



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

“LA ACAROFAUNA EDAFICA (Acari:  
Oribatei) DE UN AGROECOSISTEMA  
CAFETALERO EN LA SIERRA SUR DE  
OAXACA, MÉXICO.”

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :

**B I Ó L O G A**

P R E S E N T A :

**BEATRIZ EUGENIA MARÍN CASTRO**



Facultad de Ciencias  
UNAM

DIRECTORA DE TESIS:  
DRA. NORMA EUGENIA GARCÍA CALDERÓN  
CO- DIRECTOR DE TESIS:  
DR. IGNACIO MAURO VÁZQUEZ ROJAS

2006



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## **DEDICATORIA**

### **A mis padres:**

A mi mamá María Eugenia Castro Pérez: por creer siempre en mi, darme los consejos más sabios que he recibido en mi vida y por que siempre vivirá en mi corazón.

A mi papá Gerardo Marín Hernández: Por todos los valores inculcados, sobre todo el de la responsabilidad que me ayudado en el fortalecimiento de mi espíritu.

### **A mis hermanos:**

Lilia, Lituania, Claudia y Pedro: Por el apoyo incondicional en todo momento, además de ser una fuente de inspiración para superar los retos personales.

### **A mis sobrinos:**

Ricardo, Angel y Emiliano.

### **A mi abuelito Elidio:**

El primer hombre de campo que conocí y que me transmitio este amor por nuestra tierra.

A Chiara Lubich, Fiore, Neide y a todas las focolarinas que han sido parte de mi base moral.

### **A mis dos grandes hermanos de la carrera:**

Irisabel Valencia, con toda la admiración, por esa gran enseñanza que es tu fuerza de voluntad inquebrantable, que algún día me atreveré a seguir. Gracias por el camino compartido!

Mauricio Valdez, gracias por aquellos momentos de ocio, que han sido los más productivos y por las conversaciones profundas.!

### **A mis amigos:**

Carla M. Holmes, esté es un triunfo compartido, gracias por todas las cosas buenas que me has dado.

Carola Sofia Miranda, por todas las enseñanzas y por siempre estar.

Elizabeth F. Romero, por enseñarme a conocer las entrañas del suelo, por los consejos, incluso los no académicos.

Yseel Gadar, por compartir la fortaleza y el espíritu compatriota.

Adriana Alonso, por nuestra suerte, nuestro mutuo aprendizaje y por ser un " hoy" .

C. Fabiola Hernández, por la enorme paciencia y todas las enseñanzas, en nuestros caminos paralelos.

Maricarmen Sánchez, por el apoyo constante.

Alma Gabriela, por toda una vida de sueños compartidos.

Hans García y Jaime Rivapalacio, por todos los buenos momentos juntos.

Edwin Alcántara, por compartir esté proceso de descubrimientos.

Victor Peña, por esa fuerza inspiradora y constructiva.

**A mi Universidad Nacional Autónoma de México.** Que me permitió tener un desarrollo profesional gratuito, para poder constribuir al progreso de mi país de manera conciente y responsable.

**A todos mis profesores y técnicos:** Italia, Abel, Chelito, Mary, Rosalía, Laura, Bertha, Lupita, Laura, Cristina, Carmen, Juan, Rafa, Carlitos, Alicia, Gerardo, Blanca, José, Rosaura, Norma y Serghei.

**A todos mis compañeros de trabajo** (Grupo Selome): Sergio, Paty, Daniel, Oscar y Alex.

Por último a todas aquellas personas, que voluntaria e involuntariamente han sido parte de mi formación profesional gracias!

#### **RECONOCIMIENTOS**

El presente trabajo fue parte del proyecto: "**Los procesos edáficos, geomorfológicos y geoquímicos en la formación de la diversidad de los suelos de Sierra Sur de Oaxaca**" (CONACYT -

**SEP- 43702).** Siendo becaria y contando con el apoyo en las salidas de campo y material necesario para el estudio de la mesofauna. Su pleno desarrollo fue posible gracias a la infraestructura y cooperación de los Laboratorios de Acarología "Anita Hoffmann" ; de Edafología "Nicolas Aguilera" y al Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, de la Facultad de Ciencias, UNAM.

A mi comité sinodal integrado por: Dras. Norma E. García Calderón, Anita Hoffmann Mendizábal y Gabriela Castaño Meneses; y los Drs. Ignacio Vázquez Rojas y Pavel Krasilnikov, por la asesoría y comentarios al trabajo escrito.

Al Biol. Ricardo Iglesias, por la asesoría e identificación, de los ácaros oribátidos, los comentarios y sugerencias, durante el desarrollo de este proyecto.

Pas. de Biol. Aldo Bernal, por los valiosos comentarios acerca de las familias y géneros determinados para la zona de estudio.

A los peones de la Finca "El Sinaí" por la ayuda proporcionada en el trabajo de campo en especial a Soilo y al Ing. Diego Wooldrich, por todas las facilidades proporcionadas, para buen el desarrollo de está investigación dentro de su finca.



---

## CONTENIDO

	Página
<b>RESUMEN &amp; ABSTRAC</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b>	
1. Introducción	
1.1. La fauna edáfica	3
1.2. Clasificación de la fauna edáfica	4
1.3. Principales características de los Acaros Oribátidos	7
1.4. El papel Ecológico de los Oribátidos	9
1.5. Los agroecosistemas cafetaleros	11
<b>1.7 Objetivos e Hipótesis</b>	<b>13</b>
1.7.1 Objetivo General	
1.7.2 Objetivos particulares	
1.7.3 Hipótesis	
<b>CAPITULO II</b>	
2. Descripción de la zona de estudio	
2.1. Zona de estudio	14
2.1.2 Geología	15
2.1.3 Clima	16
2.1.4 Vegetación	16
2.1.5 Unidades de suelo	17
<b>CAPITULO III</b>	
3. Material y Método	19
3.1 Colecta de muestras en el campo	
3.2 Técnicas de extracción de la fauna edáfica y su identificación	
3.2.1 Extracción de organismos	
3.2.2 Identificación de los organismos	
3.3 Análisis del suelo	20
3.3.1 Análisis estadísticos	23

---

## **CAPITULO IV**

### **4. Resultados**

**4.1** Abundancia y riqueza de Ácaros Oribátidos **24**

**4.2** Composición de familias y géneros de los Ácaros Oribátidos **26**

**4.3** Propiedades Físicas y Químicas de los suelos **31**

## **CAPITULO V**

### **5. Discusión y Conclusión**

**5.1** Discusión de resultados **35**

**5.2** Conclusión **37**

**LITERATURA CITADA** **38**

**Anexo I.** Diagnósis de las Familias del Orden Acari Oribatei

**Anexo II.** Láminas de los Ácaros (Acari: Oribatei)

**Anexo III.** Datos del muestreo de los sitios de acahual y cafetal



---

## RESUMEN

Los oribátidos, son considerados como el orden más abundante de ácaros pertenecientes a la fauna edáfica, por lo que tienen gran importancia ecológica. Sin embargo, el estudio de estos organismos, ha sido poco relacionado con las propiedades y manejo del suelo. Este trabajo se realizó en un agroecosistema cafetalero, con un manejo agroforestal, en el Estado de Oaxaca; donde el cultivo de café en su mayoría es de tipo tradicional (jardines de café), que permiten conservar una estructura vegetal y una gran variedad de especies, que proporcionan la continua aportación de materia orgánica al suelo.

El objetivo de este estudio fue determinar las familias y géneros de ácaros edáficos, Acari Oribatei; en dos ambientes diferentes: un Cafetal de tipo tradicional y un Acahual, donde se ha abandonado la práctica del cultivo de café; dentro de la zona cafetalera de la Sierra Sur de Oaxaca. Así como, la influencia de las propiedades físicas y químicas del suelo en la abundancia, riqueza y diversidad de los oribátidos.

Se colectaron un total de 1529 ácaros oribatei, que corresponden al 65% del total de ácaros muestreados. Se registraron 36 familias que se agrupan en 21 superfamilias. Los géneros identificados fueron 31 y sólo 8 ejemplares se determinaron a nivel de especie.

Las familias más abundantes son: Oppiidae, Microzetidae, Galumnidae y Xylobatidae. Las especies determinadas son: *Eohypochthonius gracilis*, *Fosseremus saltaensis*, *Gittela sp*, *Ramusella (ca. Insculptoppia)*, *Licneremaeus licnophorus*, *Xylobates sp*; (registradas por primera vez para el Estado de Oaxaca); además de las especies *Rostrzetes foveolatus* y *Eremobelba piffli*. El 42% de las familias colectadas son nuevos registros para el Estado de Oaxaca, así como 13 géneros. Las familias **Tubulozetidae y Opiinae** representan un nuevo registro para el país, además de los géneros *Baloghoppia*, *Neoamerioppia* y *Tubulozetes*.

Con base en la prueba estadística de Wilcoxon Matchet se determinó que existe una diferencia significativa entre la riqueza de oribátidos colectados en acahual y cafetal. ( $p= 0.008$ ). Así como, una diferencia significativa entre la abundancia de familias, según la prueba de Mann-Whitney con una  $U=8$  y una  $p= 0.035013$ . La prueba de  $t$ , nos indica que existe una diferencia significativa en la diversidad de los dos sitios, ( $t_{0.05(2), 830} = 1.963$ ). Siendo el acahual más diverso.

De las variables edáficas analizadas, en el ambiente de acahual existe una correlación positiva entre la abundancia de oribátidos con el pH en agua y el porcentaje de carbono orgánico. En el caso del cafetal hay una correlación positiva de la abundancia de ácaros con el contenido de N y la relación C:N.

---

## ABSTRACT

The oribatid mites have an important role in ecology since they are the major order of microarthropods in the soil. However, their study related to soil the properties and land management is low. This work is a report on the soil oribatid fauna of two agroecosystems located in the southern mountain range of Oaxaca, Mexico. Their study was carried out in a coffee-growing farm where coffee crops are the traditional type (coffee gardens) management. These soils in general are characterized by their high organic matter content.

The goal of this work was (1) to establish the families and genus of edaphic mites, Acari Oribatei; in two different environments: a coffee crop and an "acahual", which is an abandoned harvested in the southern mountain range of Oaxaca, Mexico; and (2) to study the influence of the physical and chemical properties with the abundant richness and diversity of the oribatid.

1529 oribatid mites were collected, corresponding to 65% of all collected mites. 36 families were reported and grouped in 21 super-families. 31 genus were identified but only 8 were species.

The most abundant families were: Oppiidae, Microzetidae, Galumnidae y Xylobatidae. The species to identify were: *Eohypochthonius gracilis*, *Fosseremus saltaensis*, *Gittela sp*, *Ramusella (ca. Insculptoppia)*, *Licneremaeus licnophorus*, *Xylobates sp*; (registered identified for the first time in Oaxaca) besides the species *Rostrozetes foveolatus* y *Eremobelba piffii*. The 42% of all families collected and 13 genus were reported for the first time in the state of Oaxaca. The families **Tubolozetidae and Opiinae and genus** Baloghoppia, Neoamerioppia and Tubulozetes represent a new reports for the country of Mexico.

Based on statistical test by Wilcoxon Matchet, it was stated a significant difference between the richness of oribatid collected in coffee crops and acahual ( $p= 0.008$ ), as well as a significant difference between families according to statistical test by Mann-Whitney ( $U=8$  and  $p= 0.035013$ ). The  $t$  - tests performed in both sites showed a significant difference in diversity. ( $t_{0.05(2), 830}= 1.963$ ). The acahual was the site which showed more diversity.

Moreover of all edaphic varieties, acahual shows a positive correlation between oribatid and pH in water and the C percent, whereas coffee crops show a positive correlation between oribatid and N and C:N relation.

## CAPITULO I

### Introducción

#### 1.1. La fauna edáfica

La *edafosfera* es el sistema de todos los suelos en la superficie terrestre, donde se pueden observar sus componentes abióticos (agua, aire, litter, rocas y minerales) y bióticos (organismos) que conforman el suelo. Es aquí, donde encontramos una variedad de poros, cavidades, canales y túneles que albergan una riqueza y diversidad de organismos edáficos. Vannier (1973) propuso el término de "*porosfera*" para resaltar el intrincado arreglo que presentan las arcillas, limos, arenas y la materia orgánica, para propiciar un medio ecológico de gran importancia para la diversidad de la biota y que intervienen en los procesos adaptativos de la fauna del suelo (Dindal, 1990; Coleman & Crossley, 1996; Villani *et al.*, 1999; León, 1991).

Del mismo modo, la fauna edáfica participa como un elemento relevante en la descomposición y transformación de la materia orgánica; jugando un papel en la bioturbación o en la ingeniería *del ecosistema*, permitiendo regular la disponibilidad de recursos como: espacio físico, agua y alimento para otros organismos. Es así que, la fauna edáfica puede recrear microhabitats, mantener una estructura del suelo e influir en el reciclamiento de nutrientes (Jones *et al.*, 1994 *citado por* Vázquez, 2001).

La fauna del suelo está representada por una gran diversidad de phyla, que va desde organismos poco representados en ambientes edáficos, por ejemplo: Phylum Platelmintos (acelomados), del Phylum Rotífera (pseudocelomados); en la Clase Bdelloideos, se encuentran los únicos rotíferos terrestres.

De manera puntual, en el Phylum Mollusca, la Clase Gasteropoda principalmente la subclase pulmonados se encuentran en zonas empantanadas, lodosas o arenosas, o bien en suelos de bosques; contiene un mayor número de especies representativas, principalmente los caracoles del género *Helix* y babosas de los géneros *Limax* y *Arion*.

Del Phylum Annelida, existen especies que viven enterradas en la arena o fango de la zona litoral, y algunas son terrestres; son depredadores activos o carroñeros. Son los principales excavadores y revolvedores del suelo, promoviendo la aireación. Dentro de este phylum, la Clase Oligochaeta (lombrices de tierra) es la más sobresalientes de la fauna edáfica, las principales especies identificadas son: *Lumbricus terrestris*, *Allolobofora agricola*, *Eisenia foetida* y *Allurus tetraedricus*.

Phyllum Artropoda, sobrepasa ampliamente a todos los demás del reino animal, son considerados como subphyla o superclases el grupo Mandibulados y el grupo de Quelicerados.

