



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE

MORELOS

CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

---

---

MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

COMPOSICIÓN DE ÁCAROS ORIBÁTIDOS (ACARI: CRYPTOSTIGMATA) Y  
COLÉMBOLOS (HEXÁPODA: ENTOGNATHA) DE LA RESERVA ESTATAL SIERRA  
MONTE NEGRO, MORELOS, MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN MANEJO

DE

RECURSOS NATURALES

PRESENTA

BIOL. DAFNE FIGUEROA SÁNCHEZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ

CODIRECTOR

DR. ARMANDO BURGOS SOLORIO

Cuernavaca, Morelos

2021



## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a CONACyT por el apoyo y financiamiento recibido para la realización de mis estudios de posgrado. Al Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, así como a mis profesores, especialmente a la M. en C. Ortencia Colín Bahena, Dr. Fernando Urbina Torres, Dr. Topiltzin Contreras MacBeath, Dra. Patricia Trujillo Jiménez y al Dr. Rubén Castro Franco.

Agradezco al personal administrativo del CIB, especialmente a Romelia de Jesús Ortelli Jiménez, por su paciencia y apoyo constante.

Doy gracias a mi director de tesis el Dr. Víctor López Martínez y codirector Dr. Armando Burgos Solorio, así como a mis sinodales: Dr. Arturo García Gómez, Dr. Francisco Riquelme Alcantar, M. en C. Adriana Gabriela Trejo Loyo y M en C. María Eugenia Bahena Galindo; quienes en conjunto contribuyeron con sus correcciones y comentarios en pro de mejorar mi documento.

Adicionalmente, reconozco el apoyo del Biol. José Luis Cosme Mendoza, director de la Reserva Estatal Sierra Monte Negro. Así como al Dr. Oliver Guadarrama, a la M. C María Eugenia Bahena Galindo y a Karen Piñón Acosta del laboratorio de Edafoclimatología del Centro de Investigaciones Biológicas, UAEM, por facilitarme las herramientas, material y sobre todo por compartirme sus técnicas adecuadas para mi trabajo.

También al Dr. José G. Palacios Vargas por ayudarme y enseñarme a identificar parte del material, así como por facilitarme lo necesario para trabajar durante mi estancia; a la Dra. Blanca E. Mejía Recamier y Dra. Margarita Ojeda Carrasco por su humildad, paciencia y cariño con el que me compartieron tan valiosas técnicas y conocimientos. También al M. en C. Ricardo Iglesias, quién me asesoró constantemente a pesar de la distancia.

Agradezco infinitamente a mis padres, por su apoyo y amor incondicional, por sus enseñanzas de vida que me inspiran a seguir mejorando y forjándome para ser una persona integral, a mi hermano quién siempre me sorprende por su simplicidad de ver el mundo y me da grandes lecciones . También a Juan Pablo Díaz, por su tolerancia, amor y apoyo constante en este proceso.

A mis compañeros de generación de este posgrado por mostrar siempre su apoyo, así como por haberse permitido conocerme y por siempre estar con el mejor humor para sobrellevar algunas de las tempestades que vivimos.

Adicionalmente, agradezco a mis amigos y familiares, quienes han mostrado su apoyo para lograr esto, y que a pesar de la distancia siguen cultivando tan grandioso vínculo, así como también a las personas que me apoyaron indirectamente brindándome su confianza, comprensión y apoyo siempre en pro de mi desarrollo académico y personal. Finalmente, hago una mención especial para aquellos amigos, familiares y compañeros, que trascendieron, algunas víctimas de COVID-19. A ellos, que nos dejaron el corazón un poco roto, pero también nos regalaron grandes enseñanzas, como la fortaleza, el compromiso, el amor por el prójimo, el respeto y la pasión por la vida; ellos, con amor los recordaré, QDEP.

El conocimiento debe ser descentralizado,  
compartido con amor y respeto al prójimo.  
El conocimiento debe ser interdisciplinario,  
debe ser uno en cien uno en mil...  
de lo contrario estamos condenados a  
sucumbir en la ignorancia y  
en nuestra propia extinción.

# ÍNDICE

## FILOGENIA DE MICROARTRÓPODOS

### ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS

FIGURA		PÁGINA
1	ÁCARO ORIBÁTIDO DE LA SUPERFAMILIA GALUMNOIDEA	6
2	COLÉMBOLO DE LA FAMILIA ISOTOMIDAE	7
3	VISTA VENTRAL DE PROTURA	8
4	VISTA DORSAL DE DIPLURA	8
5	MORFOLOGÍA GENERAL DE ÁCARO ORIBÁTIDO DE LA FAMILIA GALUMNELLIDAE	10
6	DELAMELA	11
7	LAMELA	12
8	TRASLAMELA	12
9	VISTA DORSAL DE PRODORSO DE ORIBÁTIDO	13
10	PTEROMORFOS DE TIPO U	13
11	PLACAS GENITALES DEL TIPO BRAQUIPILINA	14
12	PLACAS GENITALES DEL TIPO MACROPILINA	14
13	MORFOLOGÍA GENERAL DE COLLEMBOLA	17
14	ACERCAMIENTO DE MANCHAS OCULARES (CORNEOLAS) DE <i>PSEUDOSINELLA</i>	18
15	COLÉMBOLO DE LA FAMILIA ENTOMOBRYIDAE	19
16	VISTA PANORÁMICA DE LA RESERVA ESTATAL SIERRA MONTE NEGRO	23
17	UBICACIÓN DEL POLÍGONO DE LA RESERVA ESTATAL SIERRA MONTE NEGRO, MORELOS.	24

18	DIVERSIDAD DE LA RESERVA ESTATAL SIERRA MONTE NEGRO	26
19	SITIO DE MUESTREO DENTRO DE LA RESERVA SIERRA MONTE NEGRO, MORELOS	28
20	SITIOS DE COLECTA	28
21	ESQUEMA DE LA TÉCNICA DE MUESTREO UTILIZADA	29
22	PROCESO PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE SUELO	30
23	PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS EDÁFICAS	31
24	<i>SPHAEROCHTHONIUS PHYLLOPHORUS</i>	36
25	EUPHTHRACARIDAE Sp. 01	37
26	VISTA VENTRAL DE <i>ALLODAMAEUS</i>	38
27	VISTA VENTRAL DE <i>PLATEREMAEUS</i>	39
28	VISTA DORSAL DE <i>LICNOLIODES</i>	40
29	VISTA VENTRAL DE <i>CULTRORIBULA</i>	41
30	VISTA DORSAL DE <i>EREMULUS RIGIDSETUS</i>	42
31	VISTA VENTRAL DE <i>EREMOBELBA PIFFLI</i>	43
32	VISTA POSICIÓN DORSAL DE <i>BASILOBELBA INSULARIS</i>	44
33	VISTA DORSAL DE <i>TECTOCEPHEUS</i>	45
34	VISTA DORSAL DE <i>SCAPHEREMAEUS</i>	46
35	VISTA DORSAL DE <i>BIPASSALAZETES BIDACTYLUS</i>	47
36	VISTA DORSAL DE <i>SCHOLORIBATES</i>	48
37	VISTA DORSAL DE <i>PELORIBATES</i> .	50
38	VISTA DORSAL DE <i>ROSTROZETES</i>	51
39	VISTA DORSAL DE <i>ZYGORIBATULA</i>	52
40	VISTA LATERO-DORSAL DE <i>TOTOBATES</i>	53
41	VISTA VENTRAL DE <i>XYLOBATES</i>	54
42	VISTA DORSAL DE <i>GALUMNELLA</i>	55
43	VISTA DORSAL DE <i>GALUMNOPSIS</i>	56
44	VISTA VENTRAL DE <i>XENYLLA</i>	57
45	VISTA DORSAL DE LA CABEZA Y PARTE DEL TÓRAX DE <i>TOMOCERINA</i>	58
46	VISTA VENTRAL DE LA CABEZA DE <i>FOLSOMINA ONYCHIURINA</i>	59
47	VISTA DE LA CABEZA EN POSICIÓN LATERAL DE <i>HEMISOTOMA THERMOPHILA</i>	61
48	VISTA DE LA PARTE DORSAL DE LA CABEZA DE <i>SEIRA</i>	62
49	VISTA LATERO-DORSAL DE <i>LEPIDOCYRTUS</i>	63
50	VISTA VENTRAL DE <i>PARONELLA</i>	65
51	DIAGRAMA DE VENN QUE MUESTRA LAS MORFOESPECIES DE ORIBÁTIDOS DE CADA SITIO	67
52	DIAGRAMA DE VENN QUE MUESTRA LAS MORFOESPECIES DE COLÉMBOLOS DE CADA SITIO	68
53	GRÁFICA QUE INDICA EL PORCENTAJE QUE REPRESENTA CADA UNA DE LAS MORFOESPECIES DE ACUERDO CON EL SITIO.	71
54	GRÁFICA DE ABUNDANCIAS DE ORIBATIDA, DE ACUERDO CON LA ESTACIONALIDAD.	71
55	GRÁFICA DE ABUNDANCIAS DE COLLEMBOLA DE ACUERDO CON LA ESTACIONALIDAD.	72

56	PROCESAMIENTO DE MUESTRAS DE SUELOS	79
57	DETERMINACIÓN DE pH	80
58	DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA	81
	CUADRO 1. CLASIFICACIÓN ECOLÓGICA DE COLLEMBOLA	20
	CUADRO 2. NUEVOS REGISTROS DE ORIBATIDA Y COLLEMBOLA	35
	CUADRO 3. VALORES DE pH Y PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA DE LOS SITIOS DE COLECTA	66
	CUADRO 4. PRESENCIA DE MORFOESPECIES DE ACUERDO CON LA ESTACIONALIDAD	69
	CUADRO 5. RIQUEZA ESPECÍFICA Y ABUNDANCIA RELATIVA DE ORIBATIDA Y COLLEMBOLA	70

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo general reconocer la composición de especies de ácaros oribátidos (Cryptostigmata) y colémbolos (Hexápoda) en suelo/hojarasca de dos sitios ubicados dentro de la Reserva Estatal Sierra Monte Negro, Morelos. Para lo que se requirió del estudio de estos grupos, con el fin de obtener un listado taxonómico que permitiera conocer dicha composición.

Adicionalmente, se determinó pH y porcentaje de materia orgánica de los sitios de colecta, esto para realizar una comparación, primero considerando la composición específica de ambos grupos con el sitio, así como por estacionalidad; y segundo comparando sus abundancias, igualmente entre sitio y temporada anual.

Como resultados importantes, fue la elaboración del primer estudio de estos grupos para la Reserva Estatal Sierra Monte Negro, en donde el total de organismos colectados y estudiados fue de 170 individuos de ácaros y colémbolos, el 46% correspondió a Oribatida, los cuales se agrupan en 16 familias y 20 géneros; mientras que Collembola representa el 54% organizado en 5 familias y 9 géneros.

Asimismo, se aportan nuevos registros para México, de los géneros *Sphaerochthonius*, *Birobates* y *Totobates*; para Oribatida, esto representa un aporte importante para el conocimiento sobre la diversidad y distribución de estos microartrópodos para el país.

También se observó que en el sitio con un alto porcentaje de materia orgánica se encontró el mayor número de organismos tanto de Oribatida como de Collembola; para el caso de la estacionalidad, en oribátidos no se mostró diferencias tan marcadas como en colémbolos, pues en este último, solo se colectaron ejemplares en temporada de lluvias, siendo casi nula su presencia en temporada seca.

## CAPÍTULO 1.

### 1. INTRODUCCIÓN

Los suelos son ecosistemas muy complejos, donde algunas de sus funciones son: soportar y suministrar de nutrimentos a las plantas, así como la regulación del sistema hidrológico (Cotler, 2003). Estas características, son favorecidas por la activa participación de la diversidad de organismos que en él se encuentran.

Entre los grupos mencionados, están los ácaros oribátidos y colémbolos, siendo de los organismos más abundantes en el medio edáfico y cuyas funciones son: desintegrar tejidos vegetales y animales con lo que incrementan la superficie disponible para bacterias y hongos; formar sustancias húmicas a partir de residuos vegetales creando agregados de materia orgánica con minerales; mezclar y airear el suelo; evitar la fuga de materia orgánica y nutrientes mediante la mineralización y humificación (Palacios-Vargas *et al.*, 2009). Además, al ser depredadores de plantas y otros microorganismos actúan regulando su dinámica en el espacio, por lo que son nombrados reguladores biológicos (Turbé *et al.*, 2010). Aunado a esto, los ácaros y colémbolos son sensibles a variaciones climáticas, cambios en la cobertura vegetal, elementos contaminantes y prácticas de manejo, siendo afectados en su composición específica y abundancia (Socarrás, 2013), por lo que se les ha considerado como indicadores ecológicos confiables de la calidad edáfica (Herrera y Cuevas, 2003; Palacios-Vargas *et al.*, 2014; Birochio *et al.*, 2015; de Oliveira *et al.*, 2016). A pesar de la importancia de estos organismos, su conocimiento es, aún limitado para el caso de Oribatida, conociendo solo el 4.2 % de ácaros oribátidos en México, esto en relación con proporciones mundiales (Pérez, *et al.*, 2014). En Collembola, hay grandes avances al respecto, teniendo un 70% de conocimiento de las especies (Palacios- Vargas, 2014).

A pesar de lo anterior y que actualmente se cuentan con importantes avances respecto a estos dos grupos, aún existen áreas del territorio nacional, en donde la información ecológica y biológica, es limitada o escasa, siendo la Reserva Estatal Sierra Monte Negro, Morelos un ejemplo de esto.

De modo que, para iniciar con estudios de estos grupos en dicha área, es crucial identificar parte de los atributos de las comunidades de estos microartrópodos que ahí se



encuentran. Uno de estos, es la composición de especies, que hace referencia a los taxones que conforman una comunidad.

Como una herramienta para conocer la composición específica, están los listados taxonómicos, los cuales proveen información sobre la distribución, biología y sus posibles interacciones con el medio (Martínez-López, 2015).

De lo anterior, cabe enfatizar la importancia de estudios taxonómicos, pues actualmente la taxonomía ha sido una disciplina que cuenta con el mínimo apoyo, considerada un tanto obsoleta, esto a pesar de que es la base para estudios ecológicos y de conservación (Martínez -López, 2015).

Por lo que, si se quiere avanzar en temas dirigidos al manejo y conservación de los suelos aprovechando a los microartrópodos como una herramienta para conocer la calidad edáfica, es prioritario continuar con investigaciones base, así como complementarlos con estudios fisicoquímicos del suelo, pues hay variables como la materia orgánica y el pH, que afectan la distribución de microartrópodos en general (Luciañez y Silgado, 2007). Por un lado, la materia orgánica es un recurso vital para estos organismos y el pH, afecta en la asimilación de nutrientes y su disponibilidad (Maycotte-Morales, 2011). Adicionalmente, es importante considerar variables como la temperatura y humedad que juegan un papel prioritario para estos grupos (Gómez-Anaya *et al.*, 2010; Vázquez -Noh, 2013).

## **CAPÍTULO 2.**

### **2. ANTECEDENTES**

#### **2.1. EL SUELO Y SUS PROPIEDADES**

El suelo (del latín *solum*) se define como el material mineral no consolidado en la superficie de la tierra, que ha estado sometido a la influencia de factores bióticos y abióticos (material parental, clima, macro y microorganismos así como la topografía), actuando durante un determinado periodo (López, 2005), además, es considerado como un cuerpo natural, involucrado en interacciones dinámicas con la atmósfera y con los estratos que están debajo de él, que influye en el clima y en el ciclo hidrológico del planeta, y que sirve como medio de establecimiento para diversos organismos (SEMARNAT, 2004).

Este ecosistema conjunta una gran complejidad física y química, que aunado al suministro de diferentes materiales orgánicos proporcionan una heterogeneidad de recursos (Zerbino *et al.*, 2015), pero también se desconocen parte de las interacciones bióticas, así como a muchos de los organismos que habitan en él (Palacios-Vargas, 2014).

##### **2.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS.**

Dentro de las principales propiedades físicas se encuentran: la textura, la densidad y la profundidad; la primera expresa la distribución de las partículas sólidas de las que está compuesto el suelo, con esta propiedad se pueden estimar ciertos atributos como su capacidad de retención de agua o velocidad de infiltración; la densidad, que se define como la masa por unidad de volumen; la porosidad, que se determina dado el volumen que ocupan los poros con relación al volumen total ocupado por el suelo; y la profundidad, expresada por el espesor en centímetros del suelo hasta el lecho de la roca madre (Maycotte, 2011).

##### **2.1.2. PROPIEDADES QUÍMICAS.**

Las propiedades químicas de los suelos, están determinadas principalmente por la materia orgánica y el pH. El pH indica el grado de acidez de la solución del suelo; el cambio iónico: que se define como los procesos reversibles por los cuales las partículas sólidas

del suelo absorben iones de la fase acuosa liberando al mismo tiempo otros iones en cantidades equivalentes, estableciéndose el equilibrio entre ambas fases, éste es importante ya que controla la disponibilidad de nutrientes para las plantas. La materia orgánica es considerada como una mezcla compleja y variada de sustancias orgánicas, es un componente dinámico que ejerce una influencia dominante en muchas propiedades y procesos del suelo (Corbella y Fernández, 2008).

La materia orgánica es de gran importancia por su influencia en la estructura, en la capacidad de retención de agua y nutrientes, y en los efectos bioquímicos que causa sobre los vegetales (López, 2005), también incide en la biología del suelo, debido a que provee la mayor parte del alimento para la comunidad de organismos heterótrofos de este medio (Corbella y Fernández, 2008).

### **2.1.3. PROPIEDADES BIOLÓGICAS.**

En el suelo coexiste una gran diversidad de microorganismos, mismos que se pueden clasificar en tres grupos dado su tamaño, dos de ellos son, microfauna, que comprende organismos menores de 0.2 mm de longitud; y la mesofauna, de hasta 4 mm. Dentro de estos dos grupos podemos observar ácaros, colémbolos, proturos dípteros (denominados microartrópodos), psocópteros, tisanópteros, paurópodos, sínfilos y enquitreidos. El tercer grupo corresponde a la macrofauna, compuesta por organismos con una longitud mayor a 10 mm, sus principales representantes son las lombrices de tierra, moluscos, milpiés, ciempiés, pseudoescorpiones, isópodos, coleópteros y larvas de insectos (Cabrera-Dávila *et al.*, 2017; López, 2005; Swift *et al.*, 1979).

La fauna edáfica, también se puede clasificar por grupos funcionales: detritívoros, fungívoros, herbívoros, depredadores y omnívoros. De éstos, los detritívoros son los encargados de hacer más pequeños los restos vegetales y animales, ampliando la superficie para los organismos descomponedores como hongos y bacterias; los fungívoros se alimentan de partes vivas de plantas, lo cual influye en la cantidad de materia vegetal que ingresa al suelo; los depredadores consumen otros organismos, por lo que son primordiales para el equilibrio de las poblaciones; y los omnívoros siendo

aquellos que se alimentan de cualquier materia vegetal y/o animal (Cabrera-Dávila *et al.*, 2017).

## 2.2. MICROARTRÓPODOS EDÁFICOS

Se define como microartrópodos, a todo artrópodo diminuto (menos a 2mm de longitud) y áptero (Palacios-Vargas, 2003), estos pueden estar en suelos minerales a una profundidad de hasta 20 cm (Palacios-Vargas, 2000), ocupan microhábitats en el suelo, hojarasca, troncos en descomposición y musgos, pues estos proporcionan las condiciones adecuadas para que puedan sobrevivir y obtener su alimento adecuado como nemátodos, bacterias, hifas de hongos, y materia orgánica en descomposición (Cutz-Pool *et al.*, 2012).

Los microartrópodos edáficos corresponden a ácaros, colémbolos, proturos y algunos dipluros.

Los ácaros (Fig. 1) son microartrópodos menores a los 4mm, su cuerpo dividido en proterosoma, en donde se encuentran los quelíceros, palpos y patas 1 y 2; e histerosoma en donde está el resto del cuerpo (Iturrondobeitia y Subías, 2015). (Se describe con más detalle en la sección 2.3).



Figura 1. Ácaro oribátido de la superfamilia Galumnoidea (Imagen de Figueroa, D).

Los colémbolos o colas de resorte (Fig. 2), es uno de los grupos de artrópodos más abundantes en el suelo y la hojarasca, en general miden menos de 2 mm de longitud, algunos de ellos, en la parte ventral del cuarto segmento abdominal se encuentra la fúrcula, estructura que le sirve para brincar cuando es molestado (Palacios-Vargas y Mejía-Recamier, 2014). (Se describe con más detalle en la sección 2.4)



Figura 2. Colémbolo de la familia Isotomidae (Imagen de Figueroa, D).

Los proturos (pro= hacia adelante y uron=cola), son organismos apterigotos, cuya talla va desde los 0.5 hasta los 2 mm de longitud (Fig. 3); están poco esclerosados, presentando una coloración blanquecina, amarilla o castaña, que carecen de ojos, antenas, alas y tentorio; este posee un desarrollo anamórfico (Carapelli *et al.*, 2019; Pass y Szucsich, 2011; Palacios-Vargas y Figueroa, 2014), el primer par de patas cumple la función sensorial, por lo que está dirigido hacia adelante y recubierto por sedas y sensilas (Palacios-Vargas y Figueroa, 2014).



Figura 3. Vista ventral de Protura (Imagen de Figueroa, D).

Los dipluros (Fig. 4), son hexápodos apterigotos, que generalmente pueden medir un centímetro, sin pigmentación, la cabeza es prognata, ovoide o rectangular. En el segmento 10 se ubica un par de cercos que pueden ser cortos y unisegmentados o formando una pinza (Palacios-Vargas y García-Gómez, 2014).



