como se analiza más adelante.

#### BOSQUE DE ENCINO:

En teoría en el bosque de encino debería de existir un mayor número de colémbolos (tabla 2) que en el pastizal, ya que los resultados obtenidos de materia orgánica para el encinar con 9.4% (Apéndice B) es rico como lo menciona Aguilera (1989), y que además de esto la textura del suelo es de tipo arcilla-arenosa, sin embargo las condiciones de perturbación en el encinar pudieron afectar a las poblaciones de colémbolos; como en el estudio de Palacios-Vargas y Mejía (1999) quienes reportan la mayor abundancia de colémbolos en un bosque mesófilo, mientras que en el bosque de pino y cultivo temporal se da una menor abundancia debido a que tienen las condiciones más alteradas.

El género *Hypogastrura* es el de mayor porcentaje en el bosque de encino con 43 % (Tabla 2, figura 28) la hojarasca existente en esta zona pudo ser una condición ideal para su desarrollo por lo que se le considera un organismo con actividad hemiedáfica (organismos que habitan en hojarasca, humus, musgos, etc.); Christiansen (1964) y Villalobos (1989) mencionan que el suborden de colémbolos que es considerado tanto hemiedáfico y euedáfico es Poduromorpha, al cual pertenece *Hypogastrura* y que esta clasificación ecológica define las formas de vida que pueden ser consideradas bioindicadoras de perturbación, siendo estas las formas hemiedáficas y euedáficas.

Los géneros *Sminthurus* y *Ptenothrix* en ese orden, siguen como los de mayor abundancia en el encinar con 16 % y 11 %, esto debido a que durante cierta época del año existe gran desarrollo de plantas y arbustos creando las condiciones necesarias para estos organismos dentro del bosque de encino, denotando así una gran actividad epígea (Christiansen, 1964).

Los géneros *Cryptopygus* y *Friesea* aunque presentan una baja abundancia, 6 % y 2 % respectivamente y los cuales dominan en las muestras de suelo (Tabla 1) pueden estar actuando en la regeneración de los suelos de “Omeyocan” (Dindal, Metz, Cornaby, en: Morón, 1985) y en específico del encinar, ya que en general los tipos de suelo existentes en la zona de estudio son de índole ácido y fácilmente erosionables (I.N.E.G.I., 1987).

El que se presente la mayor cantidad de organismos tanto del Suborden Poduromorpha (*Hypogastrura*, *Ceratophysella*, *Friesea*, *Pseudachorutes* y *Brachystomella*) como del Suborden Entomobryomorpha (*Entomobrya*, *Americabrya*, *Seira* y *Lepidocyrtus*) con un total de 587 ejemplares (Tabla 2) puede deberse al efecto negativo que ejerce la perturbación sobre los organismos epígeos del Suborden Sympleona epígeos (*Ptenothrix*, *Sminthurus* y *Neosminthurus*) con un total de 268 individuos, ya que las formas hemiedáficas y euedáficas dentro de las cuales se encuentran los Poduromorpha y Entomobryomorpha son menos sensibles a estos cambios (Luciañez y Simon, 1993).

En términos generales la textura del suelo de tipo arena-arcillosa y el porcentaje de materia orgánica del bosque de encino permiten la presencia de los colémbolos; las características de los suelos arcillosos y arenosos son las de permitir una más rápida infiltración de agua por tener un mayor espacio poroso, además de que tienen una mejor capacidad de retención de agua debido a su mayor área superficial, por lo que las

poblaciones de colémbolos parecen estar determinadas por el contenido hídrico del suelo posiblemente esta condición aparece en esta zona lo cual se refleja en su abundancia (Ortiz y Ortiz, 1980; Burges y Raw 1971).