Dentro del Subphylum Chelicerata y la clase Arachnida están los ordenes: Escorpiones, Pseudoscorpiones, Uropygi, Palpigradi, Ricinulei, Solifugae, Opiliones, Araneae, y en la Clase Acari tenemos a: los Mesostigmata, Prostigmata, Astigmata, Oribatei (Cryptostigmata). La mayoría o bien todas las especies son habitantes del suelo obligatorios o pasan una parte de su ciclo de vida en el suelo. (Margulis & Schwartz, 1985; Dindal, 1990; Grombridge, 1992).

## **1.2. Clasificación de la fauna edáfica**

La gran diversidad de fauna edáfica ha sido clasificada de acuerdo a su biología en: organismos **geófilos**, que son aquellos que habitan en el suelo durante algún periodo de su ciclo de vida (huevo, ninfas, larvas, etc), como es el caso de algunos dípteros, lepidópteros y coleópteros. Los **geobiontes** son aquellos que pasan dentro del suelo su ciclo de vida completo, como los oligoquetos, diplópodos, ácaros, proturos, colémbolos, etc. (Grombridge, 1992; Villani *et al.* 1999).

La fauna edáfica también puede ser clasificada de acuerdo a su tamaño, existen tres grupos principales de invertebrados del suelo: **microfauna** (< 200 µm), **mesofauna** (200µm – 1cm) y **macrofauna** (> 1cm), éstos pueden distinguirse uno de otro, además de su tamaño, en sus relaciones con los microorganismos y al tipo de desechos orgánicos que se pueden reconocer (Petersen *et al.*, 1982). (*Figura 1*).

En la **Microfauna**, se observa que no producen excrementos sólidos reconocibles; sin embargo, tienen un impacto significativo en la dinámica poblacional de los organismos y en el reciclaje de nutrientes; los cuales son inmovilizados por la biomasa microbiana. Estos procesos se realizan particularmente, en el horizonte orgánico, donde existe una gran cantidad de materia orgánica y una mayor concentración de raíces (Coleman & Crossley, 1996).

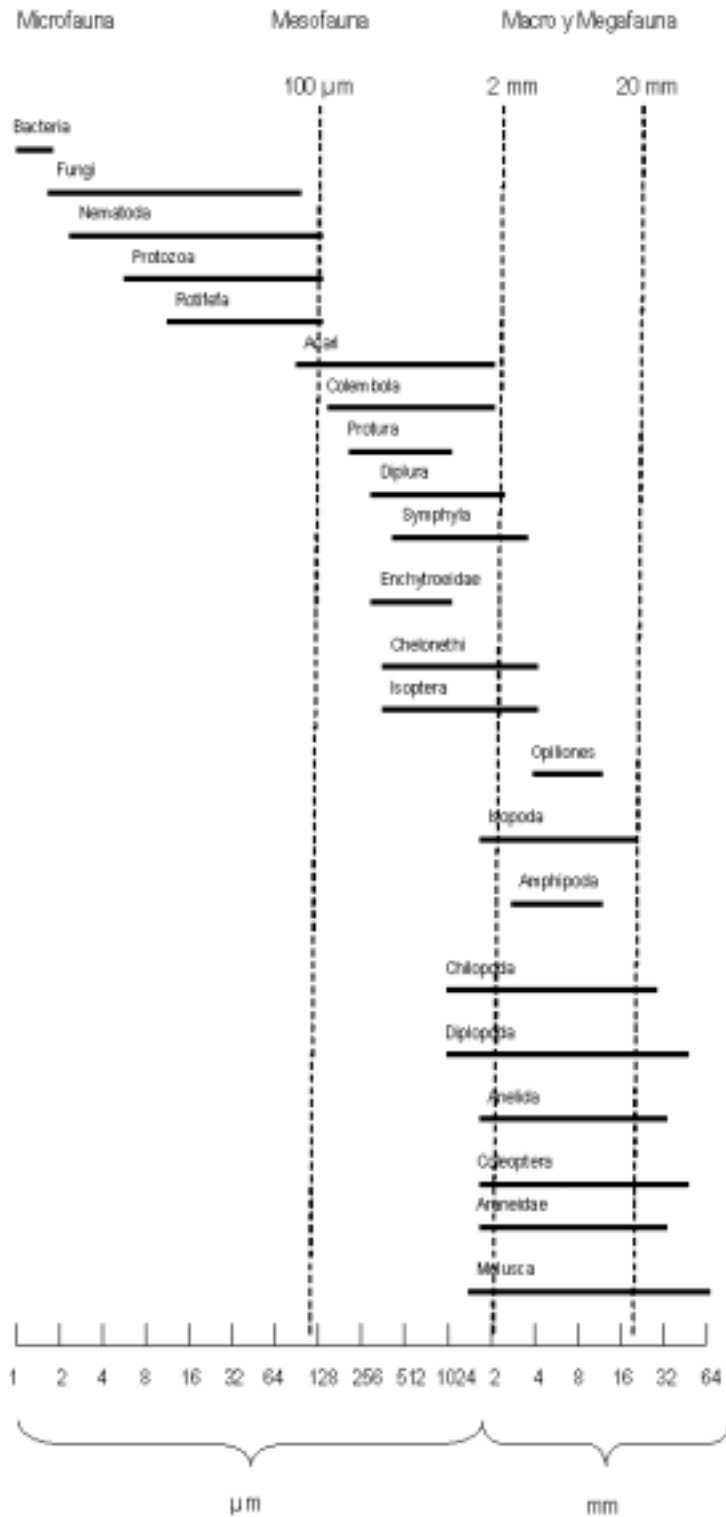


Figura 1. Esquema que muestra la clasificación por tamaño, de la fauna del suelo propuesta por Swift *et al.*, 1979.

Es a partir de la **Mesofauna** (ácaros y colémbolos principalmente), que se encuentran los transformadores de la hojarasca, los cuales normalmente sólo pueden ingerir materia orgánica (Swift *et al.*, 1979) o bien, parte de la biomasa microbiana, así como establecer relaciones mutualistas con bacterias u hongos, que viven dentro de su intestino, y les facilitan fragmentar compuestos orgánicos. Además, los artrópodos frecuentemente reingieren sus heces, absorbiendo los compuestos orgánicos asimilables que han sido liberados por la actividad microbiana. (Lavelle, 1994; Stuart *et al.*, 2002).

Se ubica a la mesofauna, en los poros llenos de aire y en la hojarasca. Pueden crear estructuras específicas, en las cuales las actividades microbianas son reguladas, sus heces se acumulan en la hojarasca y en la rizósfera (Lavelle, 1994). Otra de las características de la mesofauna es su habilidad para estimular la mineralización del nitrógeno y la liberación de amonio que después puede ser nitrificado y posteriormente ser utilizado por las plantas o ser temporalmente acumulado, antes de ser perdido por volatilización o reorganizado en la masa microbiana (Anderson, 1985; Stuart *et al.*, 2002).

La **Macrofauna** (quilopodos, diplopodos, termitas, oligoquetos, hormigas y diferentes tipos de larvas), tienen la habilidad de modificar la estructura del suelo, dada por la formación de agregados, incremento del espacio poroso y en el movimiento de nutrientes a través de los diferentes horizontes del suelo. (Coleman *et al.*, 1992). Los organismos usualmente ingieren una mezcla de compuestos orgánicos e inorgánicos, sus heces son grandes (0.1 a 2 cm) pueden ser elementos cementantes de macroagregados y participar en la formación de estructuras estables a través de la regulación de la porosidad, densidad y características de la superficie (Coleman & Crossley, 1996). Estos organismos pueden construir estructuras como caminos o redes de galerías y cámaras las cuales tienen un impacto significativo en la evolución de los suelos a mediano plazo (Lavelle, 1994).

La importancia de la fauna edáfica, se relaciona con los procesos que favorecen la transformación y la evolución del suelo, por medio de los procesos biológicos, en el ciclo de nutrientes y en la estructura del suelo, dada esta influencia pueden ser utilizados como índices de calidad y salud del suelo. Estos índices pueden ser evaluados mediante: la presencia o ausencia de determinadas especies, del análisis de las comunidades de organismos (grupos funcionales y biodiversidad), en los procesos biológicos, la modificación de la estructura del suelo y los índices de descomposición de nutrientes (Straalen, 1997; Porta, 1999).

### 1.3. Principales características de los Acaros Oribátidos

Los ácaros pertenecen a la Clase Acárida, del phylum Artropoda. Se caracterizan por una importante diversidad biológica, con base en diferentes características morfológicas, se reconocen siete ordenes: Opilioacarida (Notostigmata), Holothyrida (Tetrastigmata), Gamasida (Mesostigmata), Ixodida (Metastigmata), Actinedida (Prostigmata), Acarida (Astigmata), y Oribatei (Cryptostigmata) (Krantz, 1978)

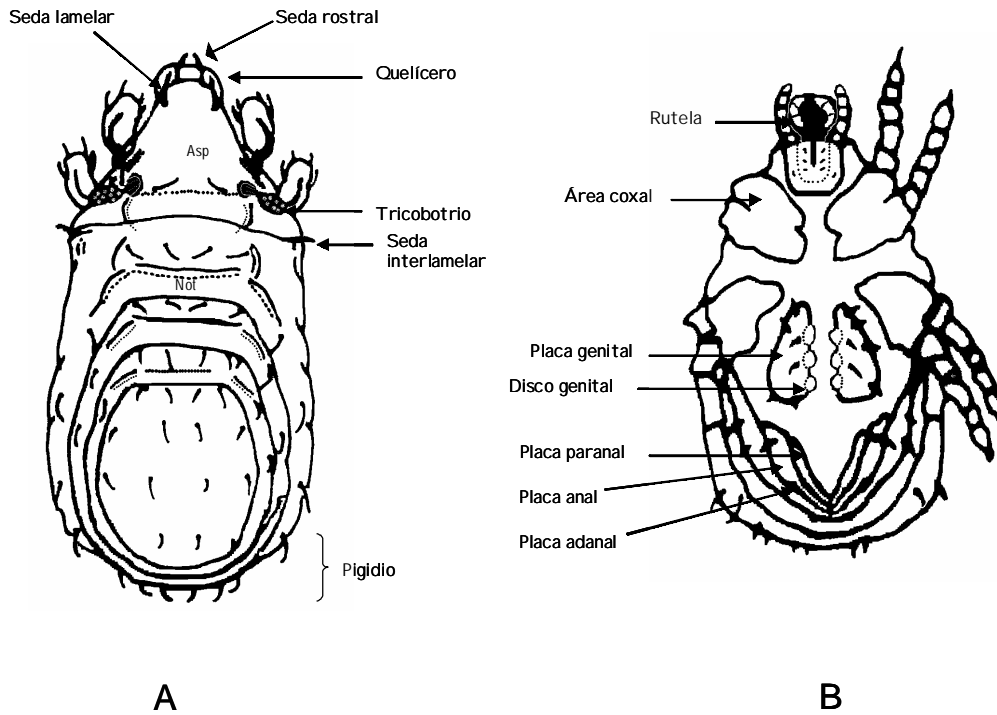
Los siete órdenes pueden pertenecer a la mesofauna del suelo, sin embargo, el orden de los oribátidos es el más representativo de la biomasa edáfica, estos pueden alcanzar junto con los colémbolos, hasta un 98% de la artropodofauna, adicionalmente existen oribátidos que son arborícolas y acuáticos (Wallwork, 1958; Burges 1982; Palacios-Vargas, 1983; Evans 1992; Coleman & Crossley 1996).

Para nombrar a este tipo de ácaros la escuela francesa los llamó Oribatida, mientras que la escuela inglesa los denominó Cryptostigmata. Se cree que es un grupo parafilético, o sea que esta formado por líneas evolutivas distintas que convergen en caracteres similares. En este trabajo se utilizará la connotación siguiendo a la Clase Oribatei.

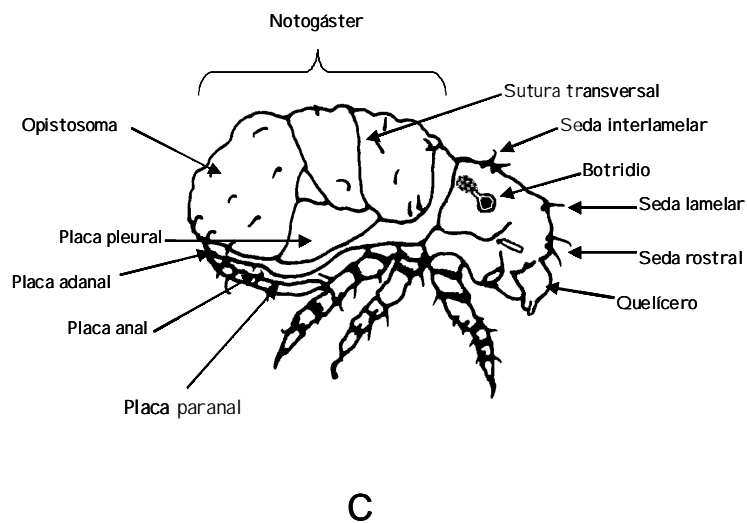
Los oribátidos son un grupo cosmopolita, con mas de 9,500 especies, incluidas en aproximadamente 1,300 géneros agrupados en 181 familias, un 45% de los géneros contiene solo una especie. (Balogh & Balogh, 1980; 1972; Schatz, 2000). Estos ácaros se desplazan con movimientos lentos, por lo general presentan un fuerte esclerosamiento en su exoesqueleto, presentan diferentes formas de ornamentaciones, su tamaño es de 200 a 1300µm. En algunos casos presentan una fusión de las placas dorsales formando el notogáster, que promueve la protección del idiosoma.

Los adultos por lo general poseen un sistema tráqueal que consiste en una serie de ductos los cuales abren lateralmente entre las coxas II-III. Las braquitraqueas que se abren por medio de cavidades acetabulares con bases sensilares que forman el botridio. Los quelíceros son normalmente quelado-dentados ocasionalmente elongados y atenuados. Los palpos son simples apéndices sensores, compuestos de 3-5 segmentos. El pretarso de las patas presenta un par de uñas y en algunos casos tres siendo estos tridactilos. (*Figura 2 y 3*) (Krantz, 1978).

El dimorfismo sexual no es evidente, en algunos casos se presenta una ligera diferencia en tamaño, y en algunas familias como Nothridae, Oppiidae, Tectocepheidae son partenogenéticos (Evans, 1992; Estrada-Venegas, 1995; Estrada-Venegas, 2000).