Figura 4. Vista dorsal de Diplura (Imagen de Figueroa, D).

### 2.2.1. FILOGENIA DE MICROARTRÓPODOS

Los microartrópodos, pertenecen al Phylo Arthropoda, aparecieron hace 600 millones de años en el Proterozoico y los insectos surgieron en el Paleozoico Superior, Carbonífero (Mayoral, 2001).

Conforme a datos moleculares de la secuenciación de subunidades pequeñas de los ribosomas (18S rRNA), así como diversos análisis de genes ribosómicos, los Artrópoda están dentro del grupo de los panartrópodos (Onychophora, Tardígrada y Artrópoda), que forma parte del grupo monofilético de los Ecdysozoa (Giribet, 2004; Giribet y Edgecombe, 2019).

Según análisis moleculares de Luan *et al* (2014) y de Muzón (2005) Diplura es un grupo monofilético que se une con Protura en un clado nombrado Nonoculata y Collembola, Protura y Diplura de acuerdo con secuencias completas 28S y 18S están agrupados en Entognatha.

Estos grupos comparten características como la modificación de piezas bucales y su inclusión dentro de un repliegue cefálico, reducción de los palpos; reducción de los órganos visuales en Collembola y ausencia en Protura y Diplura; reducción de ciegos gástricos y tubos de Malpighi (Bach de Roca *et al.*, 1999).

Los ácaros tienen la categoría de subclase, surgieron en el Devónico, hace aproximadamente 400 millones de años, el fósil más antiguo de estos organismos se conoce como *Protacarus crani*. Existen diversas hipótesis sobre su filogenia, entre ellas, si son un grupo monofilético o difilético, estos desacuerdos se ven reflejados en las diferentes nomenclaturas. Actualmente se reconocen cuatro cohortes: los Anystina (depredadoras o parásitas de otros artrópodos), Eupodina (ácaros depredadores de vida libre, fungívoros, fitófagos o parásitos), Eriophyoidea (son de importancia económica, están presentes en ecosistemas agrícolas) y Eleutherengona (depredadores, parásitos o fitófagos) (Moraza, 2004).

### 2.3. ÁCAROS ORIBÁTIDOS

Este grupo pertenece al Phylum Arthropoda del Subfilo Chelicerata (khelé = pinzas, kératos = cuernos o antenas), de la Clase Arachnida y Subclase Acari (Zumbado y Azofeifa, 2018).

Son conocidos también como Cryptostigmata u Oribatei, su nombre deriva la posición de los estigmas respiratorios, que se abren en las cavidades acetabulares de la coxas (Palacios-Vargas e Iglesias, 2004).

#### 2.3.1. MORFOLOGÍA GENERAL

El cuerpo de los oribatidos (Fig. 5) está dividido en proterosoma, donde se pueden observar las partes bucales como quelíceros y palpos, también se encuentran los pares de patas 1 y 2. La segunda región del cuerpo se denomina histerosoma, ahí se ubican los pares de patas III y IV así como el resto del cuerpo (Iturrondobeitia y Subías, 2015).

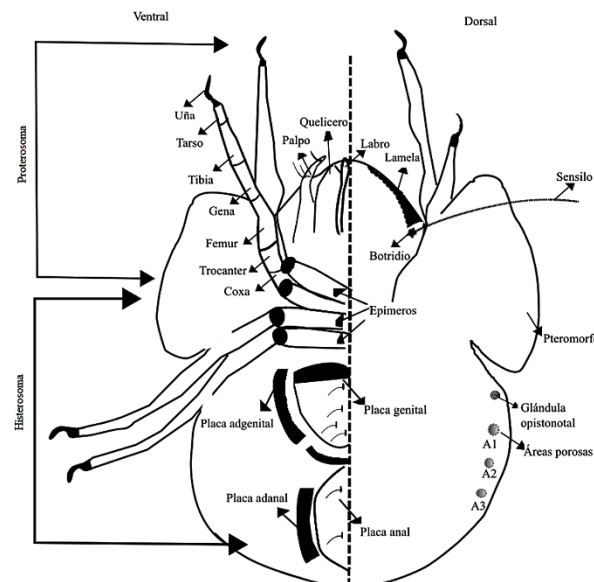


Figura 5. Morfología general de ácaro oribátido de la familia Galumnellidae (Creada por Figueroa, D).

##### 2.3.1.1. PROTEROSOMA

En el proterosoma, se encuentran los quelíceros, que están formados por tres segmentos y terminan en una quela, la cual puede ser modificada en algunos ácaros como órganos



accesorios para la cópula, como es el caso de Gamasida; también están los pedipalpos, que constan de seis segmentos articulados (Doreste, 1984).

El proterosoma presenta una placa dorsal denominada prodorso, en éste puede haber una estructura llamada camerosoma el cual cubre los queliceros, condición que le da el nombre de prodorso estegasimo; en el caso contrario, es decir en ausencia del camerosoma, se denomina prodorso astegasimo (Iturrondobeitia y Subías, 2015).

En el prodorso, también, se pueden presentar una estructura lamelar, la cual puede ser denominada, de acuerdo a su forma como a) delamela, que se puede observar como pequeñas costulas (Fig. 6); b) lamela, que se extiende desde el botridio hacia adelante (Fig. 7); c) translamela, en donde la lamela de cada lado se conectan terminando en una cuspid (Fig. 8); y d) sinlamela, que se observa una fusión de las lamelas (Balogh y Balogh, 1992). También, en el prodorso, se ubican sedas, de las más importantes son la rostral, lamelar e interlamelar (Fig. 9). Así mismo, se encuentra un tricobotrio que tiene como base un botridio. (Iturrondobeitia y Subías, 2015).



Figura 6. Se observa la delamela, se señala con una flecha roja las costulas (Imagen de Figueroa, D).



Figura 7. Se señala con una flecha roja la lamela (Imagen de Figueroa, D).



Figura 8. Se señala con una flecha roja la traslamela (Imagen de Figueroa, D).

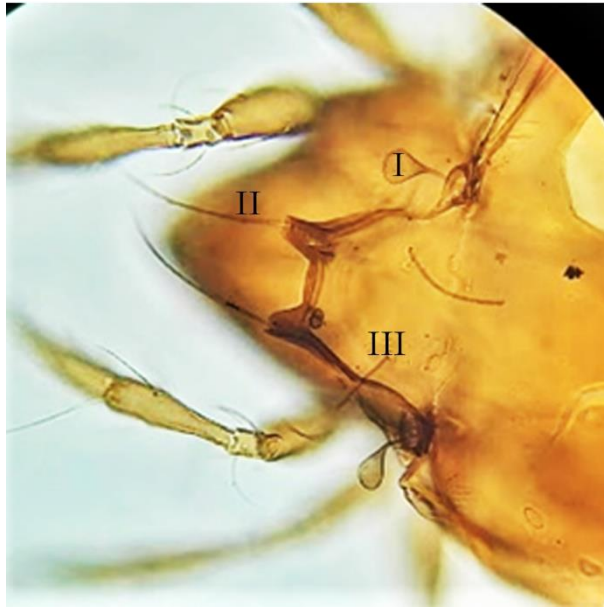


Figura 9. Vista dorsal de prodorso. I) tricobotrio, II) seda lamelar, III) seda interlamelar (Imagen de Figueroa, D).

#### 2.3.1.2. HISTEROSOMA

La parte dorsal del histerosoma, recibe el nombre de notogaster, en la cual se aprecian expansiones humerales, denominados pteromorfos (Fig. 10), los cuales pueden ser de tipo inmóvil (I), móvil (E), auriculado o semicircular y con una proyección (U).



Figura 10. Se indica con una flecha roja el pteromorfos de tipo U (Imagen de Figueroa, D).

En la parte ventral del histerosoma, se encuentran las placas: genitales, adgenitales, anales y adanales, cada uno provista de sedas. Estas placas pueden estar fusionadas, característica principal del grupo Braquipilina (Fig. 11); o bien estas separadas, como es el caso de los Macropilina (Fig. 12) (Iturrondobeitia y Subías, 2015).

Aquí también se encuentran los apéndices locomotores, que consta de 4 pares, mismos que se conforman por: coxa, trocánter, gena, fémur, tibia y tarso (Doreste, 1984).



Figura 11. Placas genitales del tipo Braquipilina (Imagen de Figueroa, D).



Figura 11. Placas genitales del tipo Macropilina (Imagen de Figueroa, D).

### **2.3.2. REPRODUCCIÓN Y CICLO DE VIDA**

Estos organismos son dioicos, por lo que el macho presenta dos testículos y una estructura denominada edeago; para el caso de la hembra, esta tiene un solo ovario y una invaginación quitinosa llamada vagina. La fecundación es interna a través de espermátóforos o bien por órganos copuladores. En su mayoría los ácaros son ovíparos y una vez que eclosionan del huevo, pasan a ser larvas (hexápodos), posteriormente su desarrollo pasa hasta por máximo tres estadios ninfales (octópodos): protoninfa, deutoninfa y tritoninfa (Pérez *et al.*, 2014).

### **2.3.3. ESTRATEGIAS Y ADAPTACIONES**

Algunos ácaros oribátidos presentan estrategias o adaptaciones para la defensa de depredadores, algunas de éstas pueden ser mecánicas como las sedas corporales o bien “escamas” cubriendo todo el cuerpo. También pueden presentar endurecimientos de la cutícula, en donde el prodorso e idiosoma pueden retraerse y formar una cápsula, a esto se le denomina cuerpo ptycoide y un ejemplo de éstos son los organismos de la superfamilia Euphthiracaroida (Schmelzle *et al.*, 2008). Otras, pueden ser defensas químicas producidas en las glándulas sebáceas, las cuales son grandes sacos que se ubican en la parte laterodorsal del idiosoma y se abren al exterior del cuerpo en un solo poro a cada lado del notogaster. Estas glándulas producen secreciones como terpenos, aromáticos y alcaloides, los cuales se considera que están relacionados con señales de alarma o para alejar a sus depredadores (A'bear *et al.*, 2010; Schmelzle *et al.*, 2008).

### **2.3.4. DIVERSIDAD MUNDIAL**

Se ha estimado que existe entre 50,000 y 100,000 especies de ácaros oribátidos en el mundo, de las cuales sólo se han descrito aproximadamente 10,000, lo que representa escasamente el 1% (Pach *et al.*, 2017; Schatz y Behan-Pelletier, 2007).

### **2.3.5. DIVERSIDAD EN MÉXICO**

En México se tiene el registro de 2,625 especies de ácaros, de los cuales para el año 2014, se tenían reportados 435 correspondientes al suborden Oribatida (Pérez *et al.*, 2014),

mientras que, en el año 2020, a través de la actualización de la Colección de ácaros oribátidos del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos de la UNAM, se obtuvieron 1,383 registros de oribátidos para México (Palacios-Vargas, 2020).

Para el caso de Morelos existen algunos listados en donde se tiene registro de 305 especies de ácaros de los distintos subórdenes y teniendo un número sin especificar de organismos determinados sólo a nivel de familia para el caso de oribátidos (Paredes-León *et al.*, 2015; Ortiz-Villaseñor *et al.*, 2010; Palacios-Vargas e Iglesias, 1997; Hoffmann *et al.*, 1986).

### **2.3.6. IMPORTANCIA ECOLÓGICA**

Los ácaros oribátidos contribuyen activamente en el medio edáfico, participando en el ciclo de los nutrientes, esto gracias a su gran capacidad que tienen como descomponedores, también influyen en la composición de las comunidades de hongos, pues favorecen la dispersión de sus esporas (Schatz y Behan-Pelletier, 2008; Maraun *et al.*, 2007). De igual importancia, algunos oribátidos, se han considerado como indicadores confiables de la calidad edáfica (Vásquez *et al.*, 2007).

## **2.4. COLÉMBOLOS**

Este grupo pertenece al Phylum Arthropoda (*arthro*=articulación, *podos* = pies, “patas articuladas”), al Subphylum Hexápoda, Superclase Entognatha (sus piezas bucales se retraen adentro de la cabeza) y Clase Collembola (Palacios-Vargas *et al.*, 2014).

Colémbolo, proviene del griego *kolla*: pegamento y *embolon*: clavija, que hace referencia al colóforo (Janssens, 2007).

### **2.4.1. MORFOLOGÍA GENERAL**

La morfología general de Collembola, consta de tres tagmas: cabeza, torác y abdomen (Fig. 13) (Zumbado y Azofeifa, 2018).

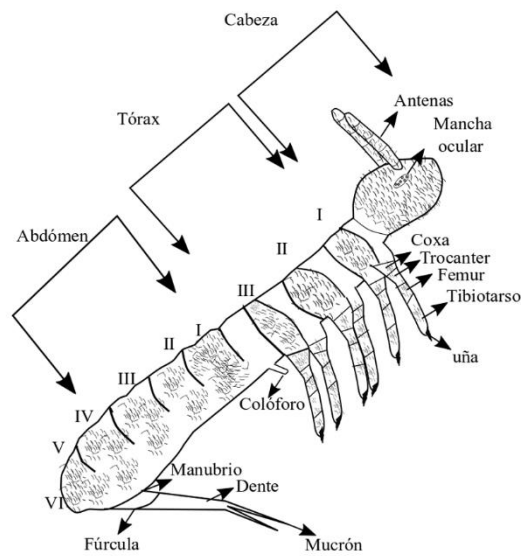


Figura 13. Morfología general de Collembola de la familia Isotomidae (Imagen de Figueroa, D).

#### 2.4.1.1. CABEZA

En la cabeza, se pueden presentar hasta 8 corneolas a cada lado (Fig.14), en algunas especies cavernícolas y euedáficas llegan a desaparecer, en la mayoría de las especies se aprecia un órgano post-antenal (a cada lado de la cabeza), un par de antenas de cuatro artejos antenales y sus partes bucales son entognatas es decir que las mandíbulas y maxilas están cubiertas por una bolsa gnatal (Baquero y Jordana, 2015; Bellinger *et al.*, 2020).



Figura 14. Acercamiento de las manchas oculares (corneolas) de *Pseudosinella*. Se señala con una flecha roja (Imagen de Figueroa, D).

#### **2.4.1.2. TÓRAX**

Aquí se encuentran los tres pares de patas, mismas que están segmentadas en precoxa, coxa, trocánter, fémur y tibiotarso, en el cual en el ápice se observa 1 o 2 sedas, un unguis y un ápice empodial, también en algunos géneros se encuentran sedas de tipo capitadas denominadas “tenent hairs” (Palacios-Vargas, 2014).

#### **2.4.1.3. ABDOMEN**

El abdomen está constituido por seis segmentos ventralmente, en el primero se encuentra el colóforo o tubo ventral (estructura que le da el nombre al grupo), en el cuarto la fúrcula (Fig. 15), la cual es una estructura conformada por tres artejos: el manubrio, dente y mucrón, dicha estructura propulsa al colémbolo por varios centímetros, facilitando su huida ante situaciones de riesgo (Hilsenhoff, 2001); en el quinto segmento abdominal se encuentra la apertura genital (Bellinger *et al.*, 2020) y en el sexto la apertura anal, misma que esta transversal en la hembra y longitudinal en el macho (Hilsenhoff, 2001).





Figura 15. Colémbolo de la familia Entomobryidae, con una flecha se señala la fúrcula (Imagen de Figueroa, D).

#### **2.4.2. REPRODUCCIÓN Y CICLO DE VIDA**

Los colémbolos presentan sexos separados, la fecundación externa, el macho coloca un espermátóforo, posteriormente será introducido por la hembra a su abertura genital (Baquero y Jordana, 2015).

El desarrollo es ametábolo, en este caso los juveniles son parecidos a los adultos, se diferencian por el tamaño, coloración y la madures sexual (Bellinger *et al.*, 2020).

#### **2.4.3. ESTRATEGIAS Y ADAPTACIONES**

Los colémbolos presentan diferencias en su morfología de acuerdo con el ambiente en el que viven, por lo que se pueden clasificar ecológicamente (Cuadro 1). Las principales características que difieren entre los organismos de diferente ambiente son la cantidad de corneolas (“ojos”), la pigmentación, la fúrcula, entre otras (Palacios-Vargas, 2014).

Cuadro 1. Clasificación ecológica de Collembola (Modificado de Palacios-Vargas, 2014).

Categoría	Hábitat	Corneolas	Pigmentación	Antenas	Patas	Fúrcula
Epiedáfica/Hemiedáficas	Dosel	8	↑	Largas	Largas	Larga
Normal	Hojarasca	8	↑	Cortas	Cortas	Cortas
Xeromorfa	Musgo y Líquenes	8 ó menos	≈	Cortas	Cortas	Cortas
Epineústica	Superficie agua	9 ó menos	≈	Cortas/Largas	Cortas	Cortas
Litorales	Arena	10 ó menos	≈	Cortas	Cortas	Cortas
Euedáficas	Suelos y Cuervas	Ausencia	↓	Cortas	Cortas	Cortas
Sinecomorfas	Hormigueros	Ausencia	↓	Largas	Largas	Larga
Troglomorfas	Cuevas y Grutas	Ausencia	↓	Largas	Largas	Larga

Indica alta pigmentación↑, regular ≈ y ↓ baja.

#### 2.4.4. DIVERSIDAD MUNDIAL

La diversidad mundial de colémbolos que ha sido descrita oscila entre las 8,000 y 9,000 especies, pero aún el conocimiento sobre su diversidad y distribución está incompleto, ya algunas áreas son relativamente conocidas y otras están inexploradas (Ospina-Sánchez, *et al.*, 2020; Sevgili *et al.*, 2014; Porco *et al.*, 2012).

#### 2.4.5. DIVERSIDAD EN MÉXICO

La diversidad que se conocía en el país en los años 70 era deficiente, pero a partir de 1997 está fue en aumento (Palacios-Vargas, 2014) y de acuerdo con el catálogo actualizado de colémbolos de México, de Palacios-Vargas (2020), actualmente se cuenta con un total de 2695 reportes, siendo las familias Entomobryidae, Hypogastruridae e Isotomidae las que están mejor representadas.

#### 2.4.6. IMPORTANCIA ECOLÓGICA

Los Collembola participan activamente desintegrando materia vegetal y animal, con esto, incrementan la superficie disponible para hongos y bacterias; también transforman los residuos vegetales en húmicas, formando agregados complejos de materia orgánica (Palacios-Vargas *et al.*, 2009; Palacios-Vargas y Mejía-Recamier, 2007). También nos proporcionan información sobre la calidad del suelo, ya que se ven afectados por los diversos cambios de uso de suelo (Herrera y Cuevas, 2003; Luciañez y Silgado, 2007; Ponge *et al.*, 2008; Uribe-Hernández *et al.*, 2010; Birochio *et al.*, 2015).

## **CAPÍTULO 3.**

### **3. JUSTIFICACIÓN**

Los microartrópodos edáficos, especialmente ácaros oribátidos y colémbolos, actualmente representan una oportunidad para mitigar la degradación o pérdida de los suelos, ya que recientemente se han considerado como indicadores confiables de la calidad edáfica .

Pero para llegar a esto, hace falta mucho, pues la información taxonómica, biológica y de distribución de estos organismos es aún limitada. Adicionalmente, a que el trabajo taxonómico de estos grupos es complicado dificultando su uso y estudio.

Por lo que, primordialmente se requiere de conocer la composición específica de muchas de las áreas que aún son inexploradas o con información limitada, siendo una de las razones que dificultan avanzar en investigaciones a nivel ecológico.

Considerando lo anterior, este trabajo, contribuye al conocimiento de ácaros oribátidos y colémbolos de México, enfatizando en la importancia que tiene el conocer la composición de organismos de un área a través de los listados taxonómicos, así como resaltando la importancia que tiene la identificación taxonómica. Estos en conjunto con la determinación de parámetros físico-químicos edáficos, representan un avance en el entendimiento de la diversidad del suelo, así como hacer inferencias sobre las posibles interacciones con su ambiente. Dichos estudios, conformaran referencias para futuras investigaciones dirigidas al uso, aprovechamiento y prevención de la pérdida de los suelos.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la composición de especies de ácaros oribátidos y colémbolos presentes en dos sitios de la Reserva Estatal Sierra Monte Negro, Morelos, México, tanto en la época seca como en lluvias.

### **4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Identificar las especies de ácaros oribátidos y colémbolos colectados.

Realizar un listado taxonómico de los oribátidos y colémbolos encontrados en dicha Reserva.

Determinar si la composición de especies es igual en los sitios tanto en lluvias como en secas.

Cuantificar la abundancia estacional de ácaros oribátidos y colémbolos colectados y determinar si existen diferencias entre los sitios y temporadas

## CAPÍTULO 4.

### 5. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 5.1. ÁREA DE ESTUDIO

Reserva Estatal “Sierra Monte Negro” (Fig. 16), decretada el 30 de mayo de 1998 como Área Natural Protegida (ANP). La tenencia de la tierra de esta es ejidal, comunal y una parte de carácter particular (CEAMA, 2010). Esta Reserva fue creada con el objetivo de proteger la biodiversidad de la región central del Estado de Morelos (Vázquez-Márquez *et al.*, 2020).



Figura 16. Vista panorámica de la Reserva Estatal Sierra Monte Negro, Morelos, en temporada seca (izquierda) y de lluvias (derecha) (Imagen de Figueroa, D).

##### 5.1.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Se localiza en la porción Centro del Estado de Morelos, México, comprende parte de los Municipios de Emiliano Zapata, Tlaltizapán, Yautepec y Jiutepec. Al Suroeste colinda con la carretera estatal Jiutepec-Zacatepec, al Norte con la carretera Cuernavaca–Cuautla, la cual atraviesa a la Reserva en el Cañón de Lobos. Al Sur colinda con la carretera estatal Jojutla-Zacatepec. Al Oeste colinda con la carretera estatal que comunica las poblaciones de Tezoyuca, Tepetzingo y Tetecalita, mientras que por el lado Este colinda con la

carretera estatal que conecta las poblaciones de Yautepec, Barranca Honda, Ticumán, Tlaltizapán, Acamilpa y Temimilcingo (Fig. 17) (CEAMA, 2010).