#### MATORRAL XEROFILO:

En lo que respecta al matorral xerófilo este presenta la menor cantidad de colémbolos recolectados con 426 individuos y 15 géneros (Tabla 2); en esta zona es muy común la quema del pasto y el establecimiento del ganado, por lo que los colémbolos están muy expuestos a la radiación solar y a otros factores ambientales. A tal respecto, Rapoport (1968) indica que el riego y el excesivo pisoteo por el ganado en campos de pastoreo conducen, según el clima y el lugar, a una disminución de la densidad de la fauna y también a una mayor uniformidad; en conjunto con el fuego, que afecta mayormente al epi- y hemiedafon. Por tales fenómenos puede explicarse la baja abundancia de colémbolos, a pesar de que el porcentaje de materia orgánica obtenida es de 21 % M.O. (Apéndice B) que se considera como extremadamente rico (Aguilera, 1989). Los géneros *Lepidocyrtus*, *Ptenothrix* y *Seira* son de los más abundantes en esta zona con 27 %, 21 % y 15 % respectivamente (figura 29), puesto que la radiación solar juega un papel importante en el matorral xerófilo haciendo que las condiciones sean más secas, estos organismos se caracterizan por tener escamas y densos pelos en sus cuerpos, estas estructuras les permite retardar la pérdida de agua y así permanecer activos bajo condiciones de sequía (Christiansen, 1992).

Por último, se tiene que el único ejemplar del género *Xenylla* se presentó en esta zona, por los pocos meses que se tomaron muestras de suelo se ve reflejada la escases del género.

## B. DISTRIBUCION MENSUAL DE COLEMBOLOS

En cuanto al número total de colémbolos por mes considerando primordialmente a las trampas NTP-80 y pitfall se tiene que durante los meses de julio, agosto y septiembre principalmente se da el mayor número de organismos (figura 30); en estos meses se establecen las lluvias en la zona de “Omeyocan”, por lo que se podría considerar que la alta abundancia de colémbolos existentes sea debida a las condiciones de humedad, factor importante en la composición comunitaria y en la dinámica de poblaciones de la mayoría de los grupos del suelo y de los artrópodos de la hojarasca, como los colémbolos y ácaros (Vegter, *et al.*, 1988).

De manera similar a lo encontrado en “Omeyocan” en cuanto a abundancia por estaciones del año, Kovac (1994) demostró que la mayor presencia de colémbolos en agroecosistemas del Este de Eslovaquia es en verano y otoño y la menor se da en invierno.

En lo que respecta a la distribución de colémbolos por mes con trampa pitfall se abarcaron seis meses sin haber capturado organismos y cuatro con valores muy bajos (enero, febrero y abril del 98 y diciembre del 97) (Tabla 4), por lo cual se decidió no tomar en cuenta a los organismos capturados con este tipo de trampa para el análisis estadístico.

Entre los meses de octubre de 1997 a junio de 1998 solo se capturaron 21 colémbolos en las pitfall, la cual podría considerarse como la época seca o desfavorable, mientras que en la época de lluvias (julio a septiembre) se obtuvo un número mayor con 250 individuos.

Los resultados de abundancia del presente estudio para las dos épocas son semejantes a los de Franco (1999) quien también utilizó trampas pitfall en un bosque de oyamel-encino

en el Parque Nacional “El Chico”, Hidalgo; él reporta también una baja abundancia de colémbolos durante la época seca, con sólo dos individuos capturados y una mayor abundancia en la época de lluvias con 1760 colémbolos.

Tabla 4. Distribución de colémbolos por mes con trampa pitfall.

GENERO	O-97	N-97	D-97	E-98	F	M	A	M	J	J	A	S	TOTAL
<i>Hypogastrura</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	-	4	146	-	152
<i>Pseudachorutes</i>	-	-		-	-	-	-	-	-	1	1	-	2
<i>Brachystomella</i>	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Americabrya</i>	-	-		2	5	-	-	-	-	-	-	-	7
<i>Seira</i>	-	-	6	-	1	-	1	-	-	1	4	-	13
<i>Lepidocyrtus</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-		5	-	6
<i>Ptenothrix</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	1	-	76
<i>Sminthurus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	1	-	9
<i>Neosminthurus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		-	2
<i>Sminthurinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-		1	-	1
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>91</b>	<b>159</b>	<b>0</b>	<b>271</b>