**FIGURA 2.** Esquema de la morfología externa de los ácaros oribátidos. (A) vista dorsal; (B) vista ventral; Asp=Aspis; Not= Notogáster (modificado de Bravo *et al*,1988)



**Figura 3.** Esquema de la morfología de los ácaros oribátidos; (C) vista lateral (modificado de Bravo *et al*, 1988)



Se han reconocido seis tipos de alimentación en los ácaros oribátidos, estos pueden ser bacteriófagos, micófagos, ficófagos, panfitófagos, macrofitófagos (fragmentos de plantas superiores y raramente hongos macro) y microfitófagos (microflora) (Wallwork, 1958; Krantz, 1978; Estrada-Venegas, 1997 a). Uno de los principales componentes químicos que poseen los oribátidos es el carbonato de calcio, probablemente asimilado de los hongos, ya que son parte importante de su dieta como se ha mencionado. No es usual que sean coprófagos y necrófagos, de echo en la literatura es considerado poco significativo de la biología de estos ácaros, sin embargo bajo ciertas circunstancias puede darse. (Perdue & Crossley, 1989 citado por Crossley *et al.*, 1992; Coleman & Crossley, 1996).

Los oribátidos, son probablemente el grupo menos conocido de todos los integrantes de la Clase Acarida en México, según la clasificación de Hoffmann (1979), Palacios-Vargas (1994), Hoffmann & López-Campos (2000), Palacios – Vargas & Iglesias, (2004) y Bernal, & Iglesias (2004), se reportan tan solo registros en 14 estados de México, se conocen 132 géneros y un total de 183 taxa, de los cuales tan solo 44 se citan a nivel específico. A pesar de ello, constituyen el orden de mayor diversidad morfológica y el más rico en cuanto a número de especies se refiere.

El registro más antiguo que se tiene para este grupo de microartrópodos edáficos proviene del Devónico, encontrándose fósiles en el estado de Nueva York, EUA; de esta área fueron descritas las familias *Devonacaridae* y *Protochthoniidae*. Del Jurásico, Krivolutzky y Krasilov(1977) (citados por Vázquez, 1999), describieron cinco especies nuevas y tres géneros nuevos de la región de Vladivostok, Rusia. Del Mioceno-Oligoceno, aproximadamente hace 25 millones de años, Woolley (1969) describió ocho nuevas especies de oribátidos fósiles atrapados en ámbar, en Chiapas, en el sur de México (Norton *et al.*, 1984, 1988 citado por Vázquez, 1999).

De manera general podemos decir que existen tres factores peculiares que hacen de los oribátidos únicos dentro de la fauna del suelo, el primero es que el número total de organismos se desconoce con exactitud; segundo, su ciclo reproductivo suele ser lento, usualmente una o dos generaciones por año, además de que las hembras no suelen poner muchos huevos; y por último, presentan un polimorfismo en estadios juveniles, ya que éstos pocas veces se parecen a los adultos (Coleman & Crossley, 1996).

#### **1.4. El papel Ecológico de los Oribátidos.**

En las ultimas décadas los oribátidos han adquirido gran valor en los estudios de biología y ecología (Norton, 1997), siendo excelentes bioindicadores de impacto ambiental, así como empleados en la búsqueda de

---

yacimientos de turba y suelos ricos en minerales (Krivolutzky, 1976; Krivolutzky, 1995 citado por Vázquez, 1999).

Sin embargo, existen pocos trabajos que avalen el papel que cumplen los oribátidos en la dinámica dentro de los procesos edáficos y como éste se ve transformado (Porta *et al.* 1999). En relación a esto, los trabajos de Lucille & Schubart (2001); solo han sido realizados en base a la observación de los cambios en las poblaciones de ácaros en zonas que sufrieron incendios en Brasil, donde se mencionan familias encontradas antes y después del incendio, las familias que muestran una mayor resistencia a estos fenómenos son Nthridae y Oppiidae.

Paoletti *et al.* (1992) y Crossley *et al.* (1992); han realizado trabajos acerca de los cambios en la población de microartrópodos en bosques no perturbados y cuando ocurre el cambio del uso de suelo, para la agricultura, en éste último se ha notado una evidente disminución de la población de ácaros oribátidos. En estos casos es evidente la variación de la población acarológica cuando el suelo es transformado y donde ocurren cambios a nivel microclimático.

El microhábitat es un reflejo en miniatura de las condiciones ecológicas del ambiente, su afectación se produce por cambios en temperatura, humedad, movimiento mecánico del suelo y características químicas. Los oribátidos han demostrado ser sensibles a los cambios en su nicho, reflejado en la variación de sus poblaciones. Mientras ésta disminuye, otro tipo de organismos depredadores se ven beneficiados por la transformación de los bosques. Se ha encontrado una clara relación entre la abundancia de hongos y oribátidos, cuando ocurren cambios en la humedad del suelo, la población de hongos disminuye y es evidente la declinación en la abundancia de las familias y géneros de Oribátidos (Wallwork, 1958; Loring *et al.*, 1981; Blevins *et al.*, 1984, Perdue, 1987 in Crossley *et al.* 1992; Coleman & Crossley, 1996; Kladvko, 2001). Esto es un reflejo de los cambios del microhábitat de contenido de agua, temperatura, aereación y disminución de nutrientes en el suelo (Kladvko, 2001).

El conocimiento de la mesofauna, permite tener un bosquejo de su importancia que tienen dentro del suelo, estos organismos forman parte de una cadena trófica en el suelo y contribuyen en el ciclo de nutrientes, que pueden ser transformados a compuestos reabsorbidos por otros microorganismos (bacterias y hongos), esto influye indirectamente en la estructura del suelo y directamente en el ciclo de numerosos elementos como el carbono, nitrógeno, fósforo, calcio, hierro, manganeso entre otros (Porta *et al.*, 1999;) Adicionalmente los rasgos en su biología relacionado con su ciclo de vida relativamente corto y con índices reproductivos alternativos como la partenogénesis, es así, que se desconoce con exactitud el número de ácaros oribátidos en los horizontes orgánicos del suelo.

---

Pero es en base a estas características que poseen algunos animales que conforman la fauna del suelo se proponen, **grupos funcionales** basándose principalmente por el nivel trófico que ocupan (depredadores,

fungívoros, herbívoros o detritívoros) en las estrategias alimenticias o bien por las fuentes de alimento que tienen en común.

Para poder entender las “complejas relaciones tróficas” en suelos agrícolas es necesario tener un conocimiento con mayor detalle acerca de los **grupos funcionales** presentes y su interacción con otros organismos, como por ejemplo: las bacterias, hongos, protozoarios, etc (Coleman & Crossley, 1985; Crossley *et al*, 1992; Klavivko, 2001).

Los géneros *Oribatula*, *Zygoribatula*, *Pilogalumna*, *Tectocepheus*, *Opiella* y *Ceratozetes* son considerados como grupos funcionales, estos son fungívoros ya que pueden ingerir partículas de hongos, hifas, esporas, algas, y nemátodos. (Shuster & Murphy, 1991; Crossley *et al*, 1992).

En nuestro país existen pocos estudios profundos acerca de la función específica de los microartrópodos en el suelo y de su repercusión en los ecosistemas . Es necesario realizar estudios mucho más precisos de la participación de los ácaros en los procesos dinámicos del suelo y su respuesta frente a las transformaciones del recurso edáfico (Crossley *et al*, 1992, Palacios-Vargas & Iglesias, 2004). Si bien, existen estudios a nivel taxonómico de la diversidad de la acarofauna edáfica, es indispensable realizar estudios ecológicos que nos permitan conocer la función de estos organismos en su medio.

### 1.5. Los agroecosistemas cafetaleros

Latino América, se caracteriza por albergar una gran diversidad biológica, por esto la preocupación de encontrar un equilibrio entre el desarrollo económico, con la conservación de los ecosistemas. Actualmente, dentro de los estudios de ecología del suelo, se tiene gran interés por los sitios que son sometidos al manejo agrícola, pero también en aquellos donde el cambio en el uso del suelo no ha sido tan drástico, como en el caso de los agroecosistemas; en base a esto, actualmente se ha puesto mucho énfasis en los cultivos de café (Avila & Gómez – Pompa, 1982; Perfecto & Armbrecht, 2003).

El cultivo del café ha representado uno de los principales productos agrícolas del país, tanto es así que se siembra y se cultiva en 16 estados de la República Mexicana, como son: Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla, Guerrero, San Luis Potosí, Hidalgo, Nayarit, Tabasco, Jalisco, Colima, Michoacán, Tamaulipas, Sinaloa, México y Morelos. Oaxaca está dentro de los primeros ocho estados de la República que producen el 98 por ciento del total de la producción (Nolasco, 1998). El cultivo de café es uno de las principales fuente de divisas y sobre todo

---

para la economía oaxaqueña (Nolasco, 1985; Moguel & Toledo, 1996; Piñon, 1998), ya

que en el Estado se presentan condiciones climáticas y ecológicas, favorables para el cultivo de café, con una buena proporción de terrenos propicios para los cafetales. (Piñon, 1998; CONABIO 2004).

El café requiere de cuatro a cinco años para que la primera cosecha pueda ser utilizada, después de la cual los arbustos de café continúan produciendo de 20 a 30 años continuos (Piñon & Hernández-Díaz 1998).

El café es producido bajo diferentes técnicas de cultivo. Sin embargo el más utilizado es el *monocultivo de sombra*, donde en algunos casos se corta la vegetación original y se siembran nuevas plantas que proporcionan sombra a los cafetos, las especies más utilizadas para este fin son aquellas del género *Inga*, y la utilización de agroquímicos es frecuente. Otro sistema de cultivo que conlleva una mínima afectación al ecosistema es el *sistema rusticano o de montaña*, donde solo se sustituyen plantas arbustivas y herbáceas por las matas de café. Los *policultivos o jardines de café*, son una modalidad de los cultivos de sombra, pero en este caso se introducen otras plantas de utilidad aparte de los cafetos (Moguel & Toledo, 1996; Vandermeer & Editef, 2003). Los cultivos que tienen un manejo de tipo tradicional (jardines de café), conservan una gran variedad de especies arbóreas como árboles de sombra, los cuales pueden estar asociados con algunas especies de árboles de plátano y cítricos, arbustivas y herbáceas; que permiten una mayor conservación de las selvas tropicales, ya que existe mayor biomasa, cantidad de nutrimentos, biodiversidad aérea y del suelo, menor número de malezas y de insectos dañinos y un mayor balance hídrico y microclimático, en el caso del cultivo de café en agroecosistemas de jardín, se considera un manejo amigable desde el punto de vista ecológico y edáfico, (Moguel & Toledo 1996).

Este sistema de cultivo permite tener una gran diversidad en general de artrópodos, estudios realizados en México como los de Ibarra-Núñez (1990), Ibarra-Núñez(1998), Marín-Castro & Romero (2002) y Bernal (2004), ponen de manifiesto que la existencia de una enorme diversidad de organismos, desde los más pequeños como los ácaros y colémbolos hasta arañas, diplopodos y quilopodos.

En nuestro país, por diversas razones sociales, culturales, políticas y económicas se han destruido bosques y selvas para convertirlas en áreas de cultivo o de pastoreo de ganado (potreros), sin considerar alternativas de manejo, para conservar sitios con una alta diversidad biológica. Sin embargo, existen sitios que al ser abandonado el cultivo, hay una regeneración de la vegetación, Rzedowski (1988) define estos sitios como acahuals, como la vegetación secundaria que se forma una vez destruida la original y que proporciona características favorables para la proliferación de fauna.

Se ha visto que los ácaros del suelo contribuyen de manera importante en la estructura del suelo y en el ciclo de nutrimentos, por ello existen correlaciones con las variables físicas, químicas y biológicas que repercuten en la abundancia de estos organismos como en el caso de los ácaros oribátidos. La intención de este trabajo es la

---

de poder hacer una identificación de la diversidad de ácaros oribátidos en un agroecosistema cafetalero y en un acahual para determinar la influencia de las variables del suelo y la riqueza de especies. Este trabajo resulta de gran interés, porque busca conocer la importancia de la mesofauna edáfica, dentro de la dinámica del suelo, tanto en el uso agrícola, ó bien para suelos que se encuentran en un estado sucesional.

## 1.7 Objetivos e Hipótesis

### 1.7.1 Objetivo General

Contribuir al conocimiento de ácaros oribátidos, (Acari: Oribatei), de un agroecosistema cafetalero, bajo diferentes condiciones ecológicas. Una de ellas, es un cafetal y el otro un acahual, en la Sierra Sur de Oaxaca. Así como la influencia del pH, D.A, D.R, %P, %H, %C, %N y la relación C:N; en la riqueza, abundancia y diversidad de ácaros en ambos sitios.

### 1.7.2 Objetivos particulares

#### 1.7.3

- Determinar las familias y géneros de ácaros edáficos (Acari: Oribatei) en diferentes condiciones ecológicas (acahual y cafetal).
- Evaluar las propiedades físicas y químicas (pH, D.A, D.R., %P, %H, %C y %N) de los suelos bajo diferente condición ecológica.
- Determinar la abundancia, riqueza y diversidad de ácaros del orden oribatei y su relación con las propiedades física y químicas de los suelos.

### 1.7.3 Hipótesis

A nivel de microhábitat, el acahual, presenta condiciones más estables. Este sitio, esta compuesto de una estructura vegetal herbácea, arbustiva y arbórea; con una cubierta de hojarasca, que conserva más la humedad. Además de ser un lugar poco perturbado desde hace 10 años, que se abandono la práctica de cultivo de café, así que no se presenta compactación del suelo. Las características que presenta el ambiente de acahual, propicia una mayor abundancia y diversidad de ácaros oribátidos. En el cafetal, debido a los procesos del cultivo existe una ligera alteración en la compactación del suelo, hay una remoción del sotobosque, que provoca una disminución en la abundancia y riqueza de los Oribátidos.

En cuanto a la diversidad se espera que sea la misma, tanto en el acahual como en el cafetal. Las propiedades que influyen directamente sobre la abundancia y riqueza de ácaros, son la materia orgánica, el pH y el nitrógeno.