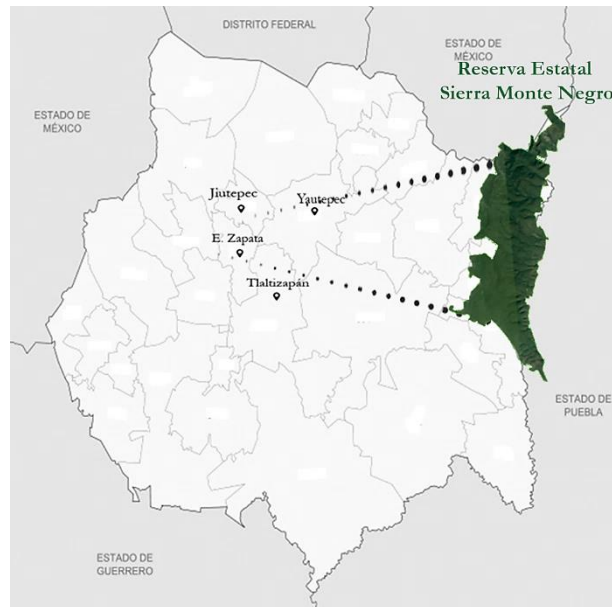


Figura 17. Ubicación del Polígono de la Reserva Estatal Sierra Monte Negro, Morelos (Imagen de Figueroa, D).

### 5.1.2. FISIOGRAFÍA Y GEOLOGÍA

Se localiza en la provincia de la Sierra Madre del Sur. Geológicamente, se encuentra dentro de la provincia de la Sierra Madre del Sur, de edad Mesozoica, del periodo Cretácico (CEAMA, 2010).

### 5.1.3. EDAFOLOGÍA

En esta área se presentan los suelos: andosol: son suelos sueltos, inmaduros, con profundidades mayores de 50 cm, ubicados en topografía accidentada y de fácil erosión, caracterizando áreas donde ha habido reciente actividad volcánica; todos son de textura media; Acrisol: muy ácidos, con horizonte B muy arcilloso, el color rojo de su capa superficial contrasta con el verde de la vegetación, ofreciendo un atractivo paisaje en su área de influencia; Cambisol: tienen horizonte de color pardo llamado “cambico” por enriquecimiento de elementos orgánicos y minerales. Son de clase textural media; Castañozem: tienen un perfil A y C con capa superior característica de color pardo o

rojizo oscuro, rica en materia orgánica y nutrientes, son de textura media; Feozem: se caracterizan por presentar color obscuro, ricos en materia orgánica y nutrientes, de clase textural media, con gran capacidad para almacenar agua; Fluvisol: formado por horizontes A y C; la ausencia del B (indicativa de que el suelo es joven). Tienen como substrato a las rocas sedimentarias (areniscas, conglomerado, lutitas y arcillas) del Cretácico y Terciario. De textura gruesa; Litosol: son suelos muy delgados (menos de 10 cm), de textura media, poco desarrollados, pedregosos, de topografía accidentada y susceptibles a la erosión; Luvisol: se caracterizan por una abundante acumulación de arcillas en el subsuelo, formando un horizonte arcilloso. Son de estructura fina, con partículas redondeadas y buena porosidad, de color amarillo; Regosol: suelos poco desarrollados; con baja capacidad de retención de humedad, son fácilmente erosionables, de baja fertilidad, presentan muy poco contenido de materia orgánica y nutrientes; el color en general es café (en seco) o café rojizo oscuro (en humedad); son de textura media; Rendzina: suelos rocosos, no tienen más de 50 cm de profundidad, de color oscuro debido a la materia orgánica inmediatamente encima de la roca madre, que es caliza o rica en cal; Vertisol: de color negro, pobres en materia orgánica y ricos en nutrientes. Se caracterizan por tener más del 40% de arcilla, que en tiempo de lluvias se expande, con lo que sus poros se cierran y el suelo se vuelve chicloso; contrariamente, en la época de secas el suelo se endurece y agrieta (Contreras-MacBeath et. al., 2006).

#### **5.1.4. CLIMA Y VEGETACIÓN**

En la parte Norte de la Reserva la temperatura promedio anual es de 22° C y presenta un promedio de precipitación de 1,000 mm, mientras que, para la parte Sur, el promedio anual de temperatura es de 24 °C y la precipitación de 890 mm (CEAMA, 2010).

Dentro de esta Reserva Estatal, se encuentra en forma dominante la Selva Baja Caducifolia (SBC), por lo que, con esta ANP, se está protegiendo una de las últimas zonas en el centro de Morelos en donde existen estas comunidades. En Morelos, se ha perdido el 70% de la cobertura de selva baja caducifolia, siendo de suma importancia su conservación, ya que alberga una gran diversidad, pero ha recibido poca atención propiciando el aumento de la degradación de este ecosistema. En la porción noroeste de

la reserva existen pequeñas áreas de bosques de encino y en algunas laderas, zonas en las que se perdió cobertura vegetal, se encuentra vegetación secundaria (CEAMA, 2010).

### 5.1.5. DIVERSIDAD

Se ha reportado que la Reserva Estatal Sierra Montenegro, cuenta con 335 especies de flora; 17 Anfibios; 24 Reptiles; 152 Aves, 63 mamíferos (CONANP, 2018) y 3,007 especies, pertenecientes a 30 órdenes de las clases Crustácea, Arácnida, Acárida e Insecta (Fig. 18). No existe información publicada de microartrópodos edáficos (CEAMA, 2010).

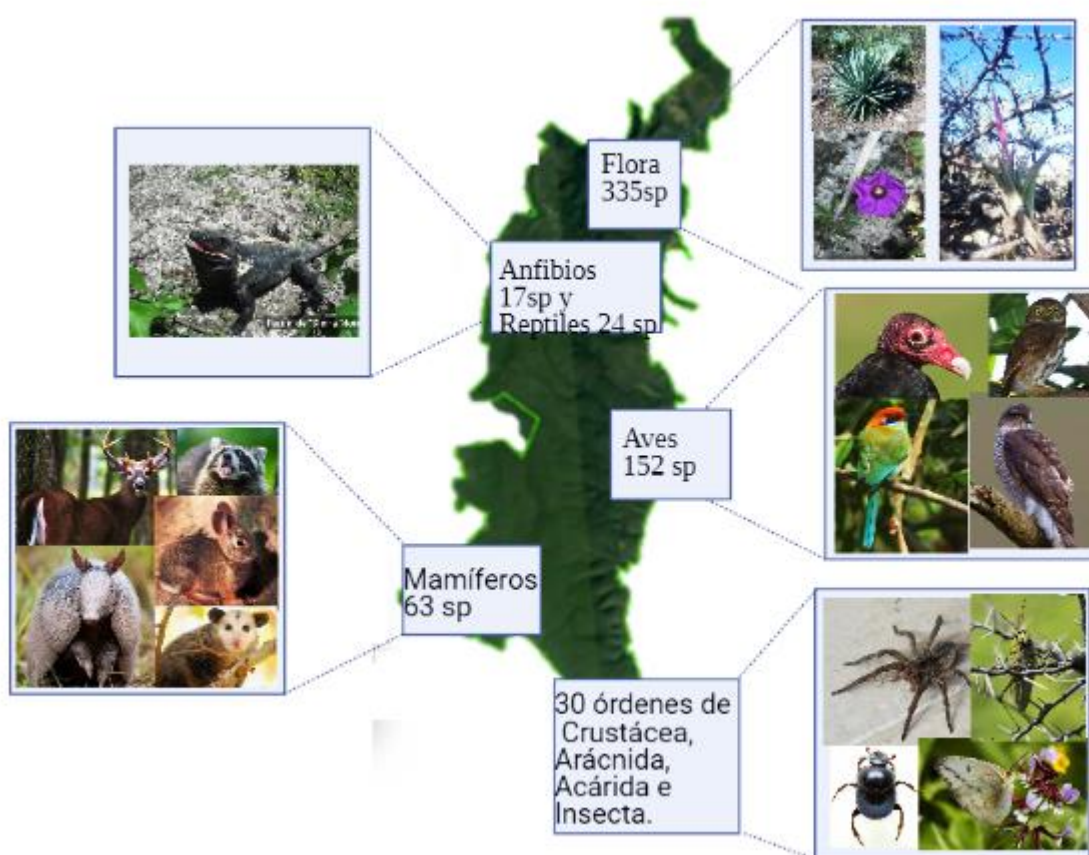


Figura 18. Diversidad de la Reserva Estatal Sierra Monte Negro ( (Imagen de Figueroa, D, creada con Biorender.com).



### **5.1.6. USO DE SUELO**

Los principales usos de suelo es la agricultura, se cultivan especies perennes como caña de azúcar, entre otros; estos se generan en los Municipios de Emiliano Zapata, Jiutepec, Tlaltizapán y Yauatepec. También existe la ganadería, de acuerdo con el censo 2005 se contabilizó 9,689 cabezas de ganado bovino, destinado para la producción de leche y carne, 13,972 cabezas de ganado porcino, 7,046 cabezas de ganado ovino, 3,320 de ganado caprino, 1,690 cabezas de ganado equino, 4,383,334 aves de corral para carne y huevo. La minería está representada por bancos de explotación de yeso, caliza, arcilla y otros materiales utilizados en la construcción y en la fabricación de cemento. El sector industrial en algunas comunidades esta poco desarrollado, con excepción de la industria del Cemento (CEAMA, 2010).

### **5.1.7. IMPORTANCIA ECOLÓGICA**

La Reserva Estatal Sierra Monte Negro constituye un corredor biológico entre el Corredor Biológico Chichinautzin y la Sierra de Huautla, también cuenta con una gran diversidad siendo refugio de flora y fauna que en algunos casos se encuentran en peligro de extinción, así como es de interés ecológico debido a que se encuentra entre las regiones Neártica y Neotropical (Vázquez-Márquez *et al.*, 2020).

## **5.2. SITIOS DE MUESTREO**

Se seleccionaron dos sitios de muestreo, los cuales se ubican en el estado de Morelos, Municipio de Yauatepec, en la localidad El Copalar. Debido a que ambos están en la misma localidad, para diferenciar uno de otro, al primer sitio se le dio el nombre de “San Antonio Padua” (referencia para hallar el primer sitio de colecta) mientras que para el segundo se le dejo el nombre de la localidad (Fig. 19).

El sitio “San Antonio Padua” (Fig. 20) se ubica a una latitud:18°51'48.8"N, longitud: 99°06'05.5"O y altitud de 1218 msnm. Se caracteriza por la presencia de vegetación secundaria, construcciones y viviendas , ganado (principalmente vacas) y basura en sus alrededores originada por las diversas actividades antropogénicas.

El sitio El Copalar (Fig. 20) se encuentra en una latitud de  $18^{\circ}51'08.3''\text{N}$ , longitud  $99^{\circ}06'38.6''\text{O}$  y altitud 1227 msnm. En este se puede observar selva baja caducifolia, sin daño aparente y ausencia de actividades antropogénicas invasivas.

En ambos sitios su tipo de suelo corresponde a Rendzina asociado con litosol, de textura media y fina (FAO, 1999; CEAMA, 2010).

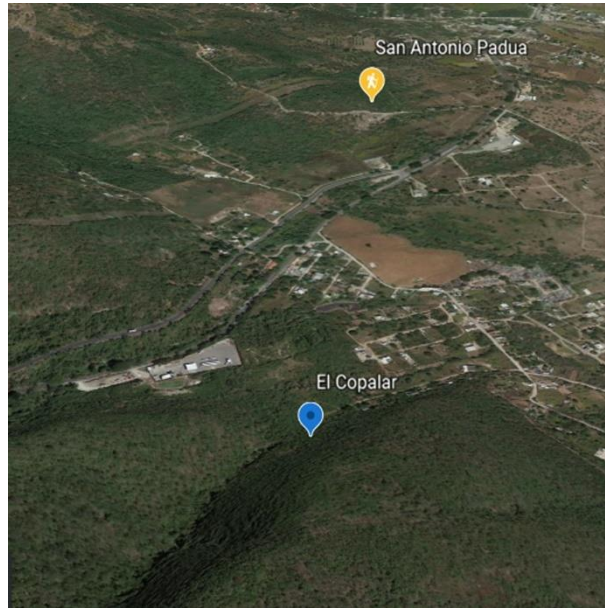


Figura 19. Sitio de muestreo dentro de la Reserva Sierra Monte Negro, Morelos (Imágenes de Google Earth).

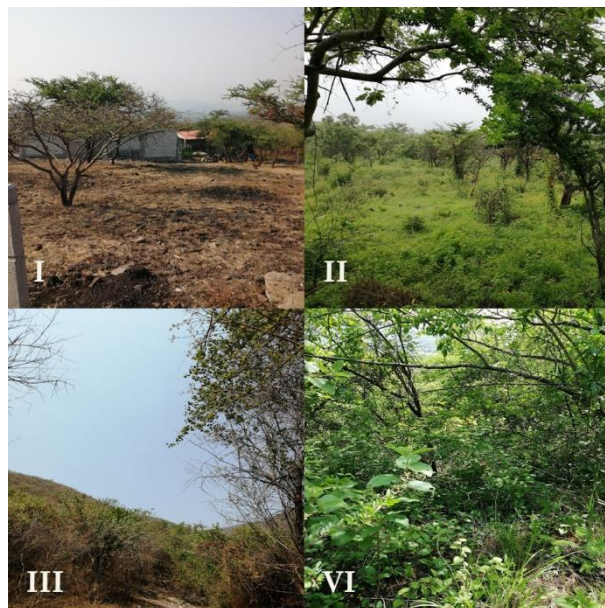


Figura 20. Sitios de colecta: I) San Antonio Padua en temporada seca y II) en lluvias; III) El Copalar en temporada de secas y IV) en lluvias (Imagen de Figueroa, D).

### 5.3. MUESTREO

En cada sitio seleccionado se estableció un transecto de 80 m de longitud, donde se ubicaron 8 puntos con una separación de 10 m entre sí, y de manera aleatoria se seleccionaron en forma de espina de pescado un punto de colecta hacia las partes laterales de manera alterna con distancia de 5 m (Fig. 21). (Anderson e Ingram, 1994).

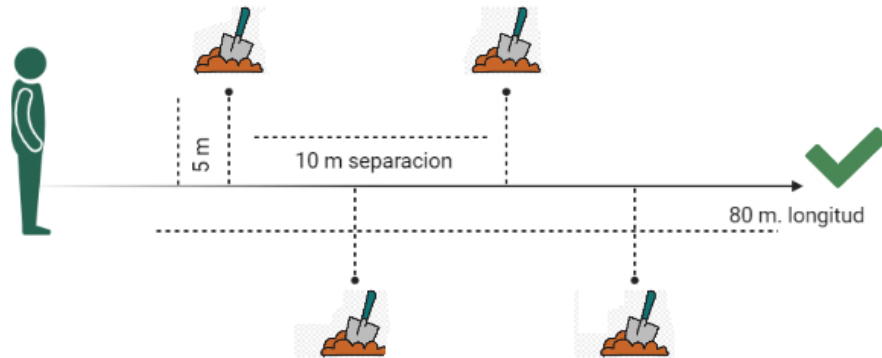


Figura 21. Esquema de la técnica de muestreo utilizada (Imagen de Figueroa, D).

Con la ayuda de una pala recta corta (Truper, México) se realizó una excavación de hasta 10 cm de profundidad, sin remover la cobertura vegetal superior, dicha profundidad se estableció por el tipo de suelo, ya que es un suelo con horizonte A de pequeño espesor y con poca materia orgánica, lo que da como resultado la presencia de perfiles poco desarrollados (FAO, 1999; CEAMA, 2010).

El material extraído (aproximadamente 600gr.) se colocó dentro de bolsas de plástico herméticas y dentro de una hielera (para evitar la pérdida de humedad y temperatura) (Fig. 22), para finalmente trasladarlas al laboratorio, ubicado dentro de la Colección de Entomología del Centro de Investigación Biológica (CIB) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM).

En el laboratorio, cada muestra se pesó con una báscula (OHAUS, USA) con el fin de uniformizar el peso de muestras a 600 gr. esto de acuerdo con la recomendación de Sosa (2012).



Figura 22. Proceso para la toma de muestras de suelo. I) Medir el transecto; II) cavar para obtener la muestra; III) colocar las muestras en bolsas con cierre hermético y IV) colocar las muestras en una hielera (Imagen de Figueroa, D).

#### 5.4. PROCESAMIENTO DE MATERIAL BIOLÓGICO

Las muestras colectadas fueron colocadas de manera individual en embudos de Berlese-Tullgren por 14 días sin fuente de luz artificial, llevando a cabo el proceso de secado a temperatura ambiente (Karyanto *et al.*,2012) y como mecanismo de captura se colocó un frasco con alcohol al 70% (Fig. 23).



Figura 23. Procesamiento de las muestras edáficas. I) Embudos con muestras de suelo para ser procesadas y II) embudos elaborados para procesar muestras (Imagen de Figueroa, D).

### **5.5. PREPARACIONES SEMIPERMANENTES DE ÁCAROS ORIBÁTIDOS Y COLÉMBOLOS**

Los especímenes colectados se observaron bajo microscopio-estereoscopio Carl Zeiss, donde fueron clasificados por orden y colocados en Eppendorf con alcohol etílico al 70%, para finalmente poder realizar preparaciones semipermanentes de los mismos.

Se seleccionaron a los organismos cuyas características útiles para la identificación estuvieran en óptimas condiciones. Para la elaboración de preparaciones semipermanentes de ácaros oribátidos y colémbolos se utilizaron las técnicas de Palacios-Vargas y Mejía-Recamier (2007), así como recomendaciones de la Dra. Margarita Ojeda Carrasco y de la Dra. Blanca Mehia Recamier ambos colaboradores en el Laboratorio De Ecología y Sistemática De Microartrópodos de la Facultad De Ciencias, UNAM.

Para preparar a los ácaros oribátidos se llevó a cabo un proceso de aclaración de cutícula, para la cual se colocaron a los organismos en una cápsula de porcelana con ácido láctico y se dejaron dentro de la estufa a 40°C en un periodo de una a tres semanas.

Después, se realizaron preparaciones semipermanentes de algunos organismos y otros se guardaron en alcohol al 70% para su posterior revisión. Para las preparaciones, se requirió de portaobjetos y cubreobjetos, estos últimos se cortaron en cuatro, para su fácil manipulación.

El montaje de los ejemplares se hizo con líquido de Hoyer, se distribuyó una gota de éste en el centro del portaobjetos, se colocó al ácaro en posición dorsal y con las patas extendidas, finalmente se puso el cubreobjetos, esto con ayuda de unas pinzas. Las preparaciones se metieron a la estufa a 40°C durante una a dos semanas, una vez secas, se limpiaron los excesos del líquido Hoyer, para sellar los bordes con barniz convencional. Finalmente se etiquetaron, poniendo del lado derecho los datos taxonómicos y del izquierdo los datos de colecta.

En el caso de los colémbolos, se pusieron en un portaobjetos excavado con potasa al 10 % (su función es reblandecer el exoesqueleto de los individuos), esto para después pasarlos a otro con lactofenol, se dejaron ahí por uno o dos días, hasta que estos perdieron su coloración. El montaje de colémbolos fue igual que en ácaros oribátidos.

### **5.5.1 RESGUARDO DE ÁCAROS ORIBÁTIDOS Y COLÉMBOLOS**

Los ejemplares de ambos grupos se integrarán a la colección de Entomología de Parasitología Vegetal del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) para su resguardo.

Para poder integrarlos en dicha colección, se añadió en las etiquetas las iniciales ME (para especificar que se trata de microartrópodos edáficos), seguido de un guion CE (de colección de entomología) y su número de ejemplar, esto teniendo como referencia la disposición y orden de la información de Lui *et al.*, (2011).

### **5.6. IDENTIFICACIÓN DE MATERIAL ENTOMOLÓGICO**

Para identificar a los ejemplares del grupo de Colémbolos, se recibió apoyo del Dr. José G. Palacios Vargas del Laboratorio De Ecología y Sistemática De Microartrópodos de la Facultad De Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), también se hizo uso de las claves taxonómicas de Janssen (2007) (<https://www.collembola.org>); para

el caso de Ácaros Oribátidos, se utilizaron la claves taxonómicas de Balogh y Balogh (1988) y se contó con la asesoría de la Dra. Margarita Ojeda Carrasco y el M. en C. Ricardo Iglesias Mendoza, ambos colaboradores en el Laboratorio De Ecología y Sistemática De Microartrópodos de la Facultad De Ciencias, UNAM.

Es importante mencionar que, del material antes mencionado, se elaboró una base de datos en el programa Excel, en la cual se integró la información recabada en este proyecto, que incluye los datos de colecta, así como el tipo de suelo de los sitios de colecta, estacionalidad en la que se muestreo, valores de pH, porcentaje de materia orgánica y los organismos identificados.

### **5.7. ELABORACIÓN DE LOS LISTADOS DE ÁCAROS ORIBÁTIDOS Y COLÉMBOLOS**

Para la realización del listado taxonómico y comentado de los organismos previamente colectados e identificados, se siguió como guía los “Lineamientos para la elaboración de catálogos de Autoridades Taxonómicas” de CONABIO (2012), esto con el objetivo de homogenizar la información de los listados de los grupos en cuestión.