En Omeyocan los representantes de las familias Neanuridae (*Pseudachorutes*) Entomobryidae (*Seira* y *Lepidocyrtus*) Dicyrtomidae (*Ptenothrix*) Sminthuridae (*Sminthurus* y *Neosminthurus*) y Katiannidae (*Sminthurinus*) solo se presentaron durante la época de lluvias (julio y agosto) (Tabla 4), similar a lo encontrado por Franco (1999) mencionando para su estudio que todos los Symphypleona (Sminthuridae, Arrhopalitidae, Bourletiellidae, Katiannidae y Dicyrtomidae) se hallaron solamente en la época de lluvias, con una actividad epígea notable dado la presencia de todas estas familias en las trampas pitfall.

Por otro lado, la distribución de colémbolos del suelo en los meses muestreados, no permite llevar a cabo un análisis más detallado de lo que sucede a lo largo del ciclo anual.

Tabla 5. Distribución de colémbolos del suelo por mes

GENERO	Jun-98	Ago-98	Sep-98	TOTAL
<i>Xenylla</i>	1	-	-	1
<i>Pseudachorutes</i>	2	-	-	2
<i>Brachystomella</i>	-	1	-	1
<i>Friesea</i>	30	3	-	33
<i>Ceratophysella</i>	-	1	-	1
<i>Lepidocyrtus</i>	1	-	-	1
<i>Cryptopygus</i>	99	119	9	227
<i>Isotoma</i>	-	-	3	3
<i>Sminthurus</i>	2	1	-	3
<i>Neosminthurus</i>	-	-	1	1
<i>Sminthurinus</i>	2	1	2	3
<b>TOTAL</b>	<b>135</b>	<b>126</b>	<b>15</b>	<b>276</b>

Por último, en la distribución mensual de colémbolos con la NTP-80 (Tabla 6) se observa que los géneros *Entomobrya* y *Seira* son los únicos constantes durante todos los meses y *Lepidocyrtus*, a excepción del mes de junio, también se encontró a lo largo del año.

Esta distribución presupone que dichos organismos tienen la capacidad de soportar una lluvia intensa y sequías, lo mismo que una temperatura muy alta o baja. Durante el mes de noviembre se perdieron las trampas quizá por la curiosidad de la gente que habita en los alrededores o de algún animal en la zona de matorral xerófilo por lo que la cantidad de organismos se hubiera podido incrementar.

La mayor abundancia que se presenta en "Omeyocan" a lo largo del ciclo anual con NTP-80 es durante el verano (junio, julio y agosto) con 1,603, seguido del otoño (septiembre, octubre y noviembre) con 856 individuos, después el invierno con 118 y por último la primavera con 98 colémbolos. En términos generales la abundancia poblacional que se presenta con los colémbolos en "Omeyocan" durante el verano concuerda con lo establecido por Christiansen (1964) en su compilación de varios estudios; indicando que los

máximos poblacionales de los colémbolos se dan en primavera y otoño en Europa central y parte de los Estados Unidos, mientras que los máximos niveles aparecen en verano e invierno en Inglaterra y otras regiones de Norteamérica, donde se incluye a México.

Tabla 6. Distribución de colémbolos por mes con trampa NTP-80.

GENEROS	O-97	N-97	D-97	E-98	F	M	A	M	J	J	A	S	TOTAL
<i>Hypogastrura</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5	275	282
<i>Ceratophysella</i>	2	-	2	1	-	-	-	-	-	1	4	3	13
<i>Pseudachorutes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	3	7
<i>Friesea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3
<i>Brachystomella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
<i>Entomobrya</i>	11	11	9	1	3	1	1	4	1	6	16	30	94
<i>Americabrya</i>	12	5	2	3	11	10	1	1	1	-	-	-	46
<i>Seira</i>	10	13	9	7	15	20	19	2	5	18	13	36	187
<i>Lepidocyrtus</i>	5	11	24	19	3	19	4	3	-	37	36	105	266
<i>Cryptopygus</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	2	-	4
<i>Isotoma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	4
<i>Ptenothrix</i>	3	-	-	-	-	-	-	-	-	60	11	61	135
<i>Sminthurus</i>	4	13	3	-	2	-	-	2	48	182	102	212	569
<i>Neosminthurus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	5	7
<i>Sminthurinus</i>	7	4	-	3	-	-	-	-	-	555	474	14	1057
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>57</b>	<b>50</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>51</b>	<b>25</b>	<b>22</b>	<b>66</b>	<b>867</b>	<b>670</b>	<b>745</b>	<b>2675</b>