## CAPITULO II

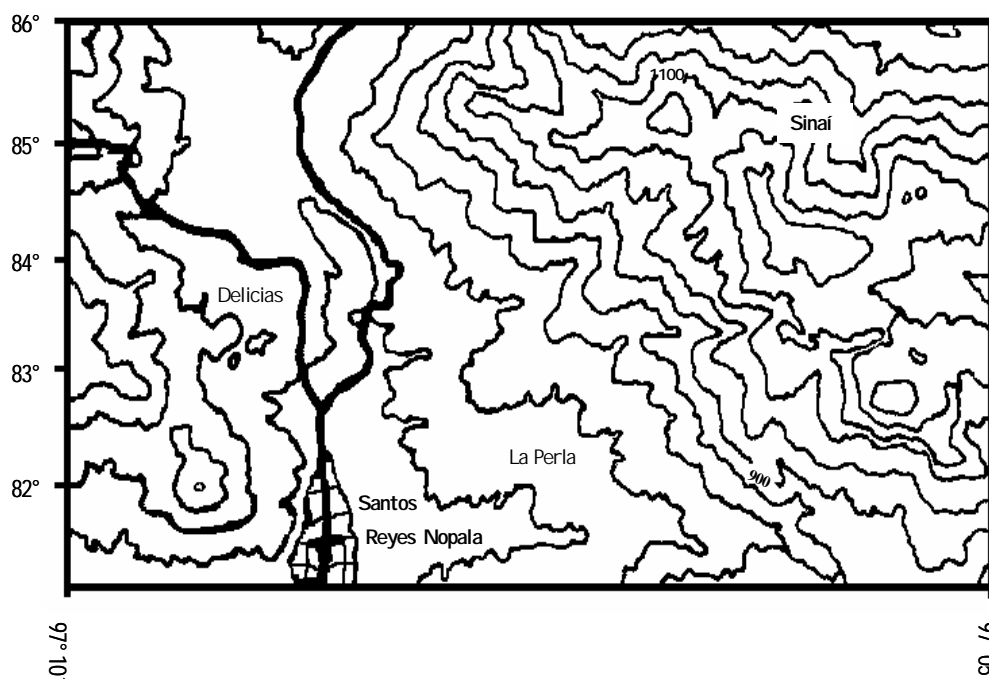
### 1. Descripción del Sitio de estudio

#### 1.1. Zona de estudio

La zona de estudio está ubicada en la zona cafetalera de la Sierra Sur, del Estado de Oaxaca, dentro del municipio de Santos Reyes Nopala, que pertenece al distrito n° 22 de Juquila; dentro de la finca cafetalera "El Sinaí" que cuenta con una extensión de 340 hectáreas, ubicada entre las coordenadas geográficas: 16° 06 LN, 97° 09 LO, (Figura 4 y 5)



**Figura 4.** Ubicación geográfica de la región cafetalera de la Sierra Sur en el Estado de Oaxaca, entre las coordenadas geográficas: 16° 06 LN, 97° 09 LO



**Figura 5.** Mapa topográfico, escala 1:50 000, INEGI E14D86. Municipio de Santos Reyes Nopala, Oax. Donde se localiza la Finca Cafetalera "El Sinai".

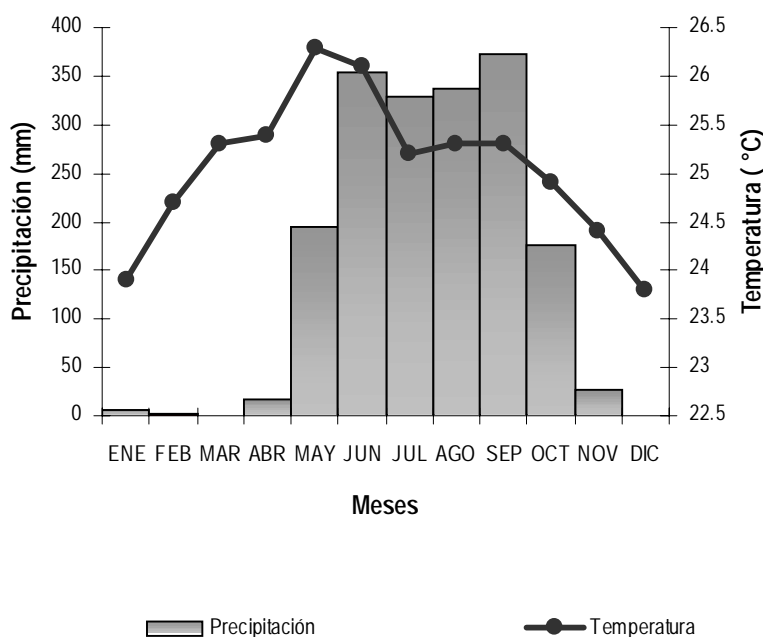
## 2.1.2 Geología

La formación del sistema montañoso data del Paleozoico, el material parental consiste principalmente en anortositas, cuarcitas, gneises. En el sitio de estudio, material parental está compuesto de anortositas y dioritas y sus productos metamórficos como el gneiss (Ferrusquía, 1988).

El relieve es montañoso escarpado y el gradiente altitudinal va de los 700 a los 1400 m.s.n.m. Las pendientes son complejas y se orientan de norte-este y oeste-sur, con grados de inclinación mayores a los 20°, que pueden ser de escarpado a muy escarpado (Siebe *et al.*, 1996)

### 2.1.3 Clima

El clima es semicálido húmedo con una precipitación media anual entre 1800 y 2000 mm y la temperatura media anual oscila entre los 21 y 21.9 °C, Aw según Koeppen (1948) y modificada por García (1974). Los dos principales periodos que se presentan en la región son: el de lluvias que comprende desde junio a noviembre, y el seco de diciembre a mayo.



**Figura 6.** Gráfica ombrotermica basada en los datos obtenidos de la estación meteorológica 105, Santos Reyes Nopala; situada en las coordenadas LN 16° 7' LW 97° 9' a 1000 msnm (García 1988).

### 2.1.4 Vegetación

La vegetación corresponde mayoritariamente a componentes de bosque tropical subcaducifolio (Rzedowky, 1978) con fuerte tendencia a ser perennifolio debido a la selectividad de especies principalmente *Inga leptoloba* y *Inga jinicuil* por las prácticas de cobertura del café; cultivo de jardín.

Las especies de café cultivadas en la finca son: *Coffea arabica* (Linn, 1953; Hiern, 1877, Hol, 1915; Chev, 1920).- se distingue por tener un grano más grueso y alargado (8-12mm), flores hermafroditas y contiene de 0.8 a 1.6% de cafeína; la **variedad típica**.- presenta un grano más pequeño que el *C. arabica* (5.8mm), con fecundación cruzada, contiene de 1.4 a 2.5% de cafeína y su sabor es menos fino; **variedad mundonovo**.- es



un árbol bastante conocido en México y que es el resultado de una cruce natural entre la especie *C. arabica* y la variedad robusta y por último la **variedad catoai**- es un árbol bajo, con alta difusión en México, por su alta densidad, productividad y fácil acceso a las labores de cultivo.

### 2.1.5 Unidades de suelo

Los suelos de la zona han sido descritos en trabajos previos, principalmente para la localidad de Pluma Hidalgo (García-Calderón, 2000), para el sitio de estudio (Ibañez *et al*, 2001; García-Calderón, 2000). De acuerdo con estos estudios, los suelos corresponden a Acrisoles, Luvisoles, Cambisoles y Umbrisoles (World Reference Base, 1998) (Figura 7)

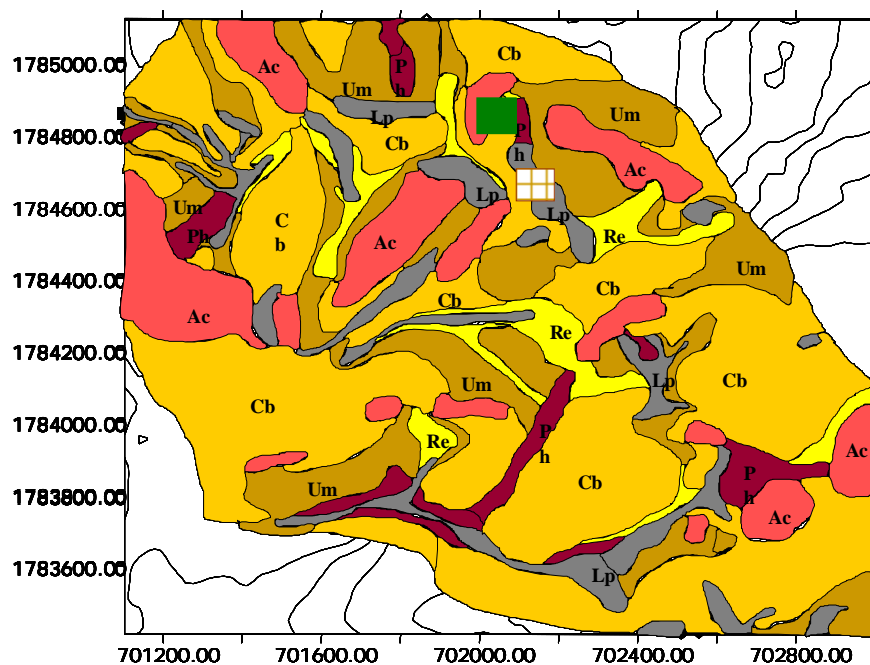


Figura 7. Principales unidades de suelo de la Finca "El Sinaí". El cuadro verde muestra el área de muestreo del acahual y el cuadro con cuadrícula el área de muestreo del cafetal. (Krasilnicov, 2004)

En la Finca "El Sinaí" fueron clasificados seis tipos de suelo de acuerdo a la FAO-WRB (1999), por el Dr. Krasilnicov (2004), estos suelos son: Leptosoles, Acrisoles, Umbrisoles, Cambisoles, Phaeozems y Regosoles.

Sin embargo las unidades de suelo que se describen pertenecen únicamente a las zonas de muestreo de este trabajo.

**Acrisoles (Ac).**- (del latín *acris* muy ácido) Estos suelos son muy arcillosos, compactos, plásticos y de color rojo. A veces tienen un horizonte profundo de materia orgánica, y en algunos casos la capa superficial puede estar erosionada. Son suelos ácidos, la saturación de bases baja (contenidos de calcio, magnesio, sodio y potasio). En cuanto a las propiedades físicas son buenas, presentan una alta retención de humedad que puede durar hasta la época de secas, tienen buenas condiciones de aireación para las raíces y los microorganismos del suelo. Las propiedades químicas generalmente favorecen el crecimiento de las plantas, pero en el caso de la falta de la capa rica en materia orgánica pueden tener deficiencia de nitrógeno. Estos suelos se encuentran en las partes altas relativamente planas de la finca y en las pendientes menores de 20%, en el área de muestreo de Acahual.

**Cambisoles (Cb).**- (del latín *cambiare*, cambio) .Los Cambisoles de la finca se parecen a los Umbrisoles, pero la capa superficial está saturada por bases, son suelos ligeramente ácidos. Esta propiedad no es buena para los cafetos, sobre todo porque la acidez intensa, puede favorecer el desarrollo de enfermedades que dañen a los cultivos. Estos suelos ocupan en la finca laderas de varias pendientes, tanto en el Cafetal y Acahual presente en la mayor parte del paisaje de la zona.

**Leptosoles (Lp).**- (del griego *leptos*, delgado). Estos suelos tienen una profundidad menor de 25 cm. Y en su mayoría son sumamente pedregosos, lo que impide una buena retención de agua. No son muy adecuados para el cultivo de café ya que la roca es un factor limitante para el desarrollo de las raíces. En estos suelos la reserva de nutrientes es baja. Este suelo tipo de suelo muestreado se ubico en la zona de los cafetales, ocupando la mayor parte de la zona de muestreo.

**Umbrisoles (Um).**- Estos suelos son más arenosos, bastante ligeros, pero pedregosos. Están caracterizados por la presencia de la capa superficial profunda, rica en materia orgánica, pero ácida. Por la textura ligera las propiedades físicas no son muy buenas: el drenaje puede ser excesivo en el sentido de la pendiente más inclinada y la infiltración es rápida. Adicionalmente la pedregosidad actúan como un factor limitante para el crecimiento del café. Las propiedades químicas favorecen el crecimiento del café. En la finca estos suelos ocupan las laderas de las pendientes de 10 a 40%.

## CAPITULO III

## 1. Material y Método

## 3.1 Colecta de muestras en el campo

El muestreo se realizó dentro de la finca "El Sinaí" en el mes de mayo de 2002 al final de la época de secas. La selección de los sitios de muestreo, se hizo tomando en cuenta las diferentes condiciones ecológicas, las áreas de cultivo de café y en sitios donde fue abandonada esta práctica y que en la actualidad presente establecimiento vegetación secundaria, que se determinó como un acahual.

En cada sitio de cultivo de café y de acahual, se delimitó un cuadrante de 100 m<sup>2</sup>, y se identificaron siete puntos con la misma altitud, (Cuadro 1). En cada punto, se tomó la muestra de suelo con un sacabocado, hasta una profundidad de 6.5 cm, que es donde se concentra el mayor número de fauna edáfica. Adicionalmente se tomó un duplicado de la misma profundidad para los análisis de suelo. Cada muestra se metió en una bolsa de plástico perfectamente cerrada y etiquetada y se colocaron dentro de una hielera para su traslado, para preservar el mayor número de organismos vivos.

**Cuadro 1.** Datos generales de los sitios donde se muestreo. La clave indica A o C = acahual o cafetal; # = el número de muestreo.

Muestra	Clave	Condición Ecológica	Altitud
1	A1	Acahual	1158
2	A2	Acahual	1173
3	A3	Acahual	1152
4	A4	Acahual	1138
5	A5	Acahual	1179
6	A6	Acahual	1191
7	A7	Acahual	1195
1	C1	Cafetal	1206
2	C2	Cafetal	1195
3	C3	Cafetal	1177
4	C4	Cafetal	1198
5	C5	Cafetal	1188
6	C6	Cafetal	1185
7	C7	Cafetal	1181

---

Los criterios tomados en campo fueron: (Anexo 1)

- Hora en que se realizó el muestreo
- Condición ecológica del sitio (cafetal o acahual)
- Pendiente
- Orientación de la ladera

Las muestras de suelo fueron procesadas en el laboratorio de Microartrópodos para la extracción de organismos, y en el laboratorio de Edafología "Nicolás Aguilera" para los análisis físicos y químicos, ambos en la Facultad de Ciencias de la UNAM.