Para conocer la distribución y sinonimias se consultó principalmente el Listado Sistemático, Sinonímico y Biogeográfico de Los Ácaros Oribátidos (Acariformes, Oribatida) del Mundo (Subías, 2017) para el caso de oribátidos y para Collembola la página de consulta de este grupo de Frans Janssens ([www.collembola.org](http://www.collembola.org)), así como bibliografía de acuerdo con cada morfoespecie. También se consultó la Actualización de la base de datos de colémbolos y ácaros edáficos de México (Palacios-Vargas, 2020).

Los listados taxonómicos, fueron ordenados sistemáticamente y comentados, aportando información sobre la distribución, diagnosis y biología de cada una de las morfoespecies de Oribatida y Collembola, teniendo como referencia a Liu *et al.*, (2011) y Lui y Chen (2010).

## **5.8. COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA ESTACIONAL DE ÁCAROS ORIBÁTIDOS Y COLÉMBOLOS**

Con los organismos previamente identificados en morfoespecies, se cuantificaron para determinar la abundancia de cada una, posteriormente se comparó cada una de acuerdo con la estacionalidad y los sitios de colecta.

## **5.9. COMPARACIÓN DE ABUNDANCIA ESTACIONAL DE ÁCAROS ORIBÁTIDOS Y COLÉMBOLOS ENTRE LOS SITIOS.**

Para poder comparar las abundancias entre los sitios, se requirió de realizar un muestreo de suelo para poder determinar pH y porcentaje de materia orgánica de estos.

La técnica para muestreo de suelo se adjunta en el Anexo 1. Para la determinación de pH se utilizó el electrolito KCL (Anexo 2) y para el porcentaje de materia orgánica se utilizó el método de Walkley y Black (Anexo 3).

# **CAPÍTULO 5**

## **6. RESULTADOS**

### **6.1 IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ÁCAROS ORIBÁTIDOS Y COLÉMBOLOS DE LA RESERVA ESTATAL SIERRA MONTE NEGRO, MORELOS.**

El total de organismos estudiados y colectados dentro de la Reserva Sierra Monte Negro corresponde a 170, los Oribatida están incluidos en 10 superfamilias, 16 familias y 20 géneros; mientras que Collembola, se incluyen dentro de cuatro superfamilias, cinco familias y nueve morfoespecies.

Cabe mencionar, que se aportan nuevos registros no sólo para Morelos, sino también para México, en este último caso, de Oribatida, que corresponden al género *Birobates* (Balogh, 1970), *Totobates* (Hammer, 1961) y la especie *Sphaerochthonius phyllophorus* (Balogh y Mahunka, 1969).



Cuadro 2. Nuevos registros de Oribatida y Collembola para México y Morelos.

Nuevos registros para México	Nuevos registros para Morelos
<b>ORIBATIDA</b>	
c.f. <i>Sphaerochthonius phyllophorus</i> <i>Birobates</i> <i>Totobates</i>	<i>Allodamaeus</i> <i>Plateremaeus</i> <i>Cultroribula</i> cf. <i>Eremulus rigidisetus</i> <i>Eremobelba piffli</i> cf. <i>Basilobelba insularis</i> <i>Bipassalozetes bidactylus</i> <i>Passalozetes</i> <i>Peloribates</i> <i>Zygoribatula</i> <i>Xylobates</i>
<b>COLLEMBOLA</b>	
	<i>Trogolaphysa</i>

## 6.2. LISTADO TAXONÓMICO Y COMENTADO DE ÁCAROS ORIBÁTIDOS DE LA RESERVA ESTATAL SIERRA MONTE NEGRO

Como parte de los resultados y atendiendo a los objetivos de este trabajo, se presenta el primer listado taxonómico y comentado de ácaros oribátidos y colémbolos para la Reserva Estatal Sierra Monte Negro.

### ORIBATIDA Dugès, 1834

ENARTHRONOTA Grandjean, 1947

Cosmochthonioidea Grandjean, 1947

Sphaerochthoniidae Grandjean, 1947

*Sphaerochthonius* Berlese, 1910 (Fig. 24).

(=*Sphaerochthoniella* Mahunka, 1985).

### ***Sphaerochthonius phyllophorus* Balogh y Mahunka, 1969.**

Material examinado. Un espécimen adulto (preparación semipermanente, CE-ME/022), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 25/julio/2019.

Diagnosis. Seda rostral, lamelar e interlamelar en forma de “T”, sensilo corto y espatulado, prodorso y notogaster reticulado, presencia de cerotegumento, sedas notogastrales de forma irregular, cuatro sedas anales (Balogh y Mahunka, 1969).

Biología. Los reportes respecto a su biología son escasos, pues la mayoría son estudios taxonómicos, pero de acuerdo con Ferreira *et al.*, (2000) son organismos troglófilos, que se ha encontrado en guano y cuevas.

Distribución. Cosmopolita (excepto Antártica), se ha reportado para Brasil e Irán (Subías, 2004).

Comentarios. Esta especie es un nuevo registro para México.



Figura 24. Parte dorsal de *Sphaerochthonius* (Imagen a 40x).

**EUPTYCTIMA** Grandjean, 1967

Euphthiracaroida Jacot, 1930

Euphthiracaridae Jacot, 1930

**Euphthiracaridae sp. 01** (Fig. 25).

Material examinado. Un espécimen adulto (preparación semipermanente, CE-ME/016), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, selva baja caducifolia, El Copalar, 02/mayo/2019.

Diagnosis. Cuerpo de tipo ptycoide, notogaster rígido, placas genitales y anales fusionadas, en la parte ventral presenta un margen en forma de triángulo (Liu *et al.*, 2011).

Biología. Las especies de esta familia se han encontrado principalmente en suelo y hojarasca (Liu *et al.*, 2011).

Distribución. Cosmopolita (Liu *et al.*, 2011).

Comentarios. Se han reportado para México, en la Ciudad de México, Chiapas, Estado de México, Guerrero, Hidalgo y Puebla; muchos de estos identificados a nivel de género (Palacios-Vargas, 2020). Por lo anterior este es un nuevo registro para México.



Figura 25. Vista lateral de Euphthiracaridae (Imagen tomada a 10x).

**BRACHYPYLINA** Hull, 1918

**PYCNONOTICAE** Grandjean, 1954

Plateremaeoidea Trägårdh, 1926

Plateremaeidae Trägårdh, 1926

***Allodamaeus* sp. 01 Banks, 1947** (Fig. 26).

Material examinado. Un espécimen adulto (preparación semipermanente, CE-ME/006), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 02/mayo/2019.

Diagnosis. Cutícula granulosa y con cerotegumento, botridio ligeramente inclinado, notogaster circular con 6 pares de sedas y glándulas pequeñas en la parte latero-abdominal (Paschoal, 1986).

Biología. Se le puede encontrar en hojarasca (Paschoal, 1986).

Distribución. Asia, México y U.S.A (Subías, 2004).

Comentarios. Se ha reportado para México una única especie que corresponde a *Allodamaeus ewingi* (Banks, 1947) del estado de Jalisco (Palacios-Vargas, 2020). Por lo anterior este es un registro nuevo para el estado de Morelos



Figura 26. Vista ventral de *Allodamaeus* (Imagen tomada a 40x).

***Plateremaeus* sp. 01 Berlese, 1908 (Fig. 27).**

Material examinado. Un espécimen adulto (preparación semipermanente CE-ME/155), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 25/julio/2019.

Diagnosis. Cuerpo y patas cubierto por cerotegumento, notogaster liso y circular, apodema rostral en forma de triángulo, botridio flagelado, largo, y doblado, placa genital con seis pares de sedas (Paschoal, 1986).

Biología. Se ha encontrado en hojarasca (Paschoal, 1986).

Distribución. Se ha reportado en Australia y Perú, de manera general se ha mencionado en la región Neotropical (Subías, 2004).

Comentarios. El género está representado por la especie *Plateremaeus ornatissimus* (Berlese, 1888) para el territorio nacional, reportada en el estado de Quintana Roo (Palacios-Vargas, 2020), por lo que éste es nuevo reporte para el Estado de Morelos



Figura 27. Vista ventral de *Plateremaeus* (Imagen tomada a 10x y 40x).

Licnodamaeidae Grandjean, 1954.

***Licnoliodes* sp. 01 Grandjean, 1931** (Fig. 28).

Material examinado. Un espécimen adulto (preparación semipermanente CE-ME/029), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 25/julio/2019.

Diagnosis. Patas tridáctiles, ausencia de pteromorfos, notogaster con alveolos y sin sedas, presencia de sutura dorso-sejugal, cuatro pares de sedas en placa genital (Paschoal, 1986).

Biología. Se ha encontrado en hojarasca (Paschoal, 1986).

Distribución. Mediterráneo occidental y Grecia (Subías, 2004).

Comentarios. Sin reporte para México (Palacios-Vargas, 2020), por lo que éste es nuevo reporte para el país.



Figura 28. Vista dorsal de *Licnoliodes* (Imagen tomada a 10x y 40x).

Gustavioidea Oudemans, 1900

Astegistidae Balogh, 1961

***Cultroribula* sp. 01 Berlese, 1908 (Fig. 29).**

Material examinado. Un espécimen adulto (preparación semipermanente CE-ME/011), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, Selva Baja Caducifolia, El Copalar, 02/mayo/2019.

Diagnosis. Lamela fusionada (traslamela), quelíceros dentados, procesos humerales bien desarrollados, presencia de sutura dorso-sejugal, notogaster con 10 a 11 pares de sedas, seis pares de seda en placa genital (Bayartogtokh, 2012).

Biología. Se han encontrado en hojarasca de diversos tipos de bosque y zonas montañosas (Bayartogtokh, 2012).

Distribución. Asia, Argentina, Brasil, Ecuador, Chile, Japón; considerada como un género cosmopolita (Subías, 2004).

Comentarios. Para México, se tiene un único reporte que corresponde a la especie *Cultroribula argentinensis*, la cual fue encontrada en el estado de Veracruz (Palacios-Vargas, 2020). Por lo anterior, este es un aporte nuevo a los registros de oribátidos de Morelos



Fig. 29. Vista ventral de *Cultroribula* (Imagen tomada a 40x).

Eremaeoidea Oudemans, 1900

Eremaeidae Oudemans, 1900

*Eremulus* Berlese 1908 (Fig. 30).

***Eremulus rigidisetus* Balogh y Mahunka, 1969.**

Material examinado. Un espécimen adulto (preparación semipermanente CE-ME/024), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 25/julio/2019.

Diagnosis. Prodorso puntiagudo, seda rostral larga, presenta una traslamela, patas monodáctiles, botridio largo y ciliado, notogaster liso con 10 sedas, placa genital y anal separadas (Balogh y Balogh, 1992).

Biología. Es una especie que se ha encontrado en suelo y hojarasca (Villagomez *et al.*, 2017).

Distribución. Neotropical (Subías, 2004), reportada en Brasil por Ermilov y Tolstikov, (2015).

Comentarios. Esta especie se ha reportado para México, en los estados de Chiapas, Quintana Roo y Veracruz (Palacios-Vargas, 2020); por lo tanto, para el Estado de Morelos es nuevo aporte



Figura 30. Vista dorsal de *Eremulus rigidisetus* (Imagen tomada a 40x).

Eremobelbidae Balogh, 1961

*Eremobelba* Berlese, 1908 (Fig. 31).

***Eremobelba piffli* Mahunka, 1985.**

Material examinado. Un espécimen adulto (preparación semipermanente CE-ME/156), México, Morelos, Yautepec, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 25/julio/2019.

Un espécimen adulto (preparación semipermanente CE-ME/155), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, selva baja caducifolia, El Copalar, 02/mayo/2019.

Biología. Los estudios en torno a esta especie se centran en su taxonomía.

Distribución. Neotropical (Subías, 2004).

Comentarios. Para México, se tiene reportes de esta especie para el estado de Oaxaca, Quintana Roo y Veracruz (Palacios- Vargas, 2020; González *et al.*, 2016); por lo que esta especie es un nuevo reporte para Morelos





Figura 31. Vista ventral de *Eremobelba piffli* (Imagen tomada a 10x)

*Basilobelba* Balogh, 1958.

(=*Hammation* Grandjean, 1959).

***Basilobelba insularis* Mahunka, 1985** (Fig. 32).

Material examinado. Un espécimen adulto (preparación semipermanente CE-ME/021), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, selva baja caducifolia, San Antonio Padua, 25/julio/2019.

Diagnosis. Patas largas, prodorso con seda interlamelar corta y setiforme, notogaster reticulado y cobertura tritoninfal (Balogh y Balogh, 1992).

Biología. Los estudios en torno a esta especie se centran en su taxonomía.

Distribución Tropical y Norte de Neotropical (Subías, 2004).

Comentarios. La especie se ha reportado para el estado de Yucatán, pero existen dos organismos sin estar identificadas a nivel específico, mismas que fueron encontradas en Veracruz (Palacios-Vargas, 2020). Por lo que esta especie es un nuevo reporte para Morelos.



Fig. 32. Vista posición dorsal de *Basilobelba insularis* (Imagen tomada a 40x).

Tectocephoidea Grandjean, 1954

Tectocephidae Grandjean, 1954

***Tectocephus* sp. 01 Berlese, 1896** (Fig. 33).

Material examinado. Un espécimen adulto (preparación semipermanente CE-ME/028), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, selva baja caducifolia, El Copalar, 25/julio/2019

Diagnosis. Presencia de traslamela, seda interlamelar pequeña o ausente, procesos humerales bien desarrollados, 10 pares de sedas notogastrales, placa genital con seis pares de sedas (Bayartogtokh, 1999).

Biología. Especies como *Tectocephus velatus* se ha propuesto como estimador de la calidad edáfica, pues de acuerdo con Accattoli y Salazar Martínez (2012) ésta se encuentra en mayor abundancia en suelos con algún tipo de impacto ambiental.

Distribución. Se ha reportado en Japón, Bolivia, Irán, U.S.A, Europa, Egipto, entre otros, por lo que se considera un género cosmopolita (Subías, 2004).

Comentarios. Los reportes para México corresponden a al Estado de México, Chihuahua, Hidalgo, Morelos, Oaxaca y Puebla (Palacios-Vargas, 2020).



Figura 33. Vista dorsal de *Tectocephus* (Imagen tomada a 40x).

Cymbaeremaeoidea Sellnick, 1928

Cymbaeremaeidae Sellnick, 1928

***Scapheremaeus* sp. 01 Berlese, 1910 (Fig. 34).**

Material examinado. Dos especímenes adultos (en alcohol CE-ME/151 y 152), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 02/mayo/2019. Un espécimen adulto (preparación semipermanente CE-ME/157), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 02/mayo/2019.

Diagnosis. Lamelas bien desarrolladas, presencia de un cinturón notogástrico, notogaster con tubérculos (Ríos y Palacios-Vargas, 1998).

Biología. Se ha reportado como un género que presenta afinidad por el dosel, pero se hace hincapié en la falta de estudios sobre estos organismos (Hernández *et al.*, 2018)

Distribución. Cosmopolita (Subías, 2004).

Comentarios. Se ha reportado en el territorio nacional en la Ciudad de México, Baja California, Chiapa, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Puebla, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán (Palacios-Vargas, 2020).



Figura 34. Vista dorsal de *Scapheremaeus* (Imagen tomada a 40x).

**PORONOTICAE** Grandjean, 1954

Licneremaeoidea Grandjean, 1954

Passalozetidae Grandjean, 1954

*Bipassalozetes* Mihelcic, 1957

(=*Salpasozetes* Mahunka, 1977).

***Bipassalozetes bidactylus* Coggi, 1900** (Fig. 35).

Material examinado. Un espécimen adulto (en alcohol CE-ME/007), México, Morelos, Yau-tepec, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua 02/mayo/2019.

Diagnosis. Seda lamelar larga, seda rostral presenta “espinas”, sensilo con terminación en punta, notogaster ovalado y ornamentado, presencia de un lentículo, patas son heterobidáctiles, placa genital con 4 pares de sedas (Bayartogtokh, 1997).

Biología. Se han encontrado a estos organismos no solo en suelo, también dentro de los nidos de termitas al Sur de África (Ermilov *et al.*, 2019).

Distribución. Etiópica, Holártica y Neotropical (Subías, 2004).

Comentarios. Se ha reportado para México en el estado de Hidalgo y es una determinación a nivel genérico (Palacios-Vargas, 2020). Por lo que este representa un nuevo registro para Morelos.



Figura 35. Vista dorsal de *Bipassalozetes bidactylus* (Imagen tomada a 40x).

Oripodoidea Jacot, 1925

Scheloribatidae Grandjean, 1933

***Scheloribates* sp. 01 Berlese, 1908** (Fig. 36).

(=*Andeszetes* Hammer, 1961).

(=*Megascheloribates* Lee y Pajak, 1990).

(=*Neoscheloribates* Hammer, 1973).

(=*Paraschelobates* Jacot, 1934).

(=*Protoschelobates* Jacot, 1934).

(=*Semischeloribates* Hammer, 1973).

(=*Storkania* Jacot, 1929).

Material examinado. Cuatro especímenes adultos (preparación semipermanente, CE-ME/001, 002, 003 y 004), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, selva baja caducifolia, El Copalar, 02/mayo/2019. Un espécimen adulto preparación semipermanente, CE-ME/005), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte

Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 02/mayo/2019. Tres especímenes adultos (preparación semipermanente, CE-ME/032, 033 y 034), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 25/julio/2019. Un espécimen adulto preparación semipermanente, CE-ME/035), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, selva baja caducifolia, El Copalar, 25/julio/2019.

Diagnosis. Notogaster con sáculos y 10 pares de sedas, ausencia de pteromorfos, sutura dorso-sejugal presente, patas monodáctiles y cuatro sedas genitales (Balogh y Balogh, 1992).

Biología. Algunas especies de este género han representado una gran importancia para la dinámica de descomposición de la materia orgánica, tal es el caso de *Scheloribates moestus*, quién de acuerdo con Wickings y Grandy (2011) observaron que la presencia de ésta especie estimula la actividad enzimática, favoreciendo la actividad microbiana y siendo un factor clave en la dinámica del ciclo del Carbono.

Distribución. Se considera un género cosmopolita, reportado en Filipinas, Etiopia, Egipto, Brasil y Ecuador, por mencionar algunos (Subías, 2004).

Comentarios. Se ha reportado para el Estado de México, Hidalgo, Michoacán, Morelos (Yautepec), Tabasco y Veracruz (Palacios-Vargas, 2020).



Figura 36. Vista dorsal de *Scheloribates* (Imagen tomada a 40x).

## Oripodidae Jacot, 1925

### ***Birobates* sp. 01 Balogh, 1970.**

Material examinado. Un espécimen adulto (preparación semipermanente, CE-ME/023), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, selva baja caducifolia, El Copalar, 25/julio/2019.

Diagnosis. Patas monodáctiles, lamela bien desarrolla, notogaster de uno a dos pares de sáculos, y 10 pares de sedas, presencia de pteromorfos inmóviles, placa genital con tres pares sedas y sin sedas agenitales (Balogh y Balogh, 1992).

Biología. Presenta afinidad por hábitats arbóreos, así como por líquenes (Bayartogtokh *et al.* 2020).

Distribución. Australia, Filipinas, India, Japón y Nueva Guinea (Subías, 2004). También se ha reportado recientemente en Asia en un bosque tropical (Bayartogtokh *et al.* 2020).

Comentarios. Sin reportes para México (Palacios-Vargas, 2020), por lo que este sería el primero.

## Haplozetidae Grandjean, 1936

### ***Peloribates* sp. 01 Berlese, 1908 (Fig. 37).**

(=*Capillozetes* Balogh, 1943).

(=*Euryparazetes* Radford, 1950).

(=*Indobates* Pandit y Bhattacharya, 1999).

(=*Parazetes* Willmann, 1930).

(=*Setincabates* Lee, 1993).

Material examinado. Un espécimen adulto (preparación semipermanente, CE-ME/015), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, selva baja caducifolia, El Copalar, 02/mayo/2019.

Diagnosis. Notogaster con 14 pares de sedas y cuatro pares de sáculos. Presencia de pteromorfos móviles y lamela bien desarrollada, placa genital con cinco pares de sedas y tres en la agenital (Bayartogtokh, 2020).

Biología. Los estudios en torno a esta especie se centran en su taxonomía.

Distribución. Cosmopolita (Subías, 2004).

Comentarios. Los reportes para México corresponden a Estado de México, Ciudad de México, Hidalgo, Michoacán, Nayarit, Puebla, Querétaro y Veracruz (Palacios-Vargas, 2020). Por lo tanto, este es un nuevo reporte para Morelos.

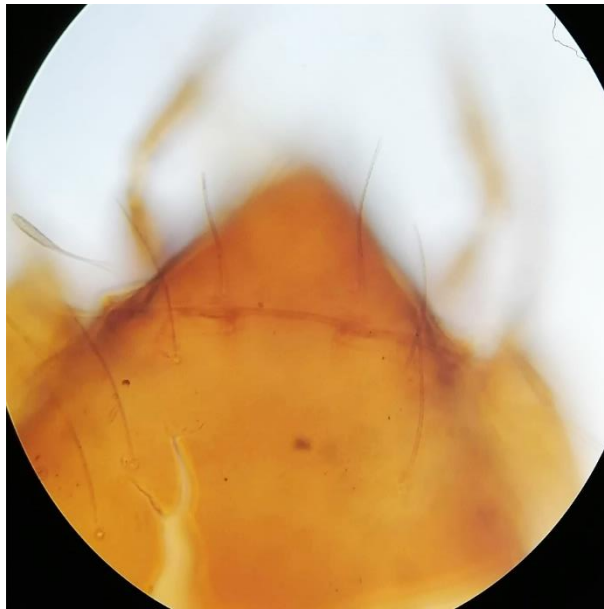


Figura 37. Vista dorsal de *Peloribates* (Imagen tomada a 40x).