Comparando estos resultados con lo obtenido por otros autores quienes utilizan la misma técnica con necrotrampas se tiene que en "La Michilia", Durango, hay una notable abundancia en el verano con 2,249 colémbolos, no así para el otoño donde se presenta la menor abundancia con 71 colémbolos (Terrón y Palacios-Vargas, 1991). En Huitepec, Chiapas, ocurre lo contrario; ya que en la primavera se da el mayor índice de colémbolos con 4,217 en los tres tipos de vegetación encinar, nubliselva y pastizal (Díaz, 1999). Por otra parte en Tlayacapan, Morelos la abundancia de los colémbolos en relación a la época húmeda y seca, tuvo un efecto significativo debido a que en el período seco hubo una

marcada disminución de los colémbolos, lo cual es semejante a lo reportado para “Omeyocan” en invierno y primavera (Palacios-Vargas y Mejía, 1999).

### C. INDICE DE SIMILITUD

Como se indicó anteriormente, para llevar a cabo el índice de similitud de Sorensen solamente se tomaron en cuenta los resultados obtenidos de las NTP-80, ya que como menciona Covarruvias (1989) los taxa más frecuentes, entre otros factores, permite la aplicación de métodos de análisis estadísticos en la ponderación de los efectos de factores en estudio. A este respecto, cuando hay un elevado número de muestras con cero individuos, no se pueden aplicar los métodos de estadística paramétrica, ya que esto equivale a la uniformización de una clase predominante (cero). Esto último se aplica a los organismos capturados con las trampas pitfall donde se presenta con frecuencia resultados de cero organismos a lo largo del ciclo anual (tabla 4).

Los porcentajes de similitud obtenidos entre cada uno de los tipos de vegetación nos indican que entre el pastizal y el matorral xerófilo existe una mayor similitud, por que entre estas dos zonas obtienen el porcentaje más alto (86.66%) y comparten además el mismo número de géneros (Apéndice C). Por otro lado, comparando entre pastizal y bosque de encino y este último contra matorral xerófilo el porcentaje de similitud entre estas zonas es más bajo, pero la cantidad de géneros comunes compartidos es la misma, por lo que obtienen el mismo porcentaje (Apéndice C). Con lo que se puede determinar que cada uno de los géneros encontrados no tienen una preferencia de habitat específico, sino que se pueden encontrar distribuidos en los tres tipos de vegetación, como resultado del alto grado de perturbación (sobre todo en encinar) existente en “Omeyocan” y a la cercanía que hay

entre las zonas de estudio; dicha cercanía provoca que no exista un área de transición o diferenciación bien definida entre cada tipo de vegetación (Ecotono) por lo que en cada uno podemos encontrar especies del otro, como por ejemplo en matorral xerófilo se puede ver la presencia de varias especies de *Quercus* que son organismos representativos del bosque de encino y a su vez dentro del bosque especies representativas del matorral. Estos factores muy posiblemente hacen que las condiciones en cuanto a diversidad de géneros compartidos sean similares. De los 16 géneros encontrados en “Omeyocan”, 15 se encuentran en pastizal y matorral xerófilo y 14 en bosque de encino. También hay que tomar en cuenta que es a nivel genérico por lo que quizá a nivel específico si podrían existir diferencias marcadas.

## CONCLUSIONES

---

Se obtuvieron un total de 3222 colémbolos que se incluyeron en ocho familias y 16 géneros, de los cuales 2,675 fueron capturados con NTP-80, 94 con carpotrampa, 177 con copotrampa y 276 pertenecen a las muestras de suelo.