### 3.2 Técnicas de extracción de la fauna edáfica y su identificación

#### Extracción de organismos

Las muestras de suelos, se instalaron en el embudo de Berlesse – Tullgren durante seis días, a una temperatura de 40°C. Los frascos donde se recogieron los organismos contenían alcohol al 70% y una etiqueta con los siguientes datos: Fecha de colecta y la clave de colecta.

De cada frasco se separaron los diferentes clases de artrópodos, de los ácaros se separaron los diferentes órdenes, colocándose en frascos con alcohol al 70%, y su respectiva etiqueta.

#### Identificación

Los ejemplares más representativos, del Orden de Oribátidos se montaron en líquido de Hoyer, de los organismos más esclerosados fueron aclarados con ácido láctico concentrado antes de ser montados. El montaje de los ejemplares fue dorsal, ventral (con las patas extendidas) de lado y en algunos casos fue necesario la disección del ejemplar separando el notogaster; montando por lo menos cinco ejemplares por género. Una vez montados los ácaros se identificaron a nivel de familias y géneros siguiendo las claves de Balogh & Balogh, (1988) y Krantz, G.W., (1978).

### 3.3 Análisis del suelo

Las muestras de suelo se pusieron a secar a temperatura ambiente y posteriormente se tamizaron por una malla de 2 mm, y se realizaron los siguientes análisis:

---

## Húmedad

Este análisis se realizó directamente en campo, utilizando un TDR que mide la humedad del suelo por medio de una sonda que se entierra justo en el punto donde se quiere la lectura. Este aparato proporciona tres lecturas y de estas se obtiene un promedio, el resultado se reporta en porcentaje.

### **Determinación del pH con H<sub>2</sub>O y KCl relación 1:2.5 (ISRIC, 1998).**

Se colocan 10g de suelo con 25 ml de agua destilada hervida; a otro duplicado, se le añaden 25 ml de KCl 1*N*; las muestras son agitadas mecánicamente por media hora y posteriormente se realizan tres lecturas de las muestras en un potenciómetro, marca CORNING pH meter model 17; de las tres lecturas se obtiene un promedio.

### **Densidad Aparente por el método de la probeta.**

Esta técnica consiste en colocar suelo en una probeta tarada de 10ml, se golpea ligeramente sobre una franela, nuevamente se agrega suelo hasta los 10 ml y se pesa la probeta. Se calcula con la siguiente formula:

$$D.A = \text{Peso del suelo} / \text{volumen} = \text{gr/cm}^3$$

### **Densidad real por el método del picnómetro.**

Esta técnica requiere de la utilización de un picnómetro tarado donde se colocan 5 g de suelo y agua hasta llenar el capilar del tapón del picnómetro. Se pesa, con una exactitud de 0.0001g Nos proporciona las densidades de los constituyentes sólidos del suelo, como la materia orgánica e inorgánica. La densidad real se obtiene mediante la siguiente formula:

$$D.R = S / S+A - (s-a) = \text{g/ml}$$

Donde S= peso del suelo

A= peso del agua

s + a = peso del suelo y del agua mezclados

### **Determinación del porcentaje de porosidad.**

Se obtiene a partir de los datos obtenidos de la densidad aparente y de la densidad real, y siguiendo la siguiente fórmula:

$$\%P = 100 ( 1 - DA/DR)$$

**Determinación del Carbono orgánico (ISRIC, 1998).-**

Para la determinación del carbono total, se pesa 0.1g de suelo, a esta muestra se añade 5ml de dicromato de potasio ( $Kr_2Cr_2O_7$ ) 1*N* y poco a poco 10 ml ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ), se agita por un minuto y se deja reposar por media hora, pasado este tiempo se agrega 100 ml de agua destilada y 5ml de ácido fosfórico. La determinación se llevo a cabo por titulación se utiliza un indicador de bariosulfonato de difenilamina (0.16%) y sulfato ferroso 0.5*N*. El porcentaje de materia orgánica se obtiene con el calculo de:

$$\% \text{ de M.O.} = 5 \cdot (\text{ml de } FeSO_4 \times N \text{ real}) / \text{g de muestra} \times 0.69$$

Donde: 5= ml de Dicromato agregado

N= Normalidad real del Sulfato Ferroso

0.69= Constante

N real = 10 X 0.5 / ml de  $FeSO_4$  (gastados en el blanco)

El porcentaje de carbono se calcula con la siguiente formula:

$$\%C = \%M.O. / 1.724$$

Donde 1.724= constante.

**Determinación del Nitrógeno total (ISRIC, 1998).-**

Para la realización de esta técnica, se pesan 1g de la muestra de suelo y se colocan en tubos de digestión (Kjeldahi) junto con una mezcla digestora, compuesta de sulfato de cobre, selenio y sulfato de potasio. Se añaden de 25ml de ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ), todo esto se lleva a un digestor marca BÜCHI, por una hora aproximadamente o bien, hasta que se oxidada toda la materia orgánica de la muestra de suelo, tomando un color verde pistache. Una vez realizado esto, se coloca la muestra en un destilador marca BUCHI B-316, donde se añaden 75 ml de hidróxido de Sodio (NaOH 35%). El producto del destilado se recibe en  $H_3BO_2$  y se titula con ácido clorhídrico (HCl) 0.1*N* y se obtiene el Nitrógeno total, calculando la siguiente formula:

$$\%N = (a-b)/s \times M \times 1.4 \times mcf$$

Donde a= ml de HCl requeridos para la titulación de las muestras

b= ml de HCl requeridos para la titulación del blanco

s= gramos de suelo utilizados

M= molaridad del HCl

---

$1.4 = 14 \times 10^{-3} \times 100\%$  (14= número atómico de N)

mcf= factor de correlación de humedad

### 3.4 Análisis estadísticos

En este trabajo se utilizaron elementos de estadística no paramétrica, ya que proporciona estadísticas de prueba para una distribución no especificada, estas son:

- **Prueba no pareada de Wilcoxon Matched, STATISTICA, versión 6.0.**- Para encontrar las diferencias significativas entre acahual y cafetal en cuanto a riqueza y abundancia
- **H', J', S Ludwig & Reynolds, 1988, STATISTICA, versión 6.0**
- **Prueba de U de Mann-Whitney, programa STATISTICA, versión 6.0.**- Para determinar las diferencia significativa entre acahual y cafetal en cuanto a la abundancia
- **Correlación por orden de rango de Spearman, programa STATISTICA, versión 6.0.**- Análisis de correlación entre variables físicas y químicas del suelo, que influyen en las áreas de muestreo y la abundancia de oribátidos.
- **Prueba de diferencia entre dos índices de diversidad (Zar, 1984):** Mediante esta prueba se determina, si la diversidad es significativa en los dos sitios muestreados, mediante la siguiente formula.

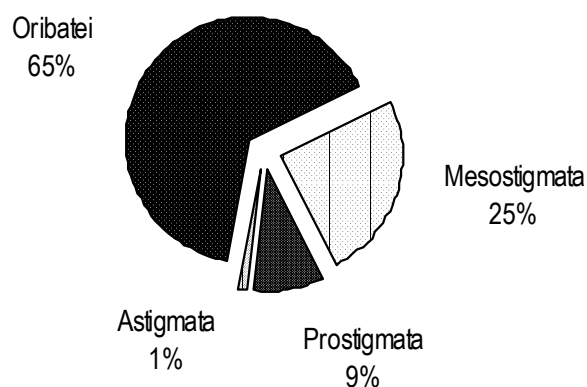
$$t = \frac{H_1 - H_2}{S_{H_1 - H_2}}$$

## CAPITULO IV

## 4. Resultados

## 4.1 Abundancia y riqueza de Ácaros Oribátidos

En lo concerniente a la ácarofauna, se colectaron 2342 ejemplares identificados dentro de los cuatro ordenes más representativos del suelo (Figura 8).



**Figura 8.** Porcentaje de los principales ordenes de ácaros encontrados en suelos de acahual y cafetal de un agroecosistema cafetalero, en la Sierra Sur de Oaxaca.

El total de ácaros colectados en el ambiente de acahual es de 1680 organismos y en cafetal son 662. En ambos ambientes muestreados, sobresalen en número de ejemplares colectados el orden Oribatei con 1519 organismos, que corresponde al 65%; le siguen los Mesostigmata con 574 que equivalen al 25%, y menor proporción los Prostigmata con 214 ejemplares que equivale al 9%; y por último el orden Astigmata con 29 individuos, que solo representa el 1% del total de ácaros colectados (Cuadro 2).



**Cuadro 2.** Número de ejemplares colectados de los diferentes órdenes de ácaros; identificados en suelos de acahual.

Muestra	Oribatei	Mesostigmata	Prostigmata	Astigmata	Total
A1	348	43	0	1	386
A2	157	54	23	3	237
A3	42	21	6	2	71
A4	137	80	44	4	265
A5	131	91	1	2	225
A6	75	30	7	2	114
A7	218	120	41	3	382
<b>Total</b>	<b>1108</b>	<b>439</b>	<b>122</b>	<b>16</b>	<b>1680</b>

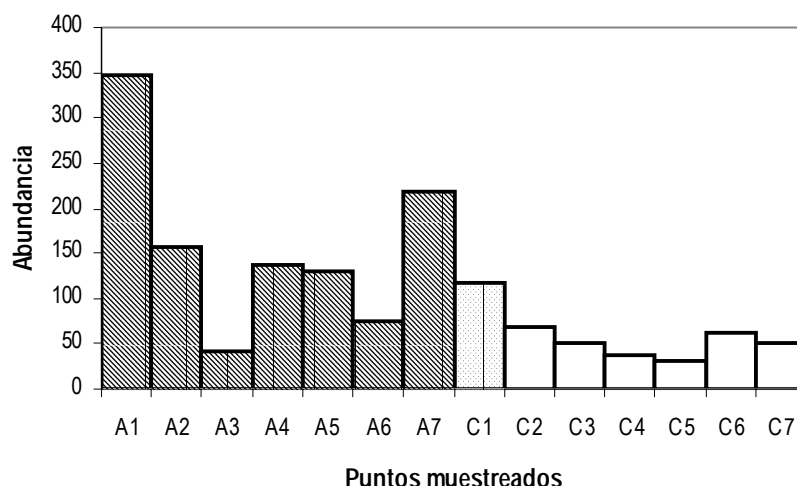
A = acahual

**Cuadro 3.** Número de ejemplares colectados de los diferentes órdenes de ácaros; identificados en suelos de cafetal.

Muestra	Oribatei	Mesostigmata	Prostigmata	Astigmata	Total
C1	117	47	4	2	170
C2	69	10	0	4	83
C3	51	17	0	0	68
C4	37	12	44	2	95
C5	31	21	11	2	66
C6	61	15	12	3	92
C7	51	13	21	3	88
<b>Total</b>	<b>417</b>	<b>275</b>	<b>92</b>	<b>13</b>	<b>662</b>

C= cafetal

La mayor abundancia de oribátidos correspondió al acahual con 1108 oribátidos colectados y 417 en el ambiente de cafetal (Figura 9).



**Figura 9.** Abundancia de oribátidos colectados en los ambientes de acahual y cafetal. Donde A= acahual; C= cafetal; #= muestra.

Los puntos de muestreo corresponden a tres unidades de suelo diferentes. En el acahual, las muestras A1 y A7 corresponden a la Unidad de suelo Acrisol; A2 – A6, C3, y C6 a un Cambisol; por último los puntos C1, C2, C4, C5 y C7 corresponden a la Unidad de suelo Leptosol.

Los Acrisoles son suelos ligeramente ácidos, y se observó que en los dos puntos de muestreo la abundancia de oribátidos es ligeramente diferente, en el punto A1 tenemos a 348 organismos colectados, mientras que 218 ejemplares en el punto A7.

Los Cambisoles son suelos que se determinaron en ambos ambientes, son ligeramente ácidos y saturados por bases. Sin embargo, la abundancia de organismos que presentan en cada punto es muy diferente, en el acahual es mayor que en el ambiente de cafetal.

Los Leptosoles son suelos poco profundos, menor a 25 cm, no tienen buena retención de agua. Estos suelos solo se encontraron en el ambiente de cafetal, y el número de oribátidos colectado es relativamente bajo.

#### 4.2 Composición de familias y géneros de los Ácaros Oribátidos

Los ejemplares colectados pertenecientes al orden Oribatei se determinaron a nivel de familia, género y en los que fue posible a especie, bajo la asesoría del Biol. Ricardo Iglesias del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, de la Facultad de Ciencias de la UNAM, siguiendo las claves de Balogh & Balogh (1988).

El total de oribátidos colectados están agrupados en 21 superfamilias, pertenecientes a 36 familias; de las cuales se determinaron 31 géneros y 8 especies (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Listado de familias y géneros de oribátidos colectados en ambientes de acahual y cafetal de un agroecosistema cafetalero en la Sierra Sur de Oaxaca.

	SUPER FAMILIA	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
1	HYPOCHTHONOIDEA	Hypochthoniidae *	Eohypochthonius * (Ehipochthonius)	<i>Eohypochthonius gracilis*</i>
2	COSMOCHTHONOIDEA	Cosmochthoniidae *	Cosmochthonius *	
		Sphaerochthoniidae	Sphaerochthonius	
3	PHTHIRACAROIDEA	Phthiracaridae		
4	EUPHTHIRACAROIDEA	Euphthiracaridae *	Rhysotritia *	
5	EPILOHMANNIOIDEA	Epilohmannidae	Epilohmannia	
6	LOHMANNIOIDEA	Lohmanniidae *		
7	NOTHROIDEA	Nothriidae	Nothrus	
8	HERMANNIELLOIDEA	Plasmobatidae	Plasmobates	
9	GYMNODAMAEOIDEA	Gymnodamaeidae	Plesiodamaeus	
10	EREMULOIDEA	Damaeolidae	Fosseremus*	<i>Fosseremus saltaensis*</i>
		Basilobelbidae	Basilobelba	
		Heterobelbidae	Heterobelba	
11	LIACAROIDEA	Liacaridae	Liacarus *	
12	CARABODOIDEA	Carabodidae	Carabodes *	
13	TECTOCEPHEOIDEA	Tectocepheidae *	Tectocepheus *	
14	OPPIOIDEA	Oppiidae		
		Oxyoppiinae *	Baloghoppia **	
		Brachioppiinae	Gittela *	<i>Gittela sp</i> *1
		Oppiinae **	Neoamerioppia ** (Amerigloboppia)	
		Multioppiinae	Ramusella *	<i>Ramusella (ca. Insculptoppia)*</i> ,
		Dampfiellidae *		

	SUPER FAMILIA	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
		Quadropiidae	Quadroppia *	
15	AMERONOTHROIDEA	Suctobelbidae *		
		Anderemaeidae *	Cristeremaeus *	
16	PASSALOZETOIDEA	Licneremaeidae	Licneremaeus	<i>Licneremaeus licnophorus*</i>
17	MICROZETOIDEA	Microzetidae	Acaroceras	
			Kalyptrazetes	
			Berlesezetes	
18	ORIBATULOIDEA	Oribatulidae *	Zygoribatula *	
		Haplozetidae	Rostrozetes	<i>Rostrozetes foveolatus</i>
		Schelorbitidae	Schelorbites	
		Oripodidae *		
19	GALUMNOIDEA	Galumnidae		
		Epactozetidae	Truncozetes	
20	AMEROBELBOIDEA (EREMULOIDEA)	Eremobelbidae	Eremobelba	<i>Eremobelba piffli</i>
21	ORIPÓDOIDEA Jacot, 1925	Tubulozetidae **	Tubulozetes **	
		Xylobatidae *	Xylobates *	Xylobates sp.