***Rostrozetes* sp. 01 Sellnick, 1925** (Fig. 38).

(=*Carabozetes* Mihelčič, 1957).

(=*Zaberizetes* Yousef y Nasr, 1976).

Material examinado. Un espécimen adulto (preparación semipermanente, CE-ME/026), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 25/julio/2019. Un espécimen adulto (preparación semipermanente, CE-ME/027), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, selva baja caducifolia, El Copalar, 02/mayo/2019. Un espécimen adulto (en alcohol, CE-ME/144), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro vegetación secundaria, San Antonio Padua, 02/mayo/2019. Tres especímenes (en alcohol, CE-ME/145, 146 y 147), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 25/julio/2019.



Diagnosis. Notogaster con 14 pares de sedas y cuatro pares de sáculos, pteromorfos móviles, lamela bien desarrollada, patas generalmente tridáctiles, placa genital con cuatro pares de sedas y de una a tres pares de sedas agenitales (Bayartogtokh, 2000).

Biología. Los estudios en torno a esta especie se centran en su taxonomía.

Distribución. Argentina, Brasil, Cuba, Egipto, Venezuela, entre otros (Subías, 2004).

Comentarios. Los reportes para México corresponden a Coahuila, Morelos, Oaxaca, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Palacios-Vargas, 2020).



Figura 38. Vista dorsal de *Rostrozetes* (Imagen tomada a 40x).

#### Oribatulidae Thor, 1929

***Zygoribatula* sp. 01 Berlese, 1916** (Fig. 39).

(=*Fovoribatula* Lee y Birchby, 1991).

(=*Neoribatula* Ewing, 1917).

(=*Zetobelba* Hull, 1916).

Material examinado. Un espécimen adulto (preparación semipermanente, CE-ME/010), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 02/mayo/2019.

Diagnosis. Patas tridáctiles, lamela bien desarrollada, ausencia de pteromorfos, notogaster ovalado y de 11 a 14 pares de sedas, y cuatro pares de áreas porosas. Placa genital con cuatro pares de sedas y una agenital. Placa anal con dos pares de sedas y tres adanales (Sanyal *et al.*, 2004).

Biología. Los estudios en torno a esta especie se centran en su taxonomía.

Distribución. Cosmopolita (Subías, 2004).

Comentarios. Se tiene reporte para México en el estado de Aguascalientes, Chihuahua Edo. De México, Hidalgo y Veracruz (Palacios-Vargas, 2020), por lo que, para Morelos, este representa un nuevo aporte



Figura 39. Vista dorsal de *Zygoribatula* (Imagen tomada a 40x).

Protoibatidae J. y P. Balogh, 1984

***Totobates* sp. 01 Hammer, 1961** (Fig. 40).

Material examinado. Un espécimen adulto (preparación semipermanente, CE-ME/161), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 25/julio/2019.

Diagnosis. Patas unidáctiles, notogaster con áreas porosas, 10 pares de sedas y se pteromorfos móviles. Placa genital con tres sedas.

Biología. Los estudios en torno a esta especie se centran en su taxonomía.

Distribución. Antártica, Argentina, Chile y Nueva Zelanda (Subías, 2004).

Comentarios. Sin reporte para México.



Figura 40. Vista latero-dorsal de *Totobates* (Imagen tomada a 40x).

***Xylobates* sp. 01 Jacot, 1929** (Fig. 41).

Material examinado. Dos especímenes adultos (preparación semipermanente, CE-ME/013 y 014), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, selva baja caducifolia, El Copalar, 02/mayo/2019.

Diagnosis. Patas unidáctiles, presencia de sutura dorso-sejugal, notogaster con 10 pares sedas y de áreas porosas. Pteromorfos móviles. Placa genital con cinco sedas (Balogh y Balogh, 1992).

Biología. De acuerdo con Iglesias *et al.*, (2019), su abundancia se ve favorecida ante la presencia de elementos como el Cromo y Manganeseo, así como también muestran resistencia ante metales pesados.

Distribución. Cosmopolita (Subías, 2004).

Comentarios. Los reportes para México corresponden al estado de Campeche, Hidalgo San Luis Potosí y Sinaloa (Palacios-Vargas, 2020), teniendo así un nuevo reporte para Morelos.



Figura 41. Vista ventral de *Xylobates* (Imagen tomada a 40x).

Galumnoidea Jacot, 1925

Galumnellidae Balogh, 1960

***Galumnella* sp. 01 Berlese, 1916** (Fig. 42).

Material examinado. Dos especímenes adultos (preparación semipermanente, CE-ME/019), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 05/julio/2019.

Diagnosis. Pteromorfos móviles, auriculares o semicircular. Notogaster fevolado y sin áreas porosas (Balogh y Balogh, 1992).

Biología. Los estudios en torno a esta especie se centran en su taxonomía.

Distribución. Etiopia, Filipinas, India, Japón, Somalia, Sudáfrica, y Vietnam (Subías, 2004).

Comentarios. Sin registro previo para México.



Figura 42. Vista dorsal de *Galumnella* (Imagen tomada a 40x).

***Galumnopsis* sp. 01 Grandjean, 1931 (Fig. 43).**

Material examinado. Un espécimen adulto (preparación semipermanente, CE-ME/017) México, Morelos, Yau-tepec, Reserva Sierra Monte Negro, selva baja caducifolia, El Copalar, 02/mayo/2019. Un espécimen adulto (preparación semipermanente, CE-ME/018) México, Morelos, Yau-tepec, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 02/mayo/2019. Cuatro especímenes adultos (en alcohol, CE-ME/129, 130,131 y 132), México, Morelos, Yau-tepec, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 25/julio/2019. Cinco especímenes adultos (en alcohol, CE-ME/133, 134,135. 136 y 137), México, Morelos, Yau-tepec, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, El Copalar, 25/julio/2019.

Diagnosis. Notogaster liso, presencia de pteromorfos móviles, auriculares o semicircular, partes bucales atenuada apicalmente y con quelíceros pequeños (Balogh y Balogh, 1992).

Biología. Los estudios en torno a esta especie se centran en su taxonomía.

Distribución. Neotropical (Subías, 2004).

Comentarios. Sin registro previo para México.



Figura 43. Vista dorsal de *Galumnopsis* (Imagen tomada a 40x).

### 6.3. LISTADO TAXONÓMICO Y COMENTADO DE COLLEMBOLA DE LA RESERVA ESTATAL SIERRA MONTE NEGRO, MORELOS.

**COLLEMBOLA** Lubbock J, 1870

Poduromorpha Börner C, 1913

Hypogastruroidea Salmon J.T, 1964

Hypogastruridae Börner, 1906

***Xenylla* sp. 01 Tullberg, 1869** (Fig. 44).

Material examinado. Cinco especímenes adultos (preparación semipermanente, CE-ME/081, 082, 083, 084 y 085), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, selva baja caducifolia, El Copalar, 25/julio/2019.

Diagnosis. Cabeza con 4 + 4 o 5 + 5 ocelos. Piezas bucales cortas con dientes apicales grandes. Ausencia de órgano post- antenal (Janssens, 2007).

Biología. Presenta preferencia por hábitats en donde se encuentren micelios de hongos, en suelos con alta humedad, en cultivos, y preferentemente suelos no muy compactados, así como ricos en materia orgánica (Selga, 1963).

Distribución. Cosmopolita (Sternalski & Paśnik, 2019).

Comentarios. En México se tiene registros para la Baja California Sur, Campeche, Cd Méx, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Palacios-Vargas, 2020).



Figura 44. Vista ventral de *Xenylla* (Imagen tomada a 40x).

Entomobryomorpha Börner, 1913

Tomoceroidea Börner, 1913

Tomoceridae Schäffer, 1896

***Tomocerina* sp.01 Yosii, 1955** (Fig. 45).

Material examinado. Un espécimen adulto (preparación semipermanente, CE-ME/125), México, Morelos, Yauhtepec, Reserva Sierra Monte Negro, selva baja caducifolia, El Copalar, 25/julio/2019.

Diagnosis. Ocelos presentes y antenas largas. Mucrón muy alargado con 3 o más “dientes” a veces muy separados entre sí y se proyectan dorsalmente (Janssens, 2007).

Biología. Los estudios en torno a esta especie se centran en su taxonomía.

Distribución. Cosmopolita (Yu y Deharveng, 2016).

Comentarios. De acuerdo con la actualización de base de datos de Collembola de Palacios-Vargas (2020), este género no se encuentra reportado para México.



Figura 45. Vista dorsal de la cabeza y parte del tórax de *Tomocerina* (Imagen tomada 40x).

Isotomoidea Szeptycki, 1979

Isotomidae Schäffer, 1896

Proisotominae Stach, 1947

*Folsomina* Denis, 1931 (Fig. 46).

***Folsomina onychiurina* Denis, 1931.**

(=*Folsomina yossi* Lawrence P.N, 1969).

Material examinado. 1 espécimen adulto (preparación semipermanente, CE-ME/086), México, Morelos, Yautepac, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 25/julio/2019.

Diagnosis. Carece de ocelos, y órgano post-antenal. Abdomen sin pares de espinas, cuarto y quinto segmentos fusionados dorsalmente con el sexto abdominal. Manubrio largo (Janssens, 2007).



Biología. Es una de las especies que gracias a su gran capacidad de adaptación se encuentra en diversos lugares, siendo así una especie cosmopolita (Greenslade, 1999).

Distribución. Norte, Centro y Sur de América, Africa, Asia, Australia, India, Oceanía y Nueva Zelanda (Greenslade, 1999).

Comentarios. Los reportes para México son Ciudad de Méx, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Morelos, Querétaro, Tabasco y Yucatan (Palacios-Vargas, 2020).



Figura 46. Vista ventral de la cabeza de *Folsomina onychiurina* (Imagen tomada a 40x)

#### Anurophorinae Börner C, 1901

*Hemisotoma* Bagnall R.S, 1949.

(=*Isotominae Isotomina* Bagnall R.S, 1949).

(=*Isotomidae Cryptopygus* Kahrarian M y Arbea J, 2013).

***Hemisotoma thermophila* Axelson, 1900** (Fig. 47).

(=*Isotoma lombokensis* Schött, 1901).

(=*Proisotoma (Isotomina) thermophila* Linnaniemi, 1912).

(=*Isotoma bituberculata* Wahlgren, 1912).

(=*Isotomina thermophila* f. Denis, 1931).

(=*Isotoma linnaniemia* Womersley, 1934).

(=*Proisotoma (Isotomina) sexoculata* Womersley, 1934).

(=*Isotoma decemoculata* Womersley, 1935).

(=*Proisotoma (Proisotoma) cognata* Folsom J.W, 1937).

(=*Proisotoma constructua* Folsom J.W, 1937).

(=*Proisotoma (Proisotoma) tenelloides* Folsom J.W, 1937).

(=*Isotoma (Isotoma) pentomma* Womersley H, 1939).

(=*Isotomina martiniquae* Stach, 1947).

(=*Isotomina salaymebi* Christiansen K, 1951).

Material examinado. 17 especímenes adultos (preparación semipermanente, CE-ME/087, 088, 089, 090, 091, 092, 093, 094, 095, 096, 105, 116, 117, 118, 126, 127 y 128), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 25/julio/2019. Ocho especímenes adultos (preparación semipermanente, CE-ME/097, 098, 099, 100, 101, 102, 103 y 104), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, selva baja caducifolia, El Copalar, 25/julio/2019.

Diagnosis. Cuerpo cilíndrico, en la cabeza se encuentra 8+8 ocelos. Presentan una fúrcula larga (Janssens, 2007).

Biología. Esta especie, se ha observado que tiene preferencia por sitios con alguna perturbación (Vanhée y Devigne, 2018) y sus hábitos corresponden al grupo de los hemiedáficos (Buşmachiú *et al.*, 2017), lo cual facilita su captura en muestreos someros.

Distribución. Cosmopolita (Vanhée y Devigne, 2018).

Comentarios. Se ha reportado en México en el estado de Chiapas, Estado de México, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Querétaro, Quintana Roo, Tabasco y Veracruz (Palacios-Vargas, 2020).



Figura 47. Vista de la cabeza en posición lateral de *Hemisotoma thermophila* (Imagen tomada a 40x).

Entomobryoidea Womersley, 1934

Entomobryidae Schäffer, 1896

Seirinae Yossi, 1961

***Seira* sp. 01 Lubbock, 1869** (Fig. 48).

Material examinado. Un espécimen adulto (preparación semipermanente, CE-ME/106), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, selva baja caducifolia, El Copalar, 25/julio/2019.

Diagnosis. El manubrio y la fúrcula no presentan sedas dorsales modificadas o ramificadas, el mucrón se encuentra “hinchado” dorsalmente.

Observaciones. Son organismos hemiedaficos, por lo que se encuentran principalmente en la superficie edáfica y en paisajes tropicales (Cipola *et al.*, 2014)

Distribución. Cosmopolita (Cipola *et al.*, 2014).

Comentarios. Se han reportado para México en los estados de Baja California, Ciudad de México, Chiapas, Durango, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Morelos y Veracruz (Palacios-Vargas, 2020).



Figura 48. Vista de la parte dorsal de la cabeza de *Seira* (Imagen tomada a 40x).

Lepidocyrtinae Wahlgren E, 1906

***Lepidocyrtus* sp. 01 Bourlet C, 1839** (Fig. 49).

Material examinado. 12 especímenes adultos (preparación semipermanente, CE-ME/066, 067, 068, 069, 070, 071, 072, 073, 074, 075, 076 y 077), México, Morelos, Yau-tepec, Reserva Sierra Monte Negro, selva baja caducifolia, El Copalar, 25/julio/2019. Cinco especímenes adultos (preparación semipermanente, CE-ME/119, 120, 121, 122 y 123), México, Morelos, Yau-tepec, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 25/julio/2019.

Diagnosis. El cuerpo se encuentra cubierto de escamas finas, en la cabeza se presentan 8 +8 ocelos (Janssens, 2007).

Biología. Este género presenta el cuerpo cubierto 'por escamas como una adaptación ante la sequía, así reducen la transpiración de la superficie del cuerpo. Son organismos que se pueden encontrar sobre el suelo, por lo que se denominan epígeos (Arbea y Blasco-Zumeta, 2001).

Distribución. Cosmopolita (Arbea y Blasco-Zumeta, 2001).

Comentarios. Para México se tiene registros en la Cd Méx, Colima, Chiapas, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Querétaro y Veracruz (Palacios-Vargas, 2020).



Figura 49. Vista latero-dorsal de *Lepidocyrtus* (Imagen tomada a 40x).

***Pseudosinella* sp. 01 Schäffer, 1897.**

***Pseudosinella* sp. 02<sup>1</sup> Schäffer, 1897**

Material examinado. Diez especímenes adultos (preparación semipermanente, CE-ME/036, 037, 038, 039, 041, 042, 064, 114 y 115), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, vegetación secundaria, San Antonio Padua, 25/julio/2019. 23 especímenes adultos (preparación semipermanente, CE-ME/040, 043, 044, 045, 046, 047, 048, 049, 050, 051, 052, 053, 054, 055, 056, 057, 058, 059, 060, 061, 062, 063 y 113), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, selva baja caducifolia, El Copalar, 25/julio/2019.

Diagnosis. Cabeza provista de 6 +6 o menos ocelos, el cuarto segmento antenal se encuentra un poco más amplio con respecto a los demás. La laminilla mucronal ausente y el mucrón es de tipo bidentado (Janssens, 2007).

Biología. En general son organismos epiedáficos, por lo que es fácil encontrarlos en hojarasca y en epífitas (Palacios-Vargas, 2014).

Distribución. Cosmopolita (Palacios-Vargas, 2014).

Comentarios. Para México se tienen reportes en Jalisco, Veracruz, Cd Méx, Campeche, Yucatán, Querétaro, Chiapas, Morelos, Tabasco, Quintana Roo y Guerrero (Palacios-Vargas, 2020).

<sup>1</sup> *Pseudosinella* sp. 02 se diferencia de *Pseudosinella* sp. 01 por carecer de ocelos, principalmente.

Paronellidae Börner, 1906

Paronellinae Börner, 1906

***Paronella* sp. 01 Schött H, 1893** (Fig. 50).

Material examinado. Un espécimen adulto (preparación semipermanente, CE-ME/125), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, selva baja caducifolia, El Copalar, 25/julio/2019.

Diagnosis. El cuerpo con poca coloración y esta provisto por escamas. En la cabeza se encuentran 8 + 8 ocelos. En el metatorax no se observa una curvatura parecida a una “joroba”. El mucrón presenta 3 o más “dientes” y en el mucrón se encuentran espinas cortas y lisas (Janssens, 2007).

Biología. Se ha encontrado que este género presenta tolerancia a zonas con altas concentraciones de hidrocarburos (Uribe-Hernández *et al.*, 2010).

Distribución. Cosmopolita (Palacios-Vargas, 2014).

Comentarios. De acuerdo con la actualización de base de datos de Collembola de Palacios-Vargas (2020), este género no se encuentra reportado para México, pero se reportó la presencia de *Paronella* en Veracruz (Uribe-Hernández *et al.*, 2010) y en una cueva de Morelos (Palacios-Vargas, 1997).



Figura 50. Vista ventral de *Paronella* (Imagen tomada a 40x).

Troglopedetinae Börner, 1913

***Trogolaphysa* sp. 01 Mills H.B y Pearse A.S, 1938.**

Material examinado. Un espécimen adulto (preparación semipermanente, CE-ME/108), México, Morelos, Yautepec, Reserva Sierra Monte Negro, selva baja caducifolia, El Copalar, 25/julio/2019.

Diagnosis. El cuerpo está cubierto por escamas, presenta poca esclerotización por lo que tienen un color blanquecino. En la cabeza se encuentran 6 + 6 ocelos. El cuarto segmento abdominal no se observa dividido (Janssens, 2007).

Distribución. Cosmopolita.

Comentarios. En México se ha reportado en Chiapas, Guerrero, Veracruz y Yucatán (Palacios-Vargas, 2020). Siendo reporte nuevo para Morelos.

#### **6.4. COMPOSICIÓN DE ÁCAROS ORIBÁTIDOS Y COLÉMBOLOS POR SITIO Y POR TEMPORADA**

Se comparó la composición de oribátidos y colémbolos entre sitios y entre una temporada y otra. Entre sitios, fue porque la disparidad de condiciones se pudo observar a nivel de paisaje, pero de acuerdo con los valores determinados de pH y porcentaje de materia orgánica, las diferencias se acentuaron, especialmente en este último parámetro.

En relación con el porcentaje de materia orgánica, el “El Copalar” resultó con un valor notablemente más alto que “San Antonio Padua”. Con respecto al pH los valores fueron similares entre sí (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores de pH y porcentaje de materia orgánica de los sitios de colecta de la Reserva Estatal Sierra Monte Negro, Morelos.

<b>SITIO</b>	<b>pH</b>	<b>% Materia orgánica</b>
San Antonio Padua	6.6	3.2
El Copalar	7.1	8.2

Considerando lo anterior, se identificó que morfoespecies se presentaron en cada uno de los sitios, esto considerando presencia/ausencia de estas. Lo que se observó fue que las 20 morfoespecies de oribátidos se distribuyeron en ambos sitios equitativamente, así mismo algunas no mostraron afinidad por algún sitio, tal es el caso de *Eremobelba piffli*, *Galumnella* sp. 01 y *Scheloribates* sp. 01, por mencionar algunas (Fig. 51).



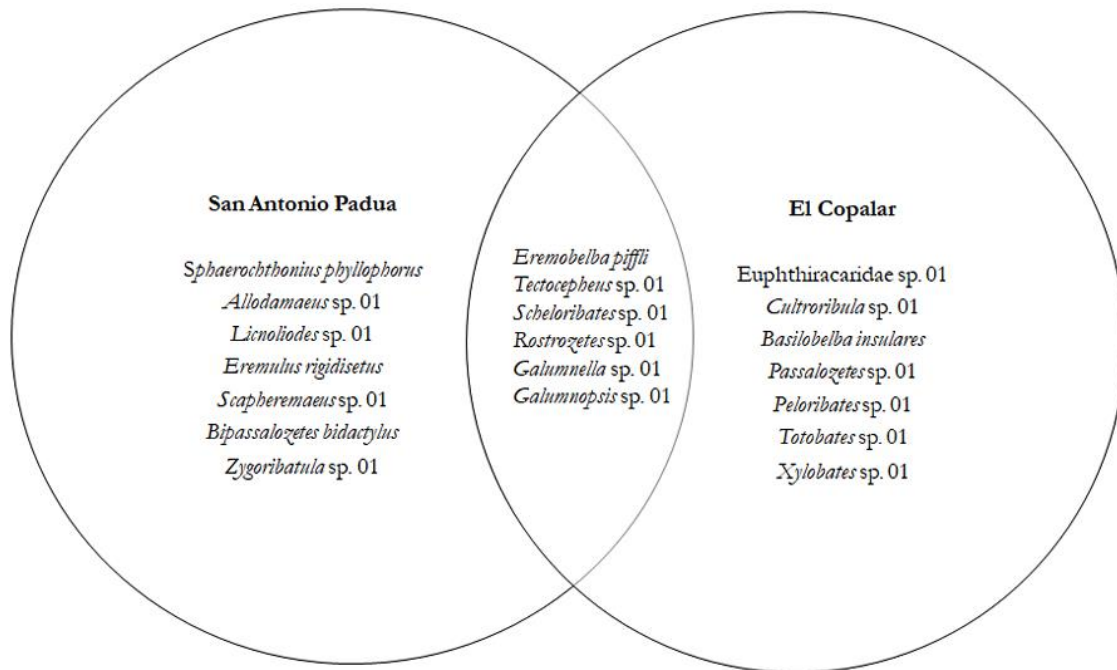


Figura 51. Diagrama de Venn que muestra las morfoespecies de oribátidos de cada sitio, así como las que se comparten.