De los géneros encontrados en el Centro Ecológico de Formación Omeyocan, el que mayor abundancia presentó fue *Sminthurinus* con 1,061 individuos, le sigue el género *Sminthurus* 581 ejemplares y el tercero en abundancia *Hypogastrura* 434 organismos.

El género *Xenylla* se presenta con un solo organismo, su escasez dentro del ecosistema se considera como rara, para esto es necesario completar el ciclo anual en lo que al suelo se refiere.

Para la zona de pastizal y matorral xerófilo se reportan 15 géneros, mientras que en la de bosque de encino aparecen 14 géneros.

En pastizal se obtiene la mayor abundancia de organismos con 1884 que representan el 58 % del total, siguiéndole el bosque de encino con 912 ejemplares y el 28 % y por último el matorral xerófilo con 426 colémbolos que equivalen al 13 %.

Entre el pastizal y el matorral xerófilo existe una mayor similitud en cuanto a géneros encontrados por obtener un porcentaje más alto con 86 %; mientras que entre pastizal y bosque de encino y este último contra matorral xerófilo el porcentaje de similitud entre estas zonas es más bajo con 62%.

En cuanto a la distribución mensual de los colémbolos, se tiene que la mayor abundancia se presenta en julio con 958 organismos y el menor en el mes de mayo con 22 individuos.

Por estacionalidad se obtiene que durante el verano (junio a agosto) existe la mayor abundancia con 2114 colémbolos, otoño (septiembre a noviembre) con 871 ejemplares, invierno (diciembre a febrero) con 138 individuos y por último la primavera (marzo a mayo) con 99 colémbolos.

El factor humedad influye en la composición comunitaria y en la dinámica de poblaciones de colémbolos, ya que durante el verano cuando se establecen las lluvias en “Omeyocan” los niveles de humedad pudieron ser los ideales, por lo que se obtuvo la mayor cantidad de organismos durante esta estación.

LITERATURA CITADA

---

- Aguilera, H.N.** 1989. Tratado de Edafología. Facultad de Ciencias. UNAM., México, D.F. pp.94-95
- Borror, J.D., Ch. A. Triplehorn and N.F. Johnson.** 1989. An introduction to the study of insects. College Publishing, Harcourt Brace and Company, Orlando, Florida. pp. 751-752
- Bouyoucos, G.** 1962. Hydrometer method improved for making perticle size analysis of soil. Agron. J. **54**: 464-465
- Bracho-Linares, R.** 1985. Estudio florístico de la parte inferior de la Sierra de Monte Alto, en el Valle de México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 94 pp.
- Burges, A. y F. Raw.** 1971. Biología del suelo. Ed. Omega. Barcelona, España. 596 pp.
- Covarrubias, R.** 1989. Datos sobre fauna de microartropodos, en un ciclo anual en diferentes substratos de un bosque de *Nothofagus pumilio*. Acta Ent. Chilena. **15**: 131-142
- Cuellar, J.L.** 1998. Contribución al conocimiento de los Sminthuridae (Collembola: Symphyleona de México). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 82 pp.
- Christiansen, K.A.** 1964. Bionomics of Collembola. Ann. Rev. Entomol. **9**: 147-178
- Christiansen, K.A.** 1990. Soil Biology Guide. Ed. Daniel L. Dindal. pp. 965-995
- Christiansen, K.A.** 1992. Springtails. The Kansas School Naturalist. **39** (1): 16 pp.
- Christiansen, K. A. y P.F. Bellinger.** 1980. The Collembola of North America North of Rio Grande. A taxonomic analysis. Grinnell College, Iowa, U.S.A. **1-4**: 1-1322
- Díaz, G.M.** 1999. Variación estacional de los collembola (Arthropoda: Hexapoda) de necrotrampas del cerro de Huitepec, San Cristobal de las Casas, Chiapas, México. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM. 63 pp.