\*Primer registro para el Estado de Oaxaca; \*\* Primer registro para el país de acuerdo con Palacios – Vargas & Iglesias, 2004; Bernal, R.A. & Iglesias M. R. 2004; Hoffmann & López – Campos, 2000; Palacios – Vargas, 1994. En el **Anexo 2**, se muestra la diagnosis de las familias colectadas y en el Anexo 3, las laminas de los representantes por género.

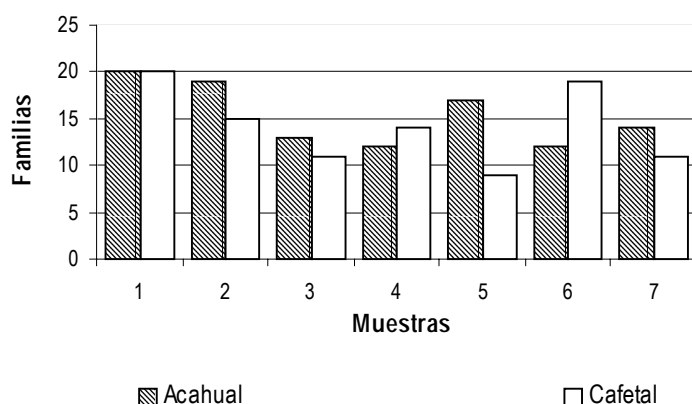
Oaxaca es uno de los Estados de la Republica con el número de registros ácaros Oribatei, más bajos, El 42% de las familias colectadas son nuevos registros para el Estado, así como 16 géneros y seis especies. De los nuevos registros para el estado, la familia **Tubulozetidae** y **Opiinae** representan un nuevo registro para el país (Palacios – Vargas & Iglesias, 2004; Bernal, R.A. & Iglesias M. R. 2004; Hoffmann & López – Campos, 2000; Palacios – Vargas, 1994;).

De las 36 familias identificadas sólo tres no están presentes en los muestreos realizados en Acahual, estas son: Gymnodamaeidae, Basilobelbidae y Oripodidae. El género ausente es *Quadroppia*. De la familia Lohmannidae y de los géneros *Acaroceras* y *Ramusella* solo se colectó un ejemplar. Las familias más abundantes son: Oppiidae, Microzetidae y Galumnidae. El género más representativo es *Xylobatidae* con 90 ejemplares y las especies *Licnoremæus licnophorus* y *Rostrozetes foveolatus* son muy abundantes. La familia Oppiinae, que es primer registro para el país, se colectaron 14 ejemplares. Se determinaron un total de 161 ninfas y el total de ácaros oribátidos colectados fue de 1108 en este sitio.

Las familias ausentes en el ambiente de cafetal son cinco: Brachioppiinae, Lohmannidae, Oxyoppiinae, Heterobelbidae y Anderemaide y los géneros Acaroceras y Kalyptrazetes. De la familia Oripodidae y de los géneros *Quadroppia* y *Berlesezetes* solo se colectó un ejemplar. Las familias más abundantes son: Oppiidae, Microzetidae, Haplozetidae y Galumnidae. El género más representativo es *Sheloribates* con 40 ejemplares. Se colectaron un total de 62 ninfas en cafetal.

De la familia Tubolozetidae solo se colectó un ejemplar, y de Oppiinae cuatro organismos.

Con base en la prueba estadística de Wilcoxon Matchet se determinó que existe una diferencia significativa entre la riqueza de oribátidos colectados en acahual y cafetal ( $p= 0.008$ ). Así como una diferencia significativa entre la abundancia de familias entre los sitios de acahual y cafetal, según la prueba de U- Mann-Whitney con una  $U=8$  y una  $p= 0.035013$  (Figura 10, Cuadro 4). La prueba de  $t$  (Zar, 1984), nos indica que existe una diferencia significativa en la diversidad de los dos sitios, ( $t_{0.05(2), 830} = 1.963$ ).



**Figura 10.** Abundancia de familias del orden oribatei por cada muestra colectada de acahual y cafetal, en la Sierra Sur de Oaxaca.

La abundancia y la densidad de familias de los organismos colectados, en los dos ambientes muestreados, se determinó en un volumen de  $104\text{cm}^3$  que corresponde al sacabocado utilizado en la extracción de las muestras de suelo, la profundidad en la que se toma la muestra es de 6.5 cm

**Cuadro 5.** Abundancia y densidad de las familias del orden Oribatei, determinadas en los suelos de acahual y cafetal, de un agroecosistema cafetalero, en la Sierra Sur de Oaxaca.

	Taxa	Acahual		Cafetal	
		Abundancia	Densidad Ind/m <sup>2</sup>	Abundancia	Densidad Ind/m <sup>2</sup>
1	Hypochthoniidae*	3	41.2	6	82.4
2	Cosmochthoniidae*	10	137.4	3	41.2
3	Sphaeroschthoniidae	11	151.1	5	68.7
4	Phthiracaridae	35	480.8	2	27.5
5	Euphthiracaridae*	36	494.5	16	219.8
6	Epilohmniidae	5	68.7	9	123.6
7	Lohmannidae*	1	13.7	0	0.0
8	Nothriidae	2	27.5	4	54.9
9	Plasmobatidae	3	41.2	2	27.5
10	Gymnodamaeidae	0	0.0	3	41.2
11	Damaeolidae	20	274.7	4	54.9
12	Basilobelbidae	0	0.0	4	54.9
13	Heterobelbidae	8	109.9	0	0.0
14	Liacaridae	20	274.7	6	82.4
15	Carabodidae	18	247.3	12	164.8
16	Tectocephidae*	3	41.2	25	343.4
17	Oppiidae	221	3035.7	25	343.4
18	Oxyoppiinae*	3	41.2	0	0.0
19	Brachychthoppiinae	4	54.9	0	0.0
20	Oppiinae**	14	192.3	4	54.9
21	Multioppiinae	1	13.7	1	13.7
22	Dampfiellidae*	4	54.9	15	206.0
23	Quadropiidae	0	0.0	1	13.7
24	Suctobelbidae*	2	27.5	2	27.5
25	Anderemaeidae*	14	192.3	0	0.0
26	Licneremaeidae	56	769.2	7	96.2
27	Microzetidae	111	1524.7	27	370.9
28	Oribatulidae*	37	508.2	4	54.9
29	Haplozetidae	53	728.0	51	700.5
30	Scheloribatidae	2	27.5	42	576.9
31	Oripodidae*	0	0.0	1	13.7
32	Galumnidae	126	1730.8	45	618.1
33	Epactozetidae	2	27.5	2	27.5
34	Eremobelbidae	52	714.3	10	137.4
35	Tubolozetidae*	1	13.7	2	27.5
36	Xylobatidae	90	1236.3	21	288.5
37	Ninfas	161	2211.5	62	851.6
	Total				
	<b>Acahual</b>	<b>Cafetal</b>			
<b>S</b>	30	28			
<b>H'</b>	2.66	2.83			
<b>λ</b>	0.1	0.07			
<b>E1</b>	0.75	0.84			

La densidad total de ácaros oribátidos en acahual es de 15,219 ind/m<sup>2</sup> y para los cafetales es de 5,728 ind/m<sup>2</sup>. En la literatura se registra la densidad de oribátidos en suelos de bosque en un rango de 250,000 – 500,000 individuos por m<sup>2</sup>. Sin embargo, para suelos mezclados con restos de madera, reportan 56,000 ind/m<sup>2</sup> (Coleman & Crossley, 1996). En apariencia las densidades obtenidas, no son tan altas como las reportadas en la literatura, y esto posiblemente se deba al número de muestreos realizados.

Existiendo más del doble de organismos en acahual que en cafetal. Las familias con mayor abundancia y densidad en ambos sitios son: Oppidae, Microzetidae, Haplozetidae, Galumnidae y las Ninfas siendo éstas notoriamente más abundantes en acahual.

Las familias Brachychthoppiinae, Lohmannidae, Heterobelbidae, Anderemaeidae, Oxyoppiinae están presentes únicamente en el ambiente de acahual, con una abundancia y densidad, relativamente bajas. Las familias que no se encuentran en el acahual son: Gymnodamaeidae, Basilobelbidae y Oripodidae, está última representada por un solo individuo colectado. La familia Suctobelbidae está representada por dos especies con igual densidad de 27.5 indxm<sup>2</sup>, en ambos ambientes.

### 4.3 Propiedades Físicas y Químicas de los suelos

De cada muestra de suelo colectada se realizaron análisis físicos y químicos, de los cuales, en el cuadro 5, se muestran los resultados obtenidos, así como las diferentes Unidades de suelo en que se ubicaron los puntos de muestreo.

El porcentaje de humedad del acahual tiene un rango de 11.1 a 15.7% , a excepción del punto A3, que presenta un valor bajo, y en cafetal de 6.4 a 16.7%. donde los valores son mas variables, sin embargo, no se encontro ninguna diferencia significativa entre los dos ambientes.

La densidad aparente, nos permite conocer el estado de agregación del suelo y la proporción del volumen ocupado por los espacios intersticiales (g/cm<sup>3</sup>), en el caso de los suelos analizados todos presentan densidades muy bajas, que están relacionados con texturas finas de suelos arcillosos y su contenido de materia orgánica.

**Cuadro 5** Resultado de los análisis de los suelos de acahual y cafetal donde A= acahual; C= cafetal; #= punto colectado.

Muestra	%H	D.A g/cm <sup>3</sup>	D.R	%P	pH KCl	pH H <sub>2</sub> O	%C	%N	C:N	Unidad de suelo
A1	12.9	1	2.4	59.8	5.6	6.7	2.8	0.28	9.9	Acrisol
A2	11.9	0.8	2.3	63.2	5.6	6.6	3.5	0.48	7.2	Cambisol
A3	5.2	1	2.6	60.3	5.2	6.3	1.8	0.11	16.3	Cambisol
A4	12.2	0.8	2.5	66.9	5.1	6.5	1.9	0.33	5.6	Cambisol
A5	11.1	0.8	2.3	65.7	5.9	6.5	2	0.44	4.5	Cambisol
A6	12.4	1	2.6	62.6	4.9	6.6	1.2	0.19	6.3	Cambisol
A7	15.7	0.9	2.4	61.7	5.3	6.6	3.6	0.28	13.0	Acrisol
C1	10.6	0.7	2.4	67.9	5.4	6.4	4.4	0.38	11.5	Leptosol
C2	9.5	0.9	2.3	60.6	4.6	5.8	2.3	0.28	8.1	Leptosol
C3/5	11.2	1.1	2.5	56.8	4.9	6.4	1.2	0.25	5.0	Cambisol
C4	8.7	1	2.7	61.2	4.8	5.9	0.8	0.04	19.7	Leptosol
C5	6.7	0.9	2.2	57.9	5.5	6.8	4	0.21	10.8	Leptosol
C6	16.7	0.5	1.9	69.1	5	5.8	0.7	0.60	1.2	Cambisol
C7	6.4	1	2.5	59.4	5.3	6.3	2.4	0.26	8.9	Leptosol

La densidad real, esta relacionada con la proporción de materia orgánica e inorgánica presente en los suelos, está tiene una regularidad de 1.9 a 2.7 g/ml. En el muestreo C6, de cafetal presenta el valor más bajo de las densidades (1.9), este punto coincide con el sitio donde se detecto muy baja la materia orgánica y donde precisamente se observó un suelo muy mineralizado, correspondiente a un Cambisol. Sin embargo, no se encontró ninguna correlación con la abundancia de los oribátidos. La densidad real, esta relacionada con la proporción de materia orgánica e inorgánica presente en los suelos, está tiene una regularidad de 1.9 a 2.7 g/ml. En el muestreo C6, de cafetal presenta el valor más bajo de las densidades (1.9), este punto coincide con el sitio donde se detecto muy baja la materia orgánica y donde precisamente se observó un suelo muy mineralizado, correspondiente a un Cambisol. Sin embargo, no se encontró ninguna correlación con la abundancia de los oribátidos.



En estos suelos se calculó un porcentaje de porosidad alto, seguramente compuestos de poros pequeños, que resulta de un suelo con una capacidad alta de retención de agua, principalmente en suelos como los Acrisoles.

Como variables químicas analizadas tenemos el pH con agua, pH con KCl, %C orgánico y %N (Cuadro 5). El pH es una propiedad química que se asocia con otras propiedades del suelo, específicamente en la rizosfera, con la concentración de cationes en la solución del suelo, esta relacionado con el contenido de humedad, grado de oxidación de la materia orgánica, grado de asimilación de iones por las raíces de las plantas y de la lixiviación (Smith & Smith, 2004; Porta, 1999; León, 1991). En los suelos analizados, el pH con agua, es ligeramente ácido, con una rango de 6.3 → 6.7 en el sitio de acahual, siendo más homogéneo en este sitio y con variación de una unidad de 5.8→6.8 para los cafetales. El pH con KCl no es muy variable en ambos ambientes, presentando un rango de 4.9 – 5.9. En general los sitios de muestreo, presentan suelos ácidos. Se determinó una correlación significativa y positiva entre la abundancia de oribátidos y el pH en agua ( $R= 0.76$   $p< 0.05$ ) (Figura 11).