En Collembola, de las 10 morfoespecies, sólo una se encontró en el sitio “San Antonio Padua”, que corresponde a *Tomocerina* sp. 01; *Hemisotoma thermophila* y *Pseudosinella* sp. 01 son las dos morfoespecies que se observaron en ambos sitios (Fig. 52).

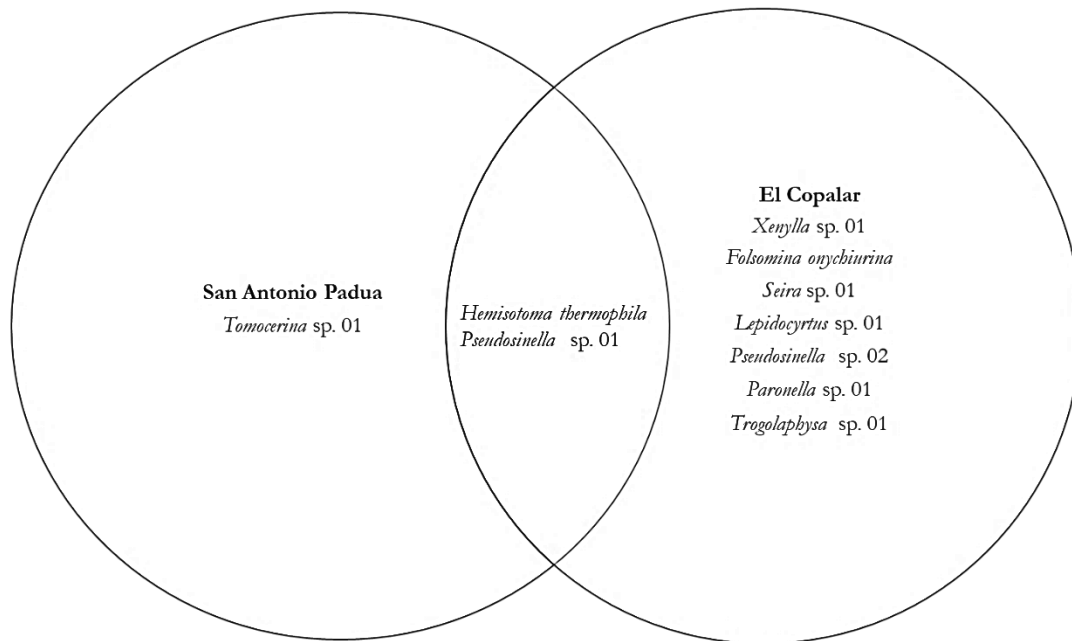


Figura 52. Diagrama de Venn que muestra las morfoespecies de colémbolos de cada sitio, así como las que se comparten.

También, a través de la comparación específica entre la temporada seca y la de lluvias, se identificó pudo observar que Collembola, presentó una respuesta negativa a la escasez de lluvia, mientras que en oribátidos no se observó una diferencia entre la estacionalidad.

En Oribatida, algunas de las morfoespecies que se presentaron sólo en lluvias fue *Sphaerochthonius phyllophorus*, *Lobmannia hispaniola*, *Eremulus rigidisetus*, entre otras; aquellas que sólo se observaron en temporada de estiaje corresponde a *Euphthiracaridae* sp. 01, *Cultroribula* sp. 01 y *Peloribates* sp. 01, por mencionar algunas (Cuadro 4).

Para Collembola, el factor lluvia, fue determinante, ya que todos sus representantes se observaron en temporada de lluvias, siendo *Hemisotoma thermophila* y *Pseudosinella* sp. 01 las más abundantes (Cuadro 4).

Cuadro 4. Presencia de morfoespecies de acuerdo con la estacionalidad

<b>ORIBATIDA</b>		
<b>Morfoespecie</b>	<b>Estiaje</b>	<b>Lluvias</b>
<i>Sphaerobthonium phyllophorus</i>		*
Euphthiracaridae sp. 01	*	
<i>Allodamaeus</i> sp. 01	*	
<i>Licnoliodes</i> sp. 01		*
<i>Cultroribula</i> sp. 01		*
cf. <i>Eremulus rigidisetus</i>		*
cf. <i>Eremobelba piffli</i>	*	*
cf. <i>Basilobelba insularis</i>		*
<i>Tectocephus</i> sp. 01		*
<i>Scapheremaes</i> sp. 01	*	
cf. <i>Bipassalozetes bidactylus</i>	*	
<i>Passalozetes</i> sp. 01	*	
<i>Schelorbates</i> sp. 01	*	*
<i>Peloribates</i> sp. 01	*	
<i>Rostrozetes</i> sp. 01	*	*
<i>Zygoribatula</i> sp. 01	*	
<i>Totobates</i> sp. 01		*
<i>Xylobates</i> sp. 01	*	
<i>Galumnella</i> sp. 01	*	*
<i>Galumnopsis</i> sp. 01	*	*
<b>COLLEMBOLA</b>		
<i>Xenylla</i> sp. 01		*
<i>Tomocerina</i> sp. 01		*
<i>Folsomina onychiurina</i>		*
<i>Hemisotoma thermophila</i>	*	*
<i>Entomobridae</i> sp. 01		*
<i>Seira</i> sp. 01		*
<i>Lepidocyrtus</i> sp. 01		*
<i>Pseudosinella</i> sp. 01		*
<i>Pseudosinella</i> sp. 02		*
<i>Paronella</i> sp. 01		*
<i>Trogolaphysa</i> sp. 01		*

## 6.5. ABUNDANCIA DE ÁCAROS ORIBÁTIDOS Y COLÉMBOLOS Y COMPARACIÓN ENTRE LOS SITIOS Y TEMPORADAS.

El total de organismos colectados dentro de la Reserva Sierra Monte Negro corresponde a 170, en donde los oribátidos representan el 46% de los organismos; mientras que Collembola, el 54%.

Adicionalmente a los anterior, se determinaron las abundancias de cada morfoespecie en cada uno de los sitios, mismas que al compararlas, se observó que en “El Copalar” había un mayor número de oribátidos, esto mismo ocurrió para el caso de colémbolos. Es decir, que, del total de organismos, el 65% se encontró en este sitio, del cual el 32% corresponde a Oribatida y 33% a Collembola (Cuadro 5).

Cuadro 5. Riqueza específica y abundancia relativa de Oribatida y Collembola de cada sitio.

	Riqueza de especies	Abundancia relativa (%)
<b>San Antonio Padua</b>		
Oribatida	24	13.5
Collembola	35	20.6
$\Sigma$	59	34.1
<b>El Copalar</b>		
Oribatida	54	32.4
Collembola	57	33.5
$\Sigma$	111	65.9

También es importante mencionar aquellas morfoespecies que sobresalen en número de cada sitio, estando *Galumnopsis* sp. 01 (Oribatida) en ambos y en mayor proporción, mientras que de Collembola fue *Hemisotoma thermophila* en “San Antonio Padua” y *Pseudosinella* sp. 01 para “El Copalar” (Fig. 53).

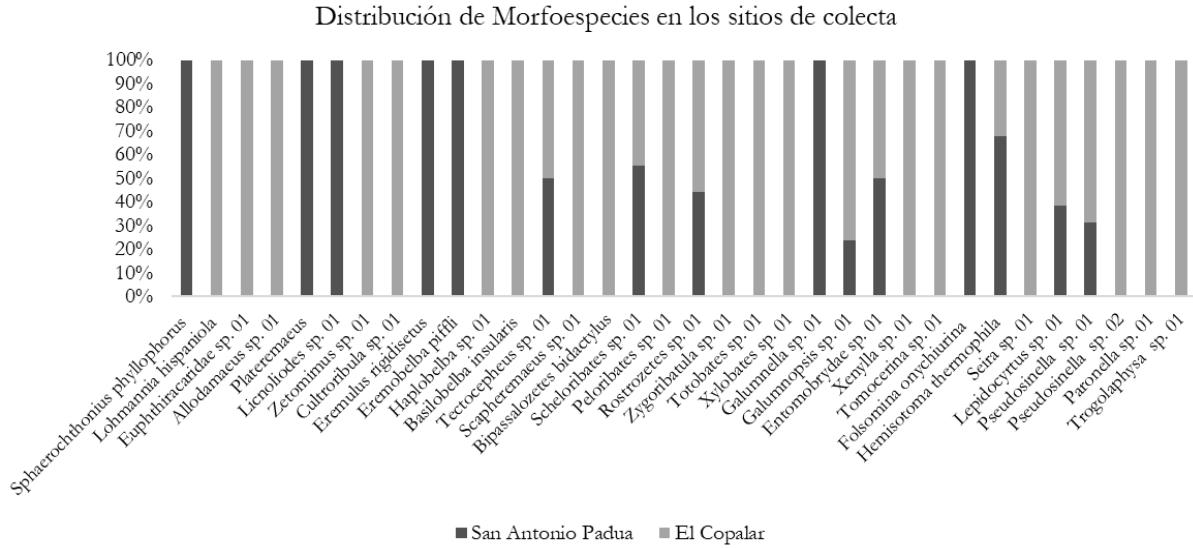


Figura 53. Gráfica que indica el porcentaje que representa cada una de las morfoespecies de acuerdo con el sitio.

De igual manera, se realizó una comparación de acuerdo con la estacionalidad, en Oribatida, se observó que algunas morfoespecies se presentaron solo en una de las dos temporadas, tal es el caso de *Sphaerochthonius phyllophorus*, *Allodamaeus sp. 01* y *Licnoliodes sp. 01*; mientras que otras, mostraron una respuesta positiva a la disminución de humedad dada por la ausencia de lluvias, siendo el caso de *Schelorbates sp. 01* y *Galumnopsis sp. 01* (Fig. 54).

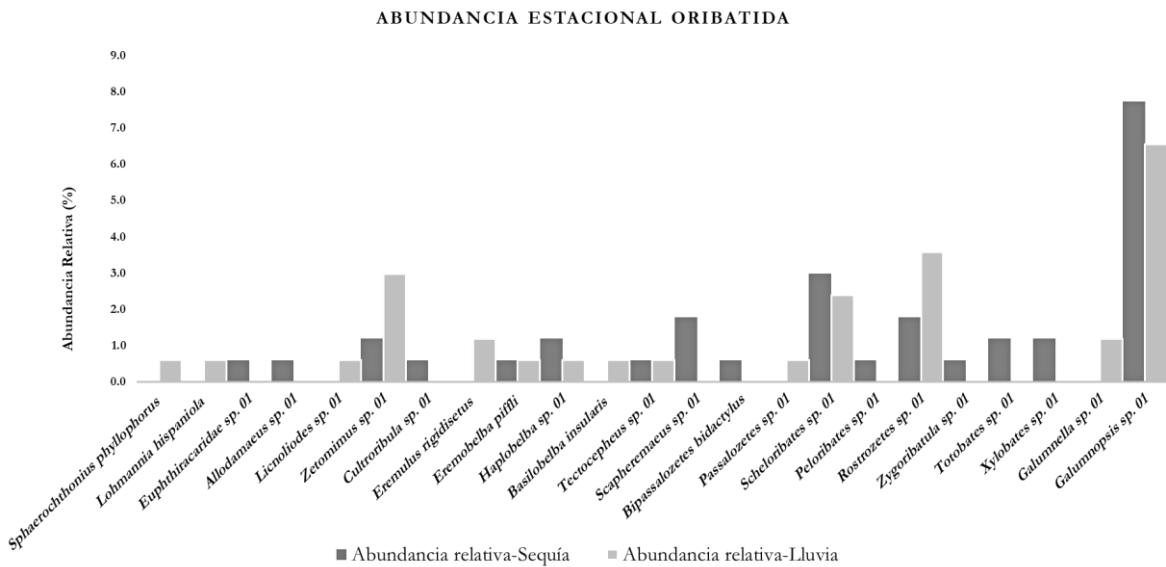


Figura 54. Gráfica de abundancias de Oribatida, de acuerdo con la estacionalidad.

En Collembola la diferencia entre una temporada y otra fue muy marcada, pues todos los organismos fueron encontrados en lluvias, a excepción de una especie, *Hemisotoma thermophila*, la cual se colectó en sequía. También es importante mencionar que las morfoespecies más sobresalientes en número corresponden a *hemisotoma thermophila* y *pseudosinella* sp 01 (Fig. 55).

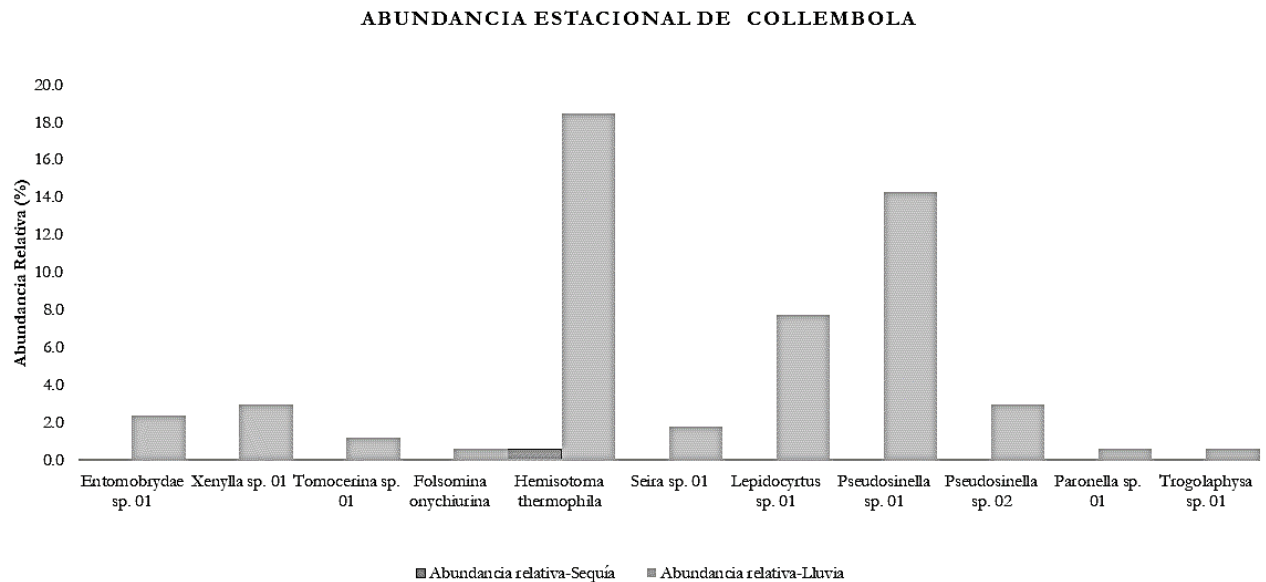


Figura 55. Gráfica de abundancias de Collembola de acuerdo con la estacionalidad.

## 7. DISCUSIÓN

Identificar la composición de ácaros oribátidos y colémbolos, permite inferir sobre los beneficios directos o indirectos que estos aportan a un ecosistema. Una de las formas para conocer esta composición es a través de listados taxonómicos, los cuales, de manera general sintetizan información sobre la distribución y biología de las especies contenidas en un área (Cruz-Flores *et al.*, 2017).

También, los listados taxonómicos son una herramienta importante para priorizar en temas de monitoreo de áreas importantes, como es el caso de la Reserva Sierra Monte Negro. Esta área, corresponde a un Área Natural Protegida del estado de Morelos, misma en la que se ha reconocido la importancia de elaborar listados o inventarios de su diversidad, esto con el objetivo de identificar especies indicadoras, emblemáticas y

endémicas. Lo anterior, con el fin de priorizar su conservación, así como evitar que continúen las actividades como la tala, pastoreo y apertura de nuevas tierras para el cultivo, esto principalmente para la zona núcleo (Vázquez-Márquez *et al.*, 2020).

Por lo anterior, el continuar con estudios de la edafofauna, específicamente de ácaros oribátidos y colémbolos, en áreas tan importantes como la Reserva Sierra Monte Negro, se está contribuyendo, por una parte, al conocimiento sobre estos a nivel país; por otra, se colabora en la identificación de la diversidad de esta área.

Retomando lo anterior, el presente documento, no solo aporta nuevos registros para Morelos, también para México, que en el caso de Oribatida queda muy claro cuáles son, pero para Collembola, el género *Tomocerina* podría representar un nuevo registro para el país, ya que no se encontró algún reporte previo, esto de acuerdo con la revisión del trabajo de Palacios-Vargas (2020), en el cual se agrupan la mayoría de las especies reportadas para México. También es importante mencionar, que a excepción de *Scheloribates* sp. 01, las morfoespecies aquí mencionadas representan nuevos aportes para la Reserva Estatal Sierra Monte Negro, esto es debido a que esta área había sido inexplorada. Las principales razones son los limitados investigadores respecto a estos grupos y el complicado acceso a algunas áreas de dicha reserva, esto debido a los problemas por asentamientos humanos irregulares.

Relacionado con lo anterior, en este documento se presenta el primer listado para la Reserva en cuestión. De este se observó que algunos géneros, muestran una distribución que no corresponde con la literatura. Un ejemplo de esto es, *Galummella*, la cual se ha reportado para Filipinas, India, Etiopia, Vietnam, Sudáfrica, Japón y Somalia (Subías, 2004), esto podría explicarse por tres razones: la primera es que el conocimiento sobre la distribución de ácaros oribátidos aun presenta deficiencias; la segunda, es que los reportes de Subías (2004) son los primeros que se hacen de manera global, mismos que están presentando cambios contantemente de acuerdo con las nuevas aportaciones sobre el grupo; y la tercera, puede estar relacionada a la errónea identificación taxonómica, pues tanto su estudio como el acceso a la literatura taxonómica son factores complicados y limitantes para una buena determinación.

Por lo que se sugiere de revisar nuevamente los ejemplares, así como realizar las disecciones pertinentes para poder tener una identificación más certera, esto como primera instancia, ya que las otras dos opciones no son descartables.

Posteriormente, se comparó la composición de Oribatida y Collembola entre los sitios, esto considerando las diferencias entre estos. Primero, es importante mencionar que los suelos de los sitios de muestreo tuvieron valores de pH dentro del intervalo 6.6 y 7 que, de acuerdo con Aguilar, *et al* (1978) y Espinoza *et al.*, (2012) corresponden a un pH neutro. Cabe indicar que el sitio “San Antonio Padua” está justo en el límite de ser valorado como neutro, e incluso podría ser considerado como ligeramente ácido. Para el caso de porcentaje de materia orgánica, el sitio “El Copalar” mostro un valor que se atribuye como muy alto, esto de acuerdo con parámetros para suelos no volcánicos del Diario Oficial (2002).

Al comparar las morfoespecies presentes en cada uno de los sitios, en oribátidos no se observó mucha diferencia, esto podría estar relacionado a que este grupo presenta una gran capacidad de adaptación (Gergocs y Hufnagel, 2009), así como también a que dicha comparación se realizó utilizando el criterio presencia/ausencia de morfoespecies lo que resulto difícil poder inferir sobre si había o no preferencia por algún sitio. Esta misma comparación se realizó para Collembola, en donde se pudo observar que casi todas las morfoespecies se hallaron en el sito “El Copalar”, siendo *Tomocerina* sp. 01 la única para el sitio “San Antonio Padua”, esto puede estar vinculado a que en este sitio predomina vegetación secundaria, la cual esta provista de diversas especies arbustivas y algunos ejemplares de *Tomocerina* presentan preferencia por los arbustos, así como también se han reportado como organismos oportunistas (Vanhée y Devigne, 2018).

Así mismo, se realizó la comparación entre la estacionalidad, considerando el mismo criterio de presencia/ausencia de morfoespecies. Encontrando que en Oribatida de igual manera no se mostraron diferencias relevantes en cuanto al número de morfoespecies presentes entre una estación y otra, esto podría aclararse posteriormente al comparar las abundancias. En el caso de Collembola, este factor (estacionalidad) parece que tuvo un mayor impacto, pues su presencia fue casi nula para la temporada seca, esto quizá se



relaciona con la reacción negativa a la disminución de humedad que han mostrado algunos colémbolos (Gómez-Anaya *et al.*, 2010; Vázquez -Noh 2013).

Finalmente se realizó una comparación entre las abundancias relativas de cada morfoespecie, para después compararla entre sitio y estacionalidad, de este modo, quizá se puedan aclarar algunas de las muchas dudas que surgieron en los párrafos anteriores. Empezando con el total de organismos colectados, el cual fue de 170 ejemplares de ácaros oribátidos y colémbolos, números que se encuentran muy por debajo de lo reportado, pues de acuerdo con Hopkin (1997) Collembola es un grupo tan abundante en el medio edáfico que se pueden encontrar hasta 100 000 individuos/m<sup>2</sup>, mientras que en Oribatida se han reportado entre 3000 y 5000 ejemplares (Accattoli y Salazar, 2012; Villagomez *et al.*, 2017). Esto podría explicarse a la falta de muestras, así como de replicas durante algún tiempo determinado, aunado a que las excavaciones fueron superficiales, esto por el tipo de suelo de los sitios muestreados ya que eran muy rocosos y con perfiles poco desarrollados.

A pesar de esto, se pudo observar que el mayor porcentaje de organismos, tanto de oribátidos como de colémbolos fue más alto en el sitio “El Copalar”, mismo en el que el porcentaje de materia orgánica fue alto. Esto último puede explicar que la mayoría de los organismos haya presentado afinidad por dicho sitio, pues la materia orgánica es un recurso vital para estos organismos (Maycotte-Morales, 2011). Aunque de acuerdo con Gergócs y Hufnagel (2009), la abundancia de oribátidos puedes estar más relacionada con el porcentaje de carbono (%C) que, con la cantidad de materia orgánica, ya que se ha correlacionado a sitios con %C de 3.71 a 4.7 en hábitats naturales con mayor abundancia y riqueza, pero dicha información aún carece de más estudios comparativos. También, algunos oribátidos como *Tectocephus*, se presentaron indistintamente en ambos sitios, eso coincide con reportes previos, ya que es un género que se caracteriza por estar en hábitats desde secos y perturbados hasta bosques intactos (Hufnagel *et al.*, 2011).