- Dirzo, R. y P.H. Raven.** 1994. Un inventario biológico para México. *Soc. Bot. de México*. 55: 29-34
- Franco, F.** 1999. Distribución temporal y espacial de collembola edáficos en el Parque Nacional "El Chico", Hidalgo. *Memorias del XXXIV Congreso Nacional de Entomología*. Aguascalientes, Ags. pp. 663-667.
- García, E.** 1980. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. México D.F. 3ra Ed. pp.133-143
- Hopkin, S.P.** 1997. *Biology of the springtails (Insecta: Collembola)*. Oxford Univ. Press, G.B. 330 pp.
- I.N.E.G.I.** 1987. Síntesis geográfica, Nomenclator y Anexo Cartográfico del Estado de México, México. 222 pp.
- Joosse, E.N.** 1965. Pitfall-trapping as method for studying surface dwelling Collembola. *Z. Morph. U. Okol. Tiere*. Bd. 55, Heft 5: 587-596
- Jordana, R. y J.I. Arbea.** 1989. Clave de identificación de los géneros de colémbolos de España (Insecta: Collembola). *Publ. de Biol. de la Univ. de Navarra. Serie Zoológica*. 19: 1-16
- Kováč, L.** 1994. Effects of soil type on collembolan communities in agroecosystems. *Acta Zool. Fenica*. 195: 89-93
- Luciáñez, M.J. y J.C. Simón-Benito.** 1993. Estudio de la dinámica estacional de las poblaciones de colémbolos de suelos de Ranas en la provincia de Guadalajara. *La rana en España y Portugal*: pp.343-351
- Margalef, R.** 1989. *Ecología*. Omega. Barcelona, España. 407 pp.

- Mendoza, A., D. Muñoz y F. López.** Manual de practicas de edafología. E.N.E.P. Iztacala. 82 pp. en prensa.
- Morón, M.A. y R. Terrón.** 1984. Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la Sierra del Norte de Hidalgo. Acta Zool. Mex., **5 (3):**1-47
- Morón, M.A.** 1985. Los insectos degradadores, un factor poco estudiado en los bosques de México. Folia Entomológica Mexicana. **65:** 131-137
- Morón, M.A. y R. Terrón.** 1988. Entomología práctica. Instituto de Ecología, México, D.F. pp.43,68
- Narro, F. E.** 1994. Física de suelos. Con enfoque agrícola. Trillas, México, D.F., pp.10-13 p.
- Ortiz, B. y A.S. Ortiz.** 1980. Edafología. Chapingo, México. 176 pp.
- Palacios-Vargas, J.G.** 1978. Collembola (Ins.: Apter.) asociados a Tillandsia (Monoc.: Brom.) en el derrame del Chichinautzin, Mor. Su variación estacional y su seriación altitudinal. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 170 pp..
- Palacios-Vargas, J.G.** 1990 a. Nuevos Collembola del Estado de Chihuahua, México. Folia Entomológica Mexicana. **79:** 5-32
- Palacios-Vargas, J.G.** 1990 b. Diagnósis y clave para determinar las familias de los Collembola de la Región Neotropical. Manuales y guías para el Estudio de Microartrópodos. Depto de Biología. Facultad de Ciencias. UNAM. 15 pp.
- Palacios-Vargas, J.G.** 1991. Introducción a los insectos sin alas. Manuales y guías para el Estudio de Microartrópodos II. Depto. de Biología. Facultad de Ciencias. UNAM. pp. 6,7
- Palacios-Vargas, J.G.** 1997. Catálogo de los Collembola de México. Fac. de Ciencias. UNAM. México. 102 pp.