La materia orgánica ejerce gran influencia en muchas de las propiedades físicas y químicas del suelo, pero la más importante para la fauna edáfica es como fuente de energía (Lucille, M. & Schubart H.. 2001; Porta, 1999; Shaefer, 1995; Santos P. F. & Whitford G.W. 1981). El valor más alto encontrado fue de 7.6 en cafetal y el mas bajo fue de 0.7 también en cafetal. Se determinó una correlación significativa y positiva entre la abundancia de oribátidos y el %C únicamente en acahual, ( $R= 0.82$ ;  $p< 0.05$ ) (Figura 11).

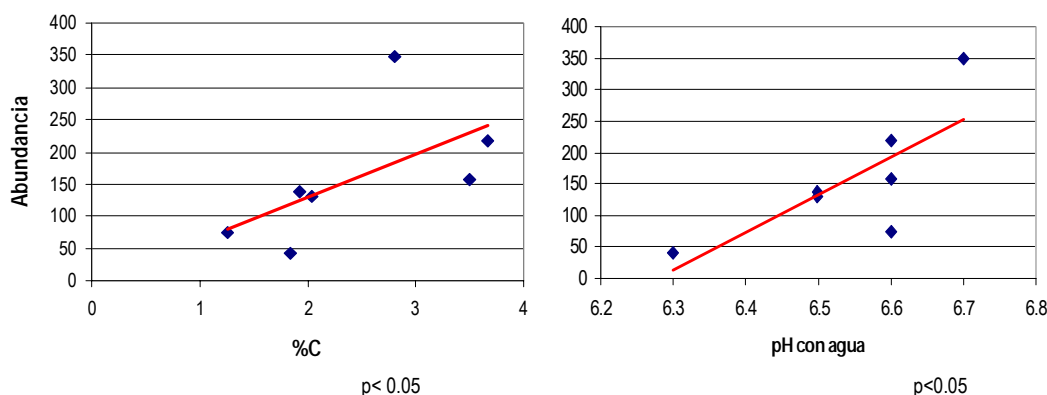
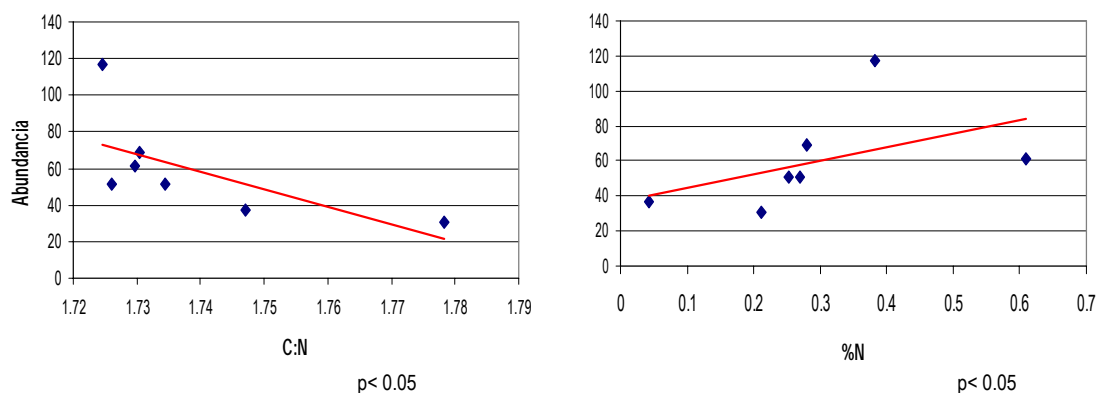


Figura 11. Gráficas de correlación entre las variables químicas y la abundancia de oribátidos en acahual.

De todas las propiedades físicas y químicas analizadas, se encontró que solo dos de las propiedades químicas tienen una correlación con la abundancia de oribátidos en acahual: el pH en agua y el %C orgánico.

El nitrógeno es uno de los elementos químicos más importantes como nutrientes, necesarios para las plantas y los organismos. El porcentaje de nitrógeno en los suelos estudiados fluctúa entre el rango de 0.04 – 0.60.



**Figura 12.** Gráficas de correlación entre las variables químicas y la abundancia de oribátidos en cafetal.

En el cafetal, también se presentan algunas correlaciones significativas y positivas, una de ellas es la relación C:N y la abundancia de oribátidos t-1 ( $R= 0.81$ ;  $p< 0.05$ ). Así como la correlación de nitrógeno y abundancia de organismos. ( $R= 0.84$ ,  $p<0.05$ ). (Figura 12).

El nitrógeno es uno de los elementos químicos más importantes como nutrimentos , necesarios para las plantas y los organismos. El porcentaje de nitrógeno en los suelos estudiados fluctúa entre el rango de 0.04 – 0.60.

---

## CAPITULO V

### 5.1 Discusión de resultados

Las muestras colectadas en el ambiente de acahual, presentan una mayor abundancia y diversidad de organismos. Específicamente de la acarofauna, es el orden Oribatei, el más abundante del resto de los grupos de ácaros que podemos encontrar en el suelo, como se comprobó en las muestras colectadas (Dindal, 1990; Coleman & Crossley, 1996; Burges, 1982). Sin embargo, existe una diferencia significativa en la abundancia de los dos ambientes muestreados, siendo en el acahual, donde se colectó un mayor número de organismos. Ibarra-Núñez (1990), establece esta diferencia en otros cafetales mixtos, donde los artrópodos ven disminuida su población, debido al uso de plaguicidas.

La diferencia puede estar dada por las características propias del acahual. Es decir, que tiene un aporte de materia orgánica estable, y una cubierta de hojarasca que permite conservar valores de humedad más altos que el cafetal. La humedad es una variable física muy importante en la influencia de la fauna; por ejemplo en el punto A3, presento el porcentaje de humedad más bajo en ambiente de acahual (5.2), donde solo se colectaron 42 oribátidos.

En cafetal se presentan valores de humedad un poco más variables y más bajos comparados con los valores del acahual. Esto puede estar dado, a que la capa de hojarasca es más delgada y no hay un sotobosque como tal, la fauna edáfica en su mayoría presenta movimiento vertical, buscando los sitios con mayor humedad, el muestreo fue realizado en los primeros 6.5 cm, es probable que a una mayor profundidad se pueda encontrar una mayor abundancia. (Lavelle, 1994). La reducción de número de organismos en los cafetales, no solo es debido a los disturbios del suelo por la practica del cultivo, si no también por la distribución de residuos orgánicos, asociados a los cambios drásticos en el microclima, en el caso específico de los oribátidos, resultan sensibles a los cambios de temperatura y humedad (Crossley *et al.*, 1992). Cuando la población de oribátidos decrece, aumentan las especies de ácaros depredadores ( Lucille. & Schubart, 2001).

Las familias de Oppidae, Microzetidae y Galumnidae, fueron de las que se colecto un mayor número de oribátidos, ya que son de las familias cosmopolitas. Son especies muy esclerosadas y de gran tamaño, (Krantz, 1979, Northon, 1997).

Las especies de oribátidos que se lograron determinar, tienen características en común, como son: gran tamaño, ornamentados o con muchas sedas en la parte dorsal y resulta fácil identificarlos. *Rostrozetes faveolatus* es la especie más abundante del acahual y cafetal, con 104 ejemplares colectados.

Los géneros *Zygoribatula* y *Tectocepheus*, son considerados como grupos funcionales, por tener una amplia variedad de hábitos alimenticios (Shuster & Murphy, 1991; Crossley *et al.*, 1992). *Zygoribatula* está bien

representado en el ambiente de acahual, con 37 ejemplares colectados, del mismo modo el género *Tectochepeus*, pero en el ambiente de cafetal con 25 organismos.

Los datos obtenidos muestran diferencias significativas entre los dos ambientes ,en cuanto a riqueza y abundancia de ácaros oribátidos; sin embargo, se puede observar que la relación con las propiedades físicas y químicas no es tan evidente. Las variables de pH en agua y materia orgánica son las que muestran una clara influencia sobre la abundancia de ácaros. El pH es de gran importancia para los ácaros, debido a que en pH ácidos existe una mayor cantidad de hongos (Herrera & Ulloa, 1998, Porta *et al.* 1999), que son parte esencial de la dieta de los oribátidos.

Las condiciones del acahual son más homogéneas en cuanto a propiedades físicas y químicas del suelo, y en un sitio en que por lo menos desde hace 10 años no ha sido manejado, esto permite que las condiciones a nivel de micrositios sean más estables. En los cafetales estas variables son más heterogéneas, en parte pueden estar dadas por el uso actual del suelo, la remoción de hierbas y hojarasca, la poda de árboles y el tránsito de trabajadores por el cafetal.

Por añadidura las unidades de suelo son diferentes; en el acahual están clasificadas dos unidades de suelo, Acrisoles y Cambisoles; ambas presentan propiedades aceptables en cuanto a materia orgánica, que promueve la riqueza de fauna edáfica.

En los cafetales el tipo de suelo que abarca la mayor área de muestreo es el Leptosol, el cual no presenta características adecuadas para promover la riqueza y la abundancia de fauna, en estos sitios es muy evidente la disminución de abundancia de oribátidos.

---

## 5.2 Conclusión

El agroecosistema de la Finca cafetalera "El Sinaí", se observaron condiciones de conservación a nivel macro y micro ambiental. En el caso de los ácaros oribátidos, presentaron una gran abundancia, con un total de 1525 organismos colectados, agrupadas en 21 superfamilias, pertenecientes a 36 familias y 31 géneros, dentro de las cuales se identificaron 8 especies.

La principal contribución de este trabajo, es el número de familias reportadas por primera vez para el estado de Oaxaca, ya que el 42% de éstas, son un nuevo registro. Así como las familias Tubolozetidae y Oppiinae; y los géneros Baloghoppia, Neoamerioppia y Tubulozetes que es la primera vez que son colectados en el país. Se puede decir que en este ambiente, a pesar de ser áreas cultivadas o que lo fueron, conservaron una gran riqueza, abundancia, y diversidad de oribátidos.

También se observa que las propiedades físicas y químicas de los suelos son las adecuadas para estos sitios, no denotando diferencias significativas entre los sitios de acahual y cafetal. Pero si se identificaron diferentes unidades de suelo. La relación de las variables analizadas en este trabajo, con la riqueza y abundancia de oribátidos muestran que el pH en agua y la materia orgánica, son las que más están influenciando en los ácaros oribátidos. El nitrógeno no presenta una relación fuerte con la abundancia de ácaros y tampoco con la materia orgánica.

La abundancia de oribátidos en el ambiente de acahual, puede estar dada por una estabilidad del sitio, favorecidas por las condiciones del microhabitat, y los posibles cambios que pueden suceder no son drásticos. Es así, que de todas las posibles variables ecológicas existentes en el suelo, que no conocemos y de las variables medidas en este trabajo, existen variables edáficas que interactúan con los oribátidos y que estos pueden ser sensibles a los cambios, en este caso a la materia orgánica y el pH. Por lo tanto se propone que los oribátidos a nivel de grupo funcional si sirven para diferenciar ambientes, a un nivel de géneros. Tal vez solo a nivel de microambiente y no a un nivel de calidad de suelos.

Es necesario realizar más estudios sistemáticos sobre la composición y las características de los sitios donde habita la fauna, además de poder establecer la interacción entre las propiedades edáficas y la fauna del suelo. (Paoletti, 1992, Vázquez, 2001).

## LITERATURA CITADA

- Anderson, S.N., M.A. Leonard, P. Ineson y I.S. Huish. 1985. *Faunal biomass: a key component of a general mode of nitrogen mineralization*. Soil Biology and Biochemistry. 17 (5): 735-737.
- Avila, J.E. & Gómez-Pompa, A. 1982. *Estudios Ecológicos en el Agroecosistema Cafetalero*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre recursos bióticos. CECSA. Xalapa Veracruz. México. 143 pp.
- Balogh J: and P. Balogh. 1988. *Oribatid mites of the Neotropical region I*. Elsevier. 335 pp.
- Balogh J: and P. Balogh. 1990. *Oribatid mites of the Neotropical region II*. Elsevier. 333 pp.
- Balogh J: and P. Balogh. 1992. *The oribatid mites genera of the world, vol I y II*. Hungarian Natural History Museum. 262 y 375 pp.
- Bernal, R.A. 2004. *Los ácaros cryptostigmata en tres diferentes asociaciones vegetales en Santa María Huatulco, Oaxaca, México*. Entomología Mexicana.
- Bravo. M. H. et al. 1988. *Diccionario de Acarología*. Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados. México. 116pp.
- Burges, A. 1982. *Biología del suelo*. Barcelona. Omega. 425-459 pp
- Coleman, C.D. & Crossley D.A. Jr. 1996. *Fundamentals of Soil Ecology*. Academic Press. New York. 236 pp.
- Crossley., D.A. et al. 1992. *Biodiversity of microarthropods in agricultural soils: relations to processes*. Agric. Ecosystems Environ., 40: 37-46.
- Dindal, D.L. 1990. *Soil Biology Guide*. Wiley Interscience Publication. New York. 1349 pp
- Estrada-Venegas. E.G., R.I., Sánchez y B.I. Bassols. 1988. *Acaros del suelo de dos zonas del Valle de Tehuacán, Puebla, México*. Fol. Ent. Méx. 76:225-236.
- Estrada-Venegas, E. 1997 a. *Métodos de cría en ácaros oribátidos*. En: Memorias XXXII Congreso Nacional de Entomología Metepec Puebla. pp 3-4.
- Estrada-Venegas E. 1990\*. *Soil mites associated to decomposed logs in la Mancha Veracruz, Mexico*. La edafología y sus perspectivas al siglo XXI. 412- 416.
- Estrada-Venegas, E. 2000. *Acaros oribátidos (Acari:Oribatida) Asociados a troncos en descomposición Spondias mombin y Bursera simaruba En la Mancha Veracruz*. Tesis de doctorado. Colegio de Posgraduados. 77pp
- Evans O. Gwilym. 1992. *Principles of Acarology*. C:A:B: International. 563pp
- Ferrusquía, I. 1988. *Geología de México: una sinopsis*. UNAM, México 145pp.
- García E. 1988. *Modificación al sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Ed. Indianápolis. México. 218 pp
- Grombrigde B. (Ed). 1992. *Global diversity stritus of the Earth's living resources*. Work Concervation Monitoring Center. Chapman & Hall. Londres. 5005 pp
- Herrera T. & Ulloa M. 1998. *El Reino de los Hongos. Micología básica y aplicada*. Fondo de Cultura Económica. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 552 pp.
- Hoffmann, A. & G. López – Campos. 2000. *Biodiversidad de los ácaros en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, Universidad Nacional Autónoma de México, 230pp.
- Ibarra-Nuñez G. 1990. *Los artrópodos asociados a cafetos en un cafetal mixto del Sonocusco, Chiapas, México. I Variedad y Abundancia*. Folia Entomológica Mexicana 79: 207-231 pp.