En Collembola, igualmente, las morfoespecies presentaron más afinidad por el sitio “El Copalar”, que de acuerdo con Maraun *et al.*, (2003), estos organismos tienen una respuesta positiva a suelos con alto contenido de materia orgánica aumentando sus abundancias. Así como también se ha identificado que estos tienen preferencia por sitios menos

alterados o con suelos que conserven parte de su cobertura vegetal (Ponge *et al.*, 1993; Sousa *et al.*, 2006; Guillen *et al.*, 2006), por lo que especies del género *Folsomina*, son los que han presentado más vulnerabilidad a suelos modificados al igual que algunos géneros de Hypogastruridae (Maraun *et al.*, 2003).

También, en el sitio “San Antonio Padua” el cual se caracterizo por estar visiblemente alterado por las diversas actividades antropogénicas, algunas morfoespecies fueron abundantes, tal es el caso de *Hemisotoma thermophila*, la cual se ha encontrado en sitios perturbados (Vanhée y Devigne, 2018) y sus hábitos corresponden al grupo de los hemiedáficos (Buşmachi *et al.*, 2017), lo cual facilita su captura en muestreos someros. En referencia a la comparación de abundancia de acuerdo con la estacionalidad, esta influyó notoriamente en Collembola, pues solo se presentó en temporada de lluvias, esto podría estar relacionado a la disminución de humedad. En numerosos estudios se ha reportado que las variaciones estacionales influyen en la abundancia y riqueza de estos organismos (Ferreira *et al.*, 2013; Vázquez -Noh, 2013; Gómez-Anaya *et al.*, 2010).

La única especie de Collembola presente en temporada de secas fue *Hemisotoma thermophila*, esto puede estar vinculado a su biología, pues es una especie termófila (que puede tolerar condiciones de temperatura extremas) y nitrofila (que tiene preferencia por sitios con altas concentraciones de nitrógeno) (Kahrarian, 2015), pero la razón por la que sólo se colectó un organismo de esta especie se puede atribuir que al ser un organismo hemiedáfico se encuentra en contacto directo con muchos depredadores como Coleoptera, Formicidae y Araneae, aunado a que las muestras no se procesaron *in situ* se corrió el riesgo de que muchos colémbolos fueran consumidos. A pesar de esto, el encontrar sólo un ejemplar de colémbolo en sequía no coinciden con reportes sobre la biología de estos organismos. Si bien, los colémbolos tienen una reacción negativa a la disminución de humedad (Gómez-Anaya *et al.*, 2010; Vázquez -Noh 2013), también cuentan con adaptaciones y estrategias para sobrevivir a la sequía, tal es el caso de algunas especies de los géneros *Brachystomella* y *Folsomide*, que pasan largos periodos en estado de anhidrobiosis; otras especies del género *Lepidocyrtus* y *Seira* tienen el cuerpo cubierto de “escamas” para reducir la transpiración del cuerpo (Arbea *et al.*, 2001). En esto último, surge la pregunta, ¿Por no encontramos a *Lepidocyrtus* en temporada de secas?, la

respuesta podría estar en el ciclo reproductivo, pues de acuerdo con Leinaas y Bleken (1983) algunas especies del género *Lepidocyrtus* pasan por una etapa de diapausa antes de la eclosión de los huevos durante el invierno, de ésta forma aseguran la eclosión en condiciones más favorables y disminuyen la mortandad.

En Oribatida se observó un aumento en la abundancia de algunas morfoespecies en temporada de sequía, mientras que en otras sólo se presentaron exclusivamente en una de las temporadas, esto podría estar relacionado a la diversa biología de los diferentes grupos, ya que hay oribátidos pequeños con una reproducción rápida como es el caso de Oppidae o bien grandes con una reproducción lenta como Nothrina; también puede estar relacionado con su ciclo reproductivo presentando aumentos en su abundancia en algunas estaciones del año, por ejemplo a finales del verano (Wehner et al., 2018). También, se ha observado que los oribátidos no son tan vulnerables a la temporada o estación del año, éstos se ven más influenciados por el hábitat, aunado a esto se ha demostrado que Oribatida responde ligeramente a cambios como la precipitación o temperatura (Pacek et al., 2020; Wehner et al., 2018). Para el caso del género *Tectocephus*, se ha reportado que éste sí podría estar influenciado por factores climáticos (Hufnagel et al., 2011).

Oribatida y Collembola, son grupos que se encuentran distribuidos en todos los ecosistemas, presentando diversas adaptaciones y estrategias para vivir en diferentes ambientes, teniendo así una gama de factores que considerar para determina que y cómo influyen en su dinámica poblacional. Por lo que su distribución, riqueza y abundancia de oribátidos y colémbolos responden a diversos factores que van desde su biología (ciclo reproductivo, adaptaciones y estrategias) hasta factores abióticos, así como su interacción intra e interespecífica.

## 8. CONCLUSIONES

1. El presente trabajo representa la primera aportación respecto al estudio de microartrópodos edáficos para la Reserva Estatal Sierra Monte Negro, Morelos, obteniendo un total de 170 organismos, 78 organismo de Oribatida, los cuales se distribuyen en 16 familias y 20 géneros; mientras que de Collembola fueron 92 ejemplares representados en 5 familias y 9 géneros.
2. Se aportan 11 nuevos registros de Oribatida y uno de Collembola para Morelos; también se presentan nuevos registros para México, que corresponde *Sphaerochthonius phyllophorus*, *Birobates* y *Totobates* (Oribatida), así como posiblemente *Tomocerina* (Collembola), contribuyendo así al conocimiento sobre la distribución nacional y mundial de Oribatida y Collembola.
3. La composición de especies fue diferente en ambos sitios, aunque compartieron algunas especies, presentando una mayor riqueza y abundancia relativa el sitio “El Copalar” que fue el que presentó mayor cantidad de materia orgánica.
4. Así mismo se observó que la estacionalidad pudo haber afectado la riqueza y abundancia de Collembola, no siendo así para el caso de Oribatida cuyos parámetros fueron más o menos iguales en ambas temporadas, con excepción de algunos organismos como el caso de *Tectocephus*.
5. Algunas especies de Oribatida y Collembola pueden advertirnos respecto a las posibles modificaciones en el medio edáfico, por lo que se requiere de prestar atención a dicha área y sobre todo continuar con estudios más sistemáticos.
6. Es preciso continuar con estudios que contribuyan y complementen el conocimiento de ácaros oribátidos y colémbolos, sobre todo porque podrían apoyar en la mejora de prácticas para el manejo de los recursos naturales.

## CAPÍTULO 8

### 9 ANEXOS

#### 9.1. ANEXO 1. MUESTREO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO

De cada sitio de muestreo se tomaron tres muestras de suelo: una al principio, otra en medio y la última al final del transecto anteriormente descrito.

Se tomó 1kg de suelo de cada punto, en cada uno se trazó un cuadrado de 10x10cm y se cavó hasta que se logró ver la roca madre, en el caso de los sitios mencionados anteriormente fue de 10 cm de profundidad.

La tierra se guardó en bolsas cerradas herméticamente y se transportaron al laboratorio de Edafología del Centro de Investigación Biológica (CIB) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM).

Las muestras de suelo obtenidas se pusieron en charolas a las cuales previamente se les colocó dos hojas de periódico, y se dejaron secar por 10 días. Una vez con las muestras secas, se pasaron por 3 tipos de tamiz cada una y con lo obtenido, se hizo una muestra compuesta, misma que se guardó en un envase de plástico para su posterior análisis (Fig. 56).



Figura 56. Procesamiento de muestras de suelos. I) tres tipos de tamiz por las que pasaron las muestras de suelo; II) muestra seca y III) muestra después del tamizado.

## 9.2. ANEXO 2. DETERMINACIÓN DE PH

Se tomaron dos muestras de 10 g de suelo y se colocaron en vasos de precipitados, a una muestra de cada sitio se agregó 25 ml de agua destilada y a la otra 25 ml de KCL 1 N pH 7, posteriormente se agitaron durante 30 min. Finalmente se calibró el potenciómetro con una solución buffer en el orden 4, 10 y 7, esto para que se pudieran tomar las lecturas de pH de las distintas muestras (Fig. 57).



Figura 57. Determinación de pH. I) solución KCL en las muestras; II) muestras agitándose durante 30min; III) Buffer utilizados y IV) toma de lectura.

### 9.3. ANEXO 3. DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA

Para determinar la cantidad de materia orgánica se utilizó el metodo Walkley y Black (Carrillo, 1985) De las muestras compuestas de cada sitio, se pesó 0.2 gr de suelo, colocandola en un matraz Erlenmeyer de 250 ml, mismas que se pusieron dentro de la campana de extracción. Se agregó con la bureta 5ml de dicromato de potasio 1N a cada muestra, posteriormente, 10 ml de acido sulfurico lentamente y sobre las paredes del matraz, se agitaron y dejaron reposar por 30 min.

Pasando el tiempo antes mencionado, se agregó a cada muestra 100 ml de agua destilada, 5 ml de ácido fosforico y 5 gotas de indicador bariosulfanato de difenilamina para poder titular con sulfato ferroso 0.5 N (Fig. 58).

Las formulas para conocer la cantidad de materia orgánica son (Carrillo, 1985):

$$\% \text{ de M. O} = \frac{\text{ml de dicromato de potasio} - (\text{ml de FeSO}_4 \times \text{Nreal}) \times 0.69}{\text{gr. de muestra}}$$

$$\text{Nreal} = \frac{10 \times 0.05}{\text{ml gastados en la titulación de FeSO}_{x4}}$$



Figura 58. Determinación de materia orgánica. I) Muestra de suelo; II) dicromato de potasio, III) titulación con sulfato ferroso; IV) muestras después de la titulación.

## 10. LITERATURA CITADA

- A'bear, A. D., Boddy, L., Raspotnig, G., y Jones, T. H. (2010). Non-trophic effects of oribatid mites on cord-forming basidiomycetes in soil microcosms. *Ecological Entomology*, 35(4), 477-484.
- Accattoli, C y Salazar-Martínez A. (2012). Oribátidos (Acari: Oribatida): indicadores de impacto antrópico en parques urbanos de La Plata (Argentina). *Acta Zoológica Mexicana*. 28(3), 550-565.
- Aguilar, A.; Etchevers, J. D. y Castellanos, J. Z. (1987). *Análisis químico para evaluar la fertilidad del suelo*. Ed. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. <http://edafologia.ugr.es/conta/tema12/medida.htm>
- Anderson, J, M e Ingram, J, S, I (1994). Biología del suelo tropical y fertilidad: un manual de métodos. *Ciencia del suelo*, 157 (4), 265.
- Arbea, J. I., y Blasco-Zumeta, J. (2001). Ecología de los Colémbolos (Hexapoda, Collembola) en Los Monegros (Zaragoza, España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 28, 35-48.
- Bach de la Roca, C; Gaju-Richard, M; Compte-Start, A. (1999). Evolución y filogenia de artrópoda. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*. 26, 379-395.
- Balogh, J y Mahunka, S (1969). *The Zoological Results of the Hungarian Soil Zoological Expeditions to South America 11*. Acari: Oribatids from the Material of the Second Expedition, II.
- Balogh, J. y P. Balogh. (1988). *Oribatid Mites of The Neotropical Region I*. Elsevier.
- Balogh, J. y Balogh, P. (1992). *The oribatid mites genera of the world* (Vol. 1). Hungarian Natural History Museum.
- Baquero, E., Mandal, G., y Jordana, R. (2015). Entomobryoidea (Collembola) from Himachal Pradesh (India) in the Himalayas. *Zootaxa*, 4027(1), 1-41.



- Bayartogtokh, B., y Aoki, J. I. (1997). Oribatid Mites of the Genus *Bipassalozetes* MIHELIC, 1957 (Acari: Oribatei; Passalozetidae) from Mongolia. *Acta Arachnologica*, 46(2), 87-99.
- Bayartogtokh, B. (1999). Three species of oribatid mites of the genus *Tectocephus* (Acari: Oribatida: Tectocepheidae) from Mongolia. *Edaphologia*, 63, 55-73.
- Bayartogtokh, B. (2012). The genus *Cultroribula* (Acari: Oribatida: Astegistidae) in Mongolia, with new findings from Altai Mountains and remarks on known species of the world. *Zootaxa*, 3302(1), 44-60.
- Bayartogtokh, B., Itioka, T., Kitora, H., Meleng, P., y Shimano, S. (2020). New findings of poronotic oribatid mites (Acari: Oribatida) from the high canopy of a Bornean tropical rain forest. *International Journal of Acarology*, 46(2), 73-82.
- Bellinger, P.F; Christiansen, K.A. y Janssens, F. (1996-2020). *Checklist of the Collembola of the World*. <http://www.collembola.org>.
- Birochio, D; Balbarrey, G; Tomas, G; Catrin, L. (2015). Artrópodos edáficos como posibles indicadores de sustentabilidad en cultivos intensivos de cebolla. Diversidad y abundancia. *Congreso Latinoamericana de Agroecología. Argentina*, 5.
- Buşmachi, G., Kováč, L., Miklisová, D., y Weiner, W. M. (2017). Riparian Collembola (Hexapoda) communities of northern Moldova, Eastern Europe. *ZooKeys*. (724): 119.
- Cabrera-Dávila, G; Socarrás, A; Gutierrez, E; Cherva, T; Martínez, C; Lozada, A. (2017). *Fauna del suelo*. Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas (págs. 254-283).
- Carapelli, L, Cicconardi, A, Frati, F y Nardi, F. (2019). Mitochondrial genome diversity in Collembola: phylogeny, dating and gene order. *Diversity*, 11(9), 169.
- CEAMA. (2010). *PROGRAMA DE MANEJO*: Reserva Estatal “Sierra Monte Negro”. Cuernavaca: Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente. Morelos. México. 123.

- Cipola, N. G., Morais, J. W. D., y Bellini, B. C. (2014). A new species of Seira (Collembola: Entomobryidae: Seirini) from Northern Brazil, with the addition of new chaetotaxic characters. *Zoologia* (Curitiba), 31(5), 489-495.
- CONABIO (2012). Lineamientos Para La Elaboración De Catálogos De Autoridades Taxonómicas. Recuperado de [http://www.conabio.gob.mx/biotica5/documents/CursoEnero2014/SCATBiotica50\\_enero2014.pdf](http://www.conabio.gob.mx/biotica5/documents/CursoEnero2014/SCATBiotica50_enero2014.pdf)
- CONANP. (2018). Prontuario Estadístico y Geográfico de las Áreas Naturales Protegidas de la Región Centro y Eje Neovolcánico. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. 102.
- Contreras-MacBeath, T., Jaramillo Monroy, F., y Boyás Delgado, J. C. (2006). *La diversidad biológica en Morelos: estudio del estado*. Anónimo. (2008). Guía técnica de buenas prácticas. Subsecretaría de agricultura: Comisión nacional de buenas prácticas agrícolas. Chile. 104.
- Corbella, R y Fernandez, J. (2008). “*Materia orgánica del suelo*”. Cátedra de edafología. Facultad de Agronomía y Zootecnia Universidad Nacional de Tucumán.
- Cotler, H. (2003). Características y manejo de suelos en ecosistemas templados de montaña. Sánchez, O., Vega E. Peters E. y Monroy-Vilchis. Eds. Conservación de ecosistemas templados de montaña en México, 153-171.
- Cruz-Flores, D. D., Martínez-Borrego, D., Fontenla, J. L., y Mancina, C. A. (2017). *Inventarios y estimaciones de la biodiversidad*. Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas, 26-43.
- Cutz-Pool, L; Ek-Flores, J; Nayarit, Y; Rosado-Martín, S; Varguez-Noh, W; Dzul-Keb, Y. (2012). Diversidad de la fauna de artrópodos en tres biotopos de una selva baja inundable de Nicolás Bravo, Quintana Roo México. *Entomología Mexicana*, 11, 411-416.

- de Oliveira L; Klauberg O; Baretta D; Tanaka C; Sousa, J. (2016). Collembola community structure as a tool to asses land use effects on soil quality. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*.40, 1-18.
- Diario de la Federación (2000). Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- Doreste, E. (1984). *Acarología* . Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Número 11, 51pp.
- Ermilov, S. G., Hugo-Coetzee, E. A., Khaustov, A. A., y Theron, P. D. (2019). Oribatid mites (Acari, Oribatida) inhabiting termite nests in the Faan Meintjes Nature Reserve (South Africa). *Systematic and Applied Acarology*. 24(9), 1783-1798.
- Ermilov, S. G., y Tolstikov, A. V. (2015). Report on oribatid mites (Acari, Oribatida) from Brazil, with description of a new species of the genus Papillacarus. *Acarina*. 23(1), 49-54.
- Espinoza, L., Slaton, N. A., y Mozaffari, M. (2012). *Como interpretar los resultados de los análisis de suelos*. Cooperative Extension Service, University of Arkansas, US Department of Agriculture, and county governments cooperating.
- FAO, I. SICS (1999) *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo*. Informes sobre recursos mundiales de suelos, 84.
- Ferreira, A. S., Bellini, B. C., y Vasconcellos, A. (2013). Temporal variations of Collembola (Arthropoda: Hexapoda) in the semiarid Caatinga in northeastern Brazil. *Zoologia* (Curitiba), 30(6), 639-644.
- Gergócs, V., y Hufnagel, L. (2009). Application of oribatid mites as indicators. *Applied ecology and environmental research*, 7(1), 79-98.
- Giribet, G. (2004). ¿Articulata o Ecdysozoa?: una revisión crítica sobre la posición de los artrópodos en el reino animal. Pp 45-62, en Llorente-Bousquets, J; Papavero, N;

- González Soriano, E. (eds) *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. Distrito Federal, UNAM.
- Giribet, G y Edgecombe, G. (2019). The phylogeny and evolutionary history of arthropods. *Current Biology*. *Current Biology*. 29(12), 592-602.
- Gómez-Anaya, J; Palacios-Vargas, J; Castaño-Meneses, G. (2010). Abundancia de colémbolos (Hexápoda: Collembola) y parámetros edáficos de una selva baja caducifolia. *Revista Colombiana de Entomología*. 36 (1), 96-105.
- Greenslade, P. (1999). Revision of Folsomina Denis (Collembola: Isotomidae) with a description of a new species from southeast Asia and the Pacific region and comments on ecology. *Raffles Bulletin Of Zoology*, 47, 1-16.
- Guillén, C., Soto-Adames, F., y Springer, M. (2006). Diversidad y abundancia de colémbolos edáficos en un bosque primario, un bosque secundario y un cafetal en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 30(2): 7-17.
- Hernández, C., Iglesias, R., y Palacios-Vargas, J. G. (2018). Estudio De Los Ácaros Scapheremaeus Berlese, 1910 (Oribatei: Cymbaeremaeidae) De Los Tuxtlas, Veracruz.
- Herrera, F y Cuevas, E. (2003). Artrópodos del suelo como bioindicadores de recuperación de sistemas perturbados. *Revista Venesuelos*. 11(1-2), 67-78.
- Hilsenhoff, W. L. (2001). *Diversity and classification of insects and Collembola*. In Ecology and classification of North American freshwater invertebrates (pp. 661-731). Academic Press.
- Hoffmann, A; Palacios-Vargas, J; Morales-Malacara, J. (1986). *Manual de Bioespeleología (con nuevas aportaciones de Morelos y Guerrero, México)*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hopkin, S. P. (1997). *Biology of the springtails:(Insecta: Collembola)*. OUP Oxford.

- Hufnagel, L., Gergócs, V., Garamvölgyi, Á., y Homoródi, R. (2011). Seasonal change of oribatid mite communities (Acari, Oribatida) in three different types of microhabitats in an oak forest. *Applied Ecology and Environmental Research*. 9(2), 181-195.
- Iturrondobeitia, J y Subías, L. (2015). Orden Oribatida (= Cryptostigmata). Revista IDE@-SEA, 16, 1-17.
- Janssens, F. (2007). Checklist of the Collembola of the world. Recuperado de <http://www.collembola.org>.
- Kahrarian, M. (2015). Two new species and new data of Isotomidae Schaeffer, 1896 (Collembola: Entomobryomorpha) from Iran. *Archivos Entomoloxicos*, (14), 71-88.
- Karyanto, A; Rahmadi, C; Franklin, E; Susilo, F; Morais, J. (2012). Collembola, acari y otra mesofauna del suelo: el método Berlese. Moreira, F., Housing, J., y Brignell, D. *Manual de Biología de Suelos Tropicales: muestreo y caracterización de la biodiversidad bajo el suelo*, 149-162.
- Leinaas, H. P., y Bleken, E. (1983). Egg diapause and demographic strategy in *Lepidocyrtus lignorum* Fabricius (Collembola; Entomobryidae). *Oecologia*, 58(2), 194-199.
- Liu, D., Wu, D. H., y Chen, J. (2011). Species of Euphthiracarus (Acari: Oribatida: Euphthiracaridae) from China. *Zootaxa*, 2752(1), 45-61.
- LIU, D., y CHEN, J. (2010). A checklist of the genus Mesoplophora Berlese (Acari: Oribatida: Mesoplophoridae) with description of a newly recorded species from China. *Entomotaxonomía*, 32(2).
- López, A. J. (2005). *Manual de edafología*. Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química. Agrícola de la Universidad de Sevilla.
- Luan, Y; Mallatt, J; Xie, R; Yang, Y; Yin, W. (2014). The Phylogenetic Positions of Three Basal-Hexapod Groups (Protura, Diplura, and Collembola) Based on Ribosomal RNA Gene Sequences. *Molecular Biology and Evolution*, 22(7), 1579–1592.