- Palacios-Vargas, J.G. y J.A. Gómez-Anaya.** 1993. Los collembola (Hexapoda: Apterygota) de Chamela, Jalisco, México (Distribución ecológica y claves). *Folia Entomológica Mexicana*. **89**: 1-34
- Palacios-Vargas, J.G. y B.E. Mejía-Recamier.** 1999. Diversidad, abundancia y variación estacional de los colémbolos de necrotrampas. *Memorias del XXXIV Congreso Nacional de Entomología*. Aguascalientes, Ags. pp. 678,679
- Palacios-Vargas, J.G. y J. Najt.** 1986 . Collembola de las Reservas de la Biosfera Mexicana (I) . Neanurinae. *Folia Entomológica Mexicana*. **68**: 5-27
- Ponge, J.F.** 1983. Les collemboles, indicateurs du type d'humus dans en milieu forestier. Resultats obtenus au sud de París. *Acta Oecologica. Ecol. Gener.* **4 (4)**: 359-374
- Rapoport, E.H.** 1959. Algunos aspectos de la biología de suelos. *Ext. Cult. Univ. Sur Bahía Blanca*. 1-23 pp.
- Rapoport, E.H.** 1968. La fauna edáfica y sus aplicaciones en la caracterización de suelos. In: *Progressos em Biodinamica e Productividade do solo*. II Cong. Lat. Amer. Biologia do solo. Sta. Maria, Brasil. pp. 155-169
- Rzedowski.** 1964. Flora fanerogámica del Valle de México. Ed. Continental, México D.F. **1**: 47-54
- S.P.P.** 1977. Carta topográfica E-14 A-29. Cuautitlán, México y Distrito Federal. Coordinación general de los servicios nacionales de estadística, geografía e informática. Esc: 1: 50 000
- S.P.P.** 1979. Carta uso de suelo E-14 A-29. Cuautitlán, México y Distrito Federal. Coordinación general de los servicios nacionales de estadística, geografía e informática. Esc. 1: 50 000

- S.P.P. 1982. Carta edafologica E-14 A-29. Cuautitlan, México y Distrito Federal. Coordinación general de los servicios nacionales de estadística, geografía e informática. Esc. 1: 50 000
- Tejero, D.M., T.C. Chavez y M.E. Heres. 1993. Programa para el manejo integral del Centro Ecológico de Formación Omeyocan. Documento interno del Centro Ecológico de Formación Omeyocan. 199 pp.
- Terrón, R.A. y J.G. Palacios-Vargas. 1991. Colémbolos atraídos a necrótrampas NTP-80 en la Reserva de la Biosfera " La Michilía ", Durango, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 81: 337-339
- Vegter, J., E.N. Joosse y G. Ernsting. 1988. Community structure, distribution and population dynamics of Entomobryidae (Collembola). *Journal of Animal Ecology*. 57: 971-981.
- Villalobos, J.F. 1989. Los colémbolos Poduromorpha (Apterygota: Insecta) y la sucesión secundaria del Bosque Mesófilo de Montaña. *Biotam*, UAT Tamaulipas, México. 1: 42-52
- Villalobos, J.F. 1990. Estudio preliminar sobre la abundancia y diversidad de los Collembola (Apterygota) de un Bosque Tropical del Noreste de México. *Folia Entomológica Mexicana*. 80: 5-29
- Walkley, A.C. y I. Black. 1947. An examination of the detjareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci*. 37: 29-38

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## APENDICE A.

## Técnica para montaje de colémbolos.

- a) Aclarar el colémbolo en una solución fría de potasa (KOH) al 10 % hasta observar que el organismo se torne de color rojizo, principalmente los ojos y las antenas.
- b) Sumergir el organismo en lactofenol (50 % ácido fénico y 50 % ácido láctico) hasta que se aclare (si es necesario se repite toda la operación).
- c) Colocar al colémbolo en posición dorsal sobre un porta-objetos en una gota de líquido de Hoyer; compuesto de 30 g. de goma arábiga cristalizada diluida en 500 ml de agua destilada, a lo cual se añaden 200 g. de hidrato de cloral y 20 g. de glicerina neutra bidestilada. Posteriormente se coloca un cubreobjetos pequeño sobre el organismo. Se dejan secar en un horno a una temperatura de 50° C, durante una semana. Una vez secos los bordes de la preparación se sellaron con barniz de uñas incoloro.

APENDICE B.

Resultados de los parámetros del suelo.