- Ibarra\_Nuñez G. 1998. *Diversidad de tres arañas tejedoras (Araneae: Araneidae, Tetragnathidae, Theridiidae) en Cafetales del Sonocusco, Chiapas, México*. Folia. Entomol. Mex. 102: 11-20 pp.
- International Soil Reference and information Centre. 1998. *Procedures for soil analysis*. Third edition. Ed. ISRIC. The Netherlands.
- Kladivko, E.J. 2001. *Tillage systems and soil ecology*. Soil & Research 61: 61-76 pp.
- Krantz, G. W. 1978. *A manual of Acarology*. OSU Bookstore. Corvallis, Oregon. 509 pp.
- Lavelle. 1994. *Faunal activities and soil processes: Adaptive strategies that determine ecosystems function*. In: Transactions of the 15<sup>th</sup> World Congress of soil Science. Acapulco, México.
- León, A. R. 1991. *Nueva Edafología, Regiones Tropicales y Áreas Templadas de México*. Fontamara 2da Ed. México. 366pp.
- Lucille, M. & Schubart H.. 2001. *Soil Acari response to deforestation and fire in a Central Amazon forest*. Acarology: Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Congress. 277-282 pp.
- Margulis, L. y Schwartz, K. V. 1985. *Cinco Reinos: guía ilustrada de los phyla de la vida en la Tierra*. Editorial Labor. Barcelona. 350pp.
- Marín-Castro, B.E. y Romero E.F. 2002. *Preliminary study on Oribatid Fauna (Acari: Oribatei) in Coffe Agroecosystem at Sierra Su, Oaxaca, México*. XI international Congress of Acarology. Abstract book. México.
- Moguel. P. y Toledo M. 1996. *El café en México, ecología, cultura indígena y sustentabilidad*. 43:40-51 pp.
- Nolasco, M., 1985. *Café y Sociedad en México*. Centro de Desarrollo, México.
- Norton, R. A. 1997. *Acarina: Oribatei*. en D.L. Dindal (ed.), *Soil Biology Guide*, NuevaYork, Wiley & Sons, pp 779-803.
- Palacios-Vargas J.G. 1983. *Catálogo de los colémbolos mexicanos*. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, 27: 61-76.
- Palacios – Vargas J.G. & Iglesias R. 2004. *Oribatei (Acari)*, pp431–468. En: J. Llorente Bousquets y J.J. Morrone (eds). *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artropodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. Vol. IV. UNAM. México.
- Palacios-Vargas J.G. 1994. *Los ácaros oribátidos de México*. Ann. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México. Serie Zool. 65(1):19-32.
- Palacios, V.G. 1985. *Microartrópodos del volcán Popocatepetl. Aspectos ecológicos y biogeográficos de los ácaros oribátidos e insectos colémbolos*. Tesis de doctorado. UNAM. México. 132pp.
- Paoletti, M.G.; Pimentel, B.R. et al. 1992. *Agroecosystem biodiversity: matching production and conservation biology*. Agric. Ecosystems Environ., 40: 3-23.
- Perfecto, I. & Armbrrecht, I. 2003. *The Coffe Agroecosystem in the Neotropics: Combining Ecological and Economic Goals*. Edited by Vandermeer J. H. CRC Press. Washington, D.C. 268 pp.
- Peterson, H and M. Luxton. 1982. *A comparative analysis of soil fauna and their role in decomposition processes*. Oikos. 39 (3): 287-388.
- Piñon, J. G & Hernández-Díaz J. 1998. *El café: Crisis y Organización. Los pequeños productores en Oaxaca*. Instituto de Investigaciones Sociológicas. Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca. 123pp.

- Porta, C.J. 1999. *Edafología, para la agricultura y el medio ambiente.*, 2da, ed., Ed. Mundi-Prensa, Madrid España. 849pp.
- Rzedowski, J. 1988. *Vegetación de México.* Ed. Limusa. 432 pp.
- Salazar A. M.; Nolasco. M.; Olivera. M. 1992. *La producción cafetalera en México, 1977-1988.* Ed. Universidad Nacional Autónoma de México; Instituto de Investigaciones Antropológicas. México. 106 pp.
- Santos P. F. & Whitford G.W. 1981. *The effects of Microarthropods on litter decomposition I a Chihuahuan Desert Ecosystem.* Ecology 62(3):654-663.
- Schaefer, M. 1995. *Interspecific interactions in the soil community.* Acta Zool. Fennica. Helsinki 196:101-106
- Schatz, H. 2000. *The oribatid literature and the described oribatid species (Acari) (1758-2001) an analysis.* Abh. Ber. Naturkundesmus. Görlitz,. 74 (1): 37-45.
- Schuster, R. & Murphy, W.P. 1991. *The Acari. Reproduction, development and life – history strategies.* Chapman & Hill. Great Britain. 554pp.
- Siebe C.; Jahn R.; Stahr K. 1996. *Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en el campo.* Ed. Instituto de Geología; Universidad Nacional de México. México. 57pp
- Smrz, J. 1996. *Some aspects of the life strategy of oribatid mites (Oribatida).* In: Mitchell R., D. Horn, F. Neddham and W.C. Welbourn (editors). *Acarology IX: Vol1, Proceedings.* Ohio biological Survey, Columbus, Ohio. 718pp.
- Stuart, F.C. Matson P.A Mooney A. H. 2002. *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology.* Springer. New York. 436 pp.
- Straalen, 1997. *Biological indicators of the Soil Health. Community Structure of Soil Arthropods as a Bioindicator of Soil Health.* Cab International.
- Swift, M.J. 1977. *The ecology of wood decomposition.* Sci. Prog. Oxf. 64: 175-199 pp
- Swift, M.J. O.W. Heal and J.M. Anderson. 1979. *Decomposition in Terrestrial Ecosystems.* Blackwell Scientific, Oxford. 68p.
- Vandermeer, J. & Etidet 2003. *Tropical Agroecosystems.* CRC Press Washinton, D.C. 2003.
- Vannier, G. 1973. *Originalité des conditions de vie dans le sol due á la présence de léau: Importance thermodynamique et biologique de la porosphère.* Ann. Soc. R. Zool. Belg. 103, 157-167.
- Vázquez, G.M.M: 1999. *Catálogo de los ácaros oribátidos edáficos de Sian Ka'an, Q.Roo, México.* Sans Serif ed. 126 pp. Vázquez, G.M.M: 2001. *Fauna Edáfica de las Selvas Tropicales de Quintana Roo.* México. Secretaría de Educación pública y CONACYT. 145 pp.
- Villani, M.G. et al. 1999. *Adaptatives strategies of edaphic arthropods.* Annu. Rev. Entomol. 44: 233-256.
- Wallwork, J.: 1958. *Notes on the feeding behavios of some fores soil Acarina.* Oikos 9(2):260-271.
- Wooley, T. A. 1969. *Fósil oribatid mites in amber from Chiapas, Mexico (Acarina: Oribatei: Cryptostigmata).* Univ. Calif. Publ. Entomol., 63: 91-99 pp.
- Zar, H.J. 1984. *Biostatistical Análisis.* Prentice may. 2da. Edtition. Englewood Cliffs, New Jersey. 718pp.

### Páginas de internet

<http://www.inegi.gob.mx>



<http://www.conabio.gob.mx>

Pérez-López, F.J. y F.M. Sola-Fernández, 1993: *DIVERS: Programa para el cálculo de los índices de diversidad*. [programa informático en línea]. Disponible desde Internet en: <<http://perso.wanadoo.es/jp-l/descargas.htm>> [con acceso el ...].

## Anexo I. Diagnos de las familias y géneros colectados de los ácaros Acari: Oribatei de un Agroecosistema Cafetalero.

Diagnos de los ácaros (Acari: Oribatei) colectados en un Agroecosistema Cafetalero en la Sierra Sur de Oaxaca, México. La determinación se realizó de acuerdo a las claves de Krantz (1978) y Balogh & Balogh, (1988), Balogh & Balogh (1990), y Balogh & Balogh (1992).

La distribución geográfica, el hábitat y el registro en México, están basados de acuerdo a los siguientes trabajos:; Oribatid Mites of the Neotropical Region I (Balogh & Balogh, 1988); Oribatid Mites of the Neotropical Region II (Balogh & Balogh, 1990); The Oribatid Mites Genera of the World (Balogh & Balogh, 1992); Catálogo de los ácaros oribátidos edáficos de Sian Ka'an, Q. Roo, México (Vázquez, 1999); Ácaros oribátidos (Acari:Oribatida) Asociados a troncos en descomposición *Spondias mombin* y *Bursera simaruba*. En la Mancha Veracruz (Estrada-Venegas, 2000); Catálogo de Oribátidos de México (Palaciós-Vargas, 1994); Biodiversidad de los ácaros en México (Hoffmann & López-Campos, 2000) y Oribatei (Acari) (Palacios-Vargas & Iglesias, 2004). Donde \* es un nuevo registro para el Estado de Oaxaca y \*\* es un nuevo registro para el país.

### 1. FAMILIA HYPOCHTHONIIDAE\* Berlese, 1910

**Características:** Los ácaros de esta familia suelen ser relativamente grandes, con una cutícula delgada y coloración pálida. La familia comprende cuatro géneros, de los cuales uno fue encontrado en los suelos de cafetal y acahual.

**Género *Eohypochthonius*\*** Jacot, 1938. La principal característica son las catorce pares de sedas del notogáster, así como las placas anales diferenciadas con sedas. (Lamina 1)

***Eopochthonius gracilis*\*** Jacot, 1936, es la especie tipo del género. Sólo se reconoce una especie para las regiones Neotropicales.

**Distribución Geográfica:** Cuba: provincia Las Villas. Punta Colorada, cerca de Cienfuegos. México: Sian Ka'an, Quintana Roo; La Mancha, Veracruz; de Guerrero, Querétaro y en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Selva baja inundables, troncos en descomposición, selva mediana subcaducifolio, en suelos de cuevas y suelos ligeramente ácidos de cafetal y acahual, Sierra Sur de Oaxaca.

### 2. FAMILIA BRACHYCHTHONIIDAE\* Thor, 1934

**Características:** Presentan dos suturas transversales en el notogáster, las cuales lo subdividen en tres placas. Las placas notogastrales llevan un total de 16 pares de sedas. Está familia se caracteriza por la presencia de esculturas que definen cavidades cóncavas llamadas "sigillas"; estas estructuras se presentan en pares y en algunas ocasiones están fusionadas. La familia comprende los oribátidos más pequeños, los cuales varían de 120 a 240µm.

La mayoría de los organismos están bien pigmentados y presentan una coloración que va del amarillo limón al naranja.

**Género *Gittela*.** Este género solo fue encontrado en suelos de acahual (Lamina 2).

**Distribución Geográfica:** Chile: Puerto Montt; Islas Galápagos; México: Sian Ka'an, Quintana Roo y un Agroecosistema cafetalero en suelos de acahual de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Musgos húmedos bajo arbustos, Selva baja inundables, selva mediana subcaducifolia, en suelos ligeramente ácidos y con un contenido alto de materia orgánica en acahual en la Sierra Sur de Oaxaca.

### 3. FAMILIA COSMOCHTHONIIDAE\* Grandjea, 1947

**Características:** Presentan un notogáster subdividido por tres suturas transversales que lo separan en cuatro placas. El primer par de patas presenta dos uñas, el resto de ellas son tridáctilo. Las sedas notogastrales son plumosas y ciliadas.

**Género *Cosmochthonius*\*.-** Este género se caracteriza por presentar tres suturas transversales en el notogáster. Las sedas notogastrales son largas, setiformes y ciliadas. Algunas de estas sedas son erectas y recuerdan las hojas de palma. (Lamina 3)

**Distribución Geográfica:** Perú: región de la Sierra de Cuzco; Isla Galápagos y Argentina. México: Sian Ka'an, Quintana Roo; La Mancha, Veracruz; Puebla, Guadalajara y en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Musgos y pastos secos, hojarasca y suelo selva baja inundables, troncos en descomposición, selva mediana subcaducifolia, en detritos de agave de Jalisco y en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica, de cafetal y acahual en la Sierra Sur de Oaxaca.

### 4. FAMILIA SPHAEROCCHTHONIIDAE Grandjean, 1947

**Características:** Los ácaros de la familia *Sphaerochthoniidae* presentan el notogáster dividido en dos placas por una sutura. Las sedas notogastrales se caracterizan por tener forma de T, ciliadas y pectinadas, cubiertas de cerotegumento. El notogáster es redondeado, convexo, y en la mayoría de los casos presentan bordes quitinosos y poligonales. Los ácaros de esta familia son grises o negruzcos. Esta familia presenta solo un género *Sphaerochthonius*.

**Género *Sphaerochthonius* Berlese, 1910.-** Este género fue encontrado en suelos de acahual y cafetal.

**Distribución geográfica:** Brasil, Río de Janeiro, Jardín Botánico. México, La Mancha Veracruz, Sian Ka'an, Quintana Roo, Guerrero, Morelos, Puebla y en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca. (Lamina 4)

**Hábitat:** hojarasca, suelos arenosos, selva baja inundable, troncos en descomposición, en suelos de cuevas de Guerrero, en suelos de cuevas de Guerrero y Veracruz; en hojarasca y en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica, de cafetal y acahual, en la Sierra Sur de Oaxaca.

## 5. FAMILIA PHTHIRACARIDAE Perty, 1841

**Características:** Los ácaros de esta familia son cosmopolitas. Son importantes para la degradación de la madera invadida por hongos. Se caracterizan por tener las placas genital y anales anchas; el cuerpo presenta forma oval y pueden