- Luciañez, M y Silgado, N. (2007). Estudio ecológico de las comunidades de Colémbolos en zonas reforestadas con eucalipto y pino en Asturias (noroeste de la Península Ibérica). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*. 1 (40), 325–332.
- Maraun, M., Salamon, J. A., Schneider, K., Schaefer, M., y Scheu, S. (2003). Oribatid mite and collembolan diversity, density and community structure in a moder beech forest (*Fagus sylvatica*): effects of mechanical perturbations. *Soil Biology and Biochemistry*, 35(10), 1387-1394
- Maraun, M., Schatz, H., y Scheu, S. (2007). Awesome or ordinary? Global diversity patterns of oribatid mites. *Ecography*, 30(2), 209-216.
- Martínez López, O. G. (2015). La taxonomía integral y su importancia para la conservación. *Ciencia de la Conservación*,6.
- Maycotte Morales, C. C. (2011). *Edafología 1* (pp. 35-91). Colombia.
- Mayoral, E. (2001). Pistas fósiles de artrópodos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 28, 15-33.
- Moraza, M.L. (2004). *Los Ácaros: Origen, Evolución y Filogenia*. Pp. 75-91, en: Llorente, J; Morrone, J; Yañez, O; Vargas, I. (eds). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento.
- Moreno, C. E. (2001). *Manual de métodos para medir la biodiversidad*. Universidad Veracruzana.
- Muzon, J. Insecta: La búsqueda de la clasificación perfecta. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. 64 (3), 1-12
- Ortiz-Villaseñor, A; Santillán-Alarcón, A; Lozano-García, M. (2010). *Fauna parasitaria asociada a marsupiales, roedores y quirópteros*. Pp.159-168, en: Biodiversidad, conservación y manejo en el Corredor Biológico Chichinautzin. Condiciones actuales y perspectivas. Bonilla-Barbosa, J; Mora, V; Luna-Figueroa, J; Colín, H; Santillán-Alarcón, S. (Eds.). Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México.

- Ospina-Sánchez, C. M., Soto-Adames, F. N., y González, G. (2020). Checklist and distribution of Collembola from Greater Puerto Rico. *Biodiversity Data Journal*, 8.
- Pacek, S., Seniczak, S., Graczyk, R., Chachaj, B., y Seniczak, A. (2020). Seasonal dynamics of mites (Acari) in pastures and meadows in Poland, with species analysis of Oribatida. *Acarologia*, 60(4), 668-683.
- Pachl, P., Lindl, A. C., Krause, A., Scheu, S., Schaefer, I., y Maraun, M. (2017). The tropics as ancient cradle of oribatid mite diversity.
- Palacios-Vargas, J; Iglesias, R (1997). *Catálogo de los colémbolos de México*. Coordinación de servicios Editoriales, Fac. de Ciencias, UNAM, México, 102 pp.
- Palacios-Vargas, J; Iglesias, R (1997). Especies nuevas de Crotonioidea (Acarida: Oribatei: Nothroidea) de México. *Anales del Instituto de Biología*. 68(1), 35-52.
- Palacios-Vargas. (2000). *Protura y Diplura*. Pp. 275-281, en Llorente-Bousquets, J; Papavero, N; González Soriano, E. (eds) Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento. Distrito Federal, UNAM.
- Palacios-Vargas y Iglesias, R. (2004). *Oribatei (Acari)*. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento, 4, 431-468.
- Palacios-Vargas, J y Mejía-Recamier, B. (2007). *Técnicas de Colecta, Montaje y Preservación de Microartrópodos Edáficos*. Distrito Federal: Las prensas de Ciencias.
- Palacios-Vargas, J; Mejía-Recamier, B; Cutz-Pool, L. (2009). *Microartrópodos edáficos*. Diversidad biológica e inventarios, 203-211.
- Palacios-Vargas, J. (2014). Biodiversidad de Collembola (Hexapoda: Entognatha) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85, 220-231

- Palacios-Vargas, J. G., y Figueroa, D. (2014). Biodiversity of Protura (Hexapoda: Entognatha) in Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, S232-S235.
- Palacios-Vargas, J. G., y García-Gómez, A. (2014). Biodiversidad de Diplura (Hexapoda: Entognatha) en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 236-242.
- Palacios-Vargas, J; Mejía-Recamier, B; de Oyarzabal, A. (2014). *Guía Ilustrada para los artrópodos edáficos*. Distrito Federal: Las prensas de ciencias.
- Palacios Vargas J G, Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad C (2020). *Actualización de la Colección de Collembola de México y ácaros edáficos*. Catálogo de oribátidos de México. Version 1.7. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/rz0bdu> accessed via GBIF.org 2021-01-06
- Paredes-León, R; Corona-López, A; Toledo-Hernández. V; Flores-Palacios, A. (2015). *Acarofauna (arahnida: acari) del estado de Morelos*. En: Retos y Herramientas para el Estudio de la Biodiversidad. Toledo-Hernández (Ed). Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos.
- Paschoal, A. D. (1986). A revision of the Plateremaeidae (Acari: Oribatei). *Revista Brasileira de Zoologia*. 3(6), 327-356.
- Pass, G., y Szucsich, N. U. (2011). 100 years of research on the Protura: many secrets still retained. *Soil Organisms*, 83(3), 309-334.
- Pérez, T. M., Guzmán-Cornejo, C., Montiel-Parra, G., Paredes-León, R., y Rivas, G. (2014). Biodiversidad de ácaros en México. *Revista mexicana de biodiversidad*. 85, S399-S407.
- Ponge, J. F., Arpin, P., y Vannier, G. (1993). Collembolan response to experimental perturbations of litter supply in a temperate forest ecosystem. *European Journal of Soil Biology*. 29(3-4), 141-153.



- Ponge, J; Tully, T y Ginsa, A. (2008). Short-term responses of two collembolan communities after abrupt environmental perturbation: A field experimental approach. *Pedobiologia*. 52(1), 19-28
- Porco, D., Bedos, A., Greenslade, P., Janion, C., Skarżyński, D., Stevens, M. I., y Deharveng, L. (2012). Challenging species delimitation in Collembola: cryptic diversity among common springtails unveiled by DNA barcoding. *Invertebrate Systematics*, 26(6), 470-477.
- Ríos, G., y Palacios-Vargas, J.P. (1998). Especies nuevas de Scapheremaeus (Acari: Oribatei: Cymbaeremaeidae) de México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoológica*, 69(2), 181-215.
- Sanyal, Susmita-Saha y Chakraborty (2004). A New Species Of The Genus Zygoribatula (Acarina: Oribatida: Oribatulidae) From Tripura, India. *Zoologica Survey Of India*, 59.
- Schatz, H., y Behan-Pelletier, V. (2007). *Global diversity of oribatids (Oribatida: Acari: Arachnida)*. In *Freshwater Animal Diversity Assessment* (pp. 323-328). Springer, Dordrecht.
- Schmelzle, S., Helfen, L., Norton, R. A., y Heethoff, M. (2008). The ptychoid defensive mechanism in Euphthiracaroida (Acari: Oribatida): a comparison of exoskeletal elements. *Soil Organisms*, 80(2), 233-233.
- Selga, D. (1963). Nota ecológica sobre "Xenylla welchi" Folsom, colémbolo dañino a los cultivos de champignón. *Miscel·lània Zoològica*, 35-39.
- SEMARNAT. (2004). *Perspectivas del medio ambiente en México*. PNUMA, SEMARNAT.
- Sevgili, H., y Özata, M. A. (2014). Checklist of the springtails (Hexapoda: Collembola) of Turkey. *Zoology in the Middle East*, 60(2), 162-168.
- Socarrás, A. (2013). Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. *Pastos y Forraje*, 5-13.

- Sousa, J; Bolger, T; Da Gama, M; Lukkari, T; Ponge, J; Simón, C; Ivitis, E. (2006). Changes in Collembola richness and diversity along a gradient of land-use intensity: a pan European study. *Pedobiologia*. 50(2), 147-156.
- Sternalski, J., y Paśnik, G. (2019). A new species of *Xenylla* Tullberg, 1869 (Collembola: Hypogastruridae) from Peru, with a key to Neotropical species of the genus. *Zootaxa*, 4711(1), 185-192.
- Subías, L. S. (2004). Listado sistemático, sinonímico y biogeográfico de los ácaros oribátidos (Acariformes, Oribatida) del mundo (1758-2002). *Graellsia*, 60(Extra), 3-305.
- Swift, M; Heal, O; Anderson, J. (1979). *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. California. USA. Editorial: Blackwell Scientific Publications.
- Turbé, A., De Toni, A., Benito, P., Lavelle, P., Lavelle, P., Camacho, N. R., Mudgal, S. (2010). *Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers*. Bio Intelligence Service, Report for European Commission (DG Environment).
- Uribe-Hernández, R., Juárez-Méndez, C. H., Montes de Oca, M. A., Palacios-Vargas, J. G., Cutz-Pool, L., y Mejía-Recarmier, B. E. (2010). Colémbolos (Hexapoda) como bioindicadores de la calidad de suelos contaminados con hidrocarburos en el sureste de México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 81(1), 153-162.
- Vanhée, B y Devigne, C. (2018). Differences in Collembola species assemblages (Arthropoda) between spoil tips and surrounding environments are dependent on vegetation development. *Scientific Reports*. 8(1): 1-16
- Vázquez-Noh, W y Cutz-Pool, L. (2013). Diversidad de microartrópodos (ácaros y colémbolos) de musgos corticícolas en la selva baja de Nicolás Bravo, Quintana Roo. *Acta zoológica mexicana*. 29(3), 654-665.
- Vásquez, C., Sánchez, C., y Valera, N. (2007). Diversidad de ácaros (Acari: Prostigmata, Mesotigmata, Astigmata) asociados a la hojarasca de formaciones vegetales del

- Parque Universitario de la UCLA, Venezuela. *Iheringia. Série Zoologia*, 97(4), 466-471.
- Vázquez-Márquez, G. E., Ramírez-García, A. G., Palacios-Rangel, M. I., y Monterroso-Rivas, A. I. (2020). Conceptualización, manejo y monitoreo de áreas naturales protegidas en México: Caso Reserva Estatal Sierra Monte Negro, Morelos. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (79), 24-35.
- Villagomez, F., Iglesias, R., y Palacios-Vargas, J. G. (2017). Los ácaros oribátidos (Acari: Oribatei) de los estratos edáficos y arbóreos de la selva alta perennifolia de los Tuxtlas, Veracruz. *Entomología mexicana*, 4, 28-34.
- Wehner, K., Heethoff, M., y Brückner, A. (2018). Seasonal fluctuation of oribatid mite communities in forest microhabitats. *PeerJ*, 6, e4863.
- Wickings, K., y Grandy, A. S. (2011). The oribatid mite *Scheloribates moestus* (Acari: Oribatida) alters litter chemistry and nutrient cycling during decomposition. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(2), 351-358.
- Yu, D., y Deharveng, L. (2016). Tomoceridae (Collembola, Entomobryomorpha) from the southern Annamitic cordillera: redescription of *Tomocerus ocreatus* Denis, 1948 and description of a new species of *Tomocerina* Yosii, 1955. *European Journal of Taxonomy*, (176).
- Zerbino, M. S., Altier, N. A., y Panizzi, A. R. (2015). Seasonal occurrence of *Piezodorus guildinii* on different plants including morphological and physiological changes. *Journal of Pest Science*, 88(3), 495-505.
- Zumbado, M., y Azofeifa, D. (2018). *Insectos de importancia agrícola*. Guía básica de Entomología. Costa Rica: Programa Nacional de Agricultura Orgánica.



Cuernavaca, Mor., a 05 de mayo de 2021

**DR. RUBÉN CASTRO FRANCO**  
**COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**  
**DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: "COMPOSICIÓN DE ÁCAROS ORIBÁTIDOS (ACARI: CRYPTOSTIGMATA) Y COLÉMBOLOS (HÉXAPODA: ENTOGNATHA) DE LA RESERVA ESTATAL SIERRA MONTE NEGRO, MORELOS, MÉXICO", que presenta la alumna DAFNE FIGUEROA SÁNCHEZ, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi VOTO DE APROBACIÓN para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
Por una humanidad culta  
*Una universidad de excelencia*

Dr. Víctor López Martínez  
Profesor Investigador UAEM



Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

**Sello electrónico**

VICTOR LOPEZ MARTINEZ | Fecha: 2021-06-18 20:28:50 | Firmante  
JfPAVed0cJ8nuv7BAvOOpnAIG+TBb/Wel1Sza8x7GJGfNB9d7Z/mxbrQ2i5c98FpQCsFgwUYGJluAGSBgqcgdsID1BQ2EYnf0R88bU5jIC9ghOqC90hF3oiAsdKk36aFkhfax2x  
gu88roF++uYsoZoiXYsGN2iRLJU2AHTcLQGlzC YcnmRqSuv8BAMmRjRK2kAKZLYGHE95sQOzerf1MOAubKJZWE4o4+aw7hkgYd57R5cOX39WIXijFKqjGRHcdyOz98hyR  
FcTe+YswXcZrfdMlGoCwCfgyZRqAm0m/GMXINrG4ncw6gEBEChpsDvS8pMtyk2Mw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



YktpXL



Cuernavaca, Mor., a 05 de mayo de 2021

**DR. RUBÉN CASTRO FRANCO**  
**COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**  
**DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: “COMPOSICIÓN DE ÁCAROS ORIBÁTIDOS (ACARI: CRYPTOSTIGMATA) Y COLÉBOLOS (HÉXAPODA: ENTOMNATHA) DE LA RESERVA ESTATAL SIERRA MONTE NEGRO, MORELOS, MÉXICO”, que presenta la alumna DAFNE FIGUEROA SÁNCHEZ, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi VOTO DE APROBACIÓN para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
**Por una humanidad culta**  
*Una universidad de excelencia*

**Dr. Armando Burgos Solorio**  
Profesor Investigador UAEM



Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

**Sello electrónico**

ARMANDO BURGOS SOLORIO | Fecha: 2021-05-11 16:20:43 | Firmante  
lQnJhXuk31hdW/haQwQ8ls1aQlkkx/dkKIn+RlmwQ3S5yGLmUkysTu6e140qDmayLYw6ArJBQYw48W5XaRTouChzpzT8UsgB0zut8dJgSFQcplXe5NB161vPHtpbXtTf61xOQMes/  
hAioGm6LZuzMQoOES71ygg6SLb5gZXFOlvCNRD1FOK6DBhxTEvnxL3PUJELXWJMDmcY5SrPeRPWW19AtI3OE7Rq8pJpfdYp9xGonUXJ79ovtQJITfVfWmNA6Y17GJtYm2s  
+Eosmy8z1nLrLd3YTD9hpBAYkq84UAoqFlcF3S5yhXvzhFgv0yFxz2NHUO6saw--

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



klUJBq

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/OzC2KMOeSY2xoRZG9lWgPdRTeoOTpzOG>



Cuernavaca, Mor., a 05 de mayo de 2021

**DR. RUBÉN CASTRO FRANCO**  
**COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**  
**DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: "COMPOSICIÓN DE ÁCAROS ORIBÁTIDOS (ACARI: CRYPTOSTIGMATA) Y COLÉMBOLOS (HÉXAPODA: ENTOGNATHA) DE LA RESERVA ESTATAL SIERRA MONTE NEGRO, MORELOS, MÉXICO", que presenta la alumna DAFNE FIGUEROA SÁNCHEZ, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi VOTO DE APROBACIÓN para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
Por una humanidad culta  
Una universidad de excelencia

**Dr. Francisco Riquelme Alcantar**  
**Profesor Investigador UAEM**



Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

**Sello electrónico**

FRANCISCO RIQUELME ALCANTAR | Fecha: 2021-05-10 17:42:07 | Firma: R2wCDdx6ZV9U1YL25ydlHpbv7FUTBY3YZE61bVCUsbHbUBK4nFIY4nR89OPHJUXpelZgGfM8QCTU2gp/UCH7WSL0lpEwJMzD2QG8eoUNOIQh6f8S2N09aSRIZIysDlCec4vYd2DOGnGeK+le+/URTUeNkhQOcMyBYlqp9p6VVZ2lIxHln90D2gygkityPeW3DB59cD2cAadtr8IhroM4miscTu61U6yPogIzrvePPVAGQWEJhHv+5lDm9nctUjPlGGM6ELGJJoDnVLE5QZdFZDqnS68Cp3L0MSeKEPQeLpQqLZXICKJcfrboig81FbhpduoDARGg--

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



Fr53hZ



Cuernavaca, Mor., a 05 de mayo de 2021

**DR. RUBÉN CASTRO FRANCO**  
COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES  
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: "COMPOSICIÓN DE ÁCAROS ORIBÁTIDOS (ACARI: CRYPTOSTIGMATA) Y COLÉMBOLOS (HÉXAPODA: ENTOGNATHA) DE LA RESERVA ESTATAL SIERRA MONTE NEGRO, MORELOS, MÉXICO", que presenta la alumna DAFNE FIGUEROA SÁNCHEZ, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi VOTO DE APROBACIÓN para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
Por una humanidad culta  
*Una universidad de excelencia*

**Dr. Arturo García Gómez**  
Profesor Investigador UNAM



Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

**Sello electrónico**

ARTURO GARCÍA GÓMEZ | Fecha:2021-05-16 20:17:51 | Firmante  
LGHxKw1KyTcGE0e1KX6ogG99RbN4gXUW89kpp0AKTld3WmjD7HENk2QAFI9q3Ynm975UPnYInfeLITZa7NPg1xsu4uyYNFKCbS1VSBT0eTf6o67h/skCw7k6jRv6tqBUu  
IFPURb1nxEZbuxSHW0Olb4e4KLdLPcUkrqP9SsZZbmy4Hsd4ur3m83R5JkxvdHGDQmrZVNMfvnVGTWPmvQ38pPnnkHCr3WKkKmVXokR+QVlR3Bu3IB2T38Uuh+Qlq5E5  
AtIH3YJl+ZnHaCGMTTKi5BXROIHWZnc354xvCsASq2R+1pynOhKcEbsxOM+Dz8P1yU7VThyQ--

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR Ingresando la siguiente clave:



4TJNYM



Cuernavaca, Mor., a 05 de mayo de 2021

DR. RUBÉN CASTRO FRANCO  
COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES  
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: "COMPOSICIÓN DE ÁCAROS ORIBÁTIDOS (ACARI: CRYPTOSTIGMATA) Y COLÉMBOS (HÉXAPODA: ENTOGNATHA) DE LA RESERVA ESTATAL SIERRA MONTE NEGRO, MORELOS, MÉXICO", que presenta la alumna DAFNE FIGUEROA SÁNCHEZ, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi VOTO DE APROBACIÓN para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
Por una humanidad culta  
Una universidad de excelencia

M. en C. Adriana Gabriela Trejo Loyo  
Profesora Investigadora UAEM



Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

ADRIANA GABRIELA TREJO LOYO | Fecha: 2021-05-15 18:39:16 | Firmante  
ewVqUKG5ZVVDA+5mUK2TQoX3fqzlgLen477eEgQMPUx4e4WGDWPSf2nhR6G1+VbN5KJP2pojOCfWD+f5SeG6pLIWrpWl0rdaQYpaV3+Otycx053HnswUZHS6u0mlSr3MYTY  
OuHBF+IdR67XkxWqg23Otu+xfnfgSjeC2AOf0O4ytLlJ9MsP42RYbK/OPzmkU6xbuystr1XYSleLgOnRjWES+1Ar27nlPPYL14A7hYU05Zs+Vq602dnrpt401HWOR4nMh28GelDro  
H05rQok00mWznqJZISuxOPiYqWnZQ06itXq3vFoy2R988UcTzN9P1Q65+sgufQhJsQ--

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



Zm5DJl





Cuernavaca, Mor., a 05 de mayo de 2021

DR. RUBÉN CASTRO FRANCO  
COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES  
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: "COMPOSICIÓN DE ÁCAROS ORIBÁTIDOS (ACARI: CRYPTOSTIGMATA) Y COLÉMBOLOS (HÉXAPODA: ENTOGNATHA) DE LA RESERVA ESTATAL SIERRA MONTE NEGRO, MORELOS, MÉXICO", que presenta la alumna DAFNE FIGUEROA SÁNCHEZ, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi VOTO DE APROBACIÓN para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
Por una humanidad culta  
Una universidad de excelencia

M. en C. Maria Eugenia Bahena Galindo  
Profesora Investigadora UAEM



Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

MARIA EUGENIA BAHENA GALINDO | Fecha:2021-05-13 12:25:45 | Firmante  
qWaJfMxL8FV+eO3Y8eAA8GJulwQ7h7ka14hXcbCSC4ZSxtLetsczPv3fEiaYvhlIM7svUJXWGWaf5sgMTMA862X79wMguzXHOJ5vAXD59NGSjQjUH828hbM97ulgWA0kmW4m  
0rybj4pC1rvkwpPRHk4Sw4AZVQdXn+K89NokAwWLIffUD7jFGLNqZWkGO84sLZjfrXZBfse6c4huEhkLjevQtQzKUVTKYjBI893Z2SpvOQF6J41IPGUSn02bOWARRg3qJ  
KongMFEtar+GN85mlwnR1WboppUBf70kvVkerEzNmADKRWJCvnr82CSfT+h15tkvqew--

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



mXlsJp

<https://efirma.uaem.mx/noReputido/odvaqY7bUCbhj7MRIsHFsv67vq2ygQ>