TEXTURA.

$$\rightarrow \% \text{ de limos} + \% \text{ de arcillas} = \frac{\text{primera lectura (densidad)} \times 100}{\text{g. de suelo}}$$

$$\frac{26.4 \times 100}{50} = 52.8 \% \text{ de limos} + \% \text{ de arcillas} \quad \boxed{\text{Bosque de Encino}}$$

$$\frac{25.4 \times 100}{50} = 50.8 \% \text{ de limos} + \% \text{ de arcillas} \quad \boxed{\text{Matorral xerófilo}}$$

$$\frac{29.4 \times 100}{50} = 58.8 \% \text{ de limos} + \% \text{ de arcillas} \quad \boxed{\text{Pastizal}}$$

$$\rightarrow \% \text{ de arenas} = 100 - (\% \text{ de limos} + \% \text{ de arcillas})$$

$$100 - (52.8 \%) = 47.2 \% \text{ de arenas} \quad \boxed{\text{Bosque de Encino}}$$

$$100 - (50.8 \%) = 49.2 \% \text{ de arenas} \quad \boxed{\text{Matorral xerófilo}}$$

$$100 - (58.8 \%) = 41.2 \% \text{ de arenas} \quad \boxed{\text{Pastizal}}$$

$$\rightarrow \% \text{ de arcillas} = \frac{\text{segunda lectura (densidad)} \times 100}{\text{g. de suelo}}$$

$$\frac{20.2 \times 100}{50} = 40.4 \% \text{ de arcilla} \quad \boxed{\text{Bosque de Encino}}$$

$$\frac{8.2 \times 100}{50} = 16.4 \% \text{ de arcilla} \quad \boxed{\text{Matorral xerófilo}}$$

$$\frac{13.2 \times 100}{50} = 26.4 \% \text{ de arcilla} \quad \boxed{\text{Pastizal}}$$

→% de limos= (% de limos + % de arcillas) - % de arcillas

52.8 - 40.4= 12.4 % de limos Bosque de Encino

50.8 - 16.4= 34.4 % de limos Matorral xerófilo

58.8 - 26.4= 32.4 % de limos Pastizal

### TEXTURA POR TIPO DE VEGETACION

Pastizal= Franco

Matorral xerófilo= Franco

Bosque de Encino= Arcilla arenosa

### MATERIA ORGANICA

Materia orgánica (%)=  $\frac{5 - (\text{ml de FeSO}_4 \times N \times \text{F.C.}) \times 0.69}{\text{g. de muestra}}$

Factor de Corrección

F.C.=  $\frac{10}{\text{ml de FeSO}_4 \text{ gastados en el blanco}}$

ml de FeSO<sub>4</sub> gastados en el blanco

→ Pastizal :

$$\frac{5 - (6.8 \times .5 \times .943) \times 0.69}{.2} = .618 \% \text{ M.O. POBRE}$$

→ Bosque de Encino:

$$\frac{5 - (4.8 \times .5 \times .943) \times 0.69}{.2} = 9.44 \% \text{ RICO}$$

→ Matorral xerófilo:

$$\frac{*10 - (8.3 \times .5 \times .943) \times 0.69}{.2} = 21.00 \% \text{ M.O. EXTREMADAMENTE RICO}$$

\* se le agregaron 5ml mas de dicromato de potasio a la muestra de Matorral xerófilo por el color que presento.

pH

Pastizal= 5.48

Bosque de Encino= 6.11

Matorral xerófilo= 5.74

## APENDICE C.

Coefficiente de similitud de Sorensen.

$$Cs = \frac{2c}{a + b} \times 100$$

donde:

a= Número de géneros presentes en a

b= Número de géneros presentes en b

c= Géneros comunes en a y en b

Número de géneros en Pastizal= 15

Número de géneros en Bosque de Encino= 14

Número de géneros en Matorral xerófilo= 15

Géneros comunes entre Pastizal y Bosque de Encino= 9

$$Cs = \frac{2(9)}{15 + 14} \times 100 = 62.06 \% \text{ de similitud}$$

Géneros comunes entre Bosque de Encino y Matorral xerófilo= 9

$$Cs = \frac{2(9)}{14 + 15} \times 100 = 62.06 \% \text{ de similitud}$$

Géneros comunes entre Pastizal y Matorral xerófilo= 13

$$Cs = \frac{2(13)}{15 + 15} \times 100 = 86.66 \% \text{ de similitud}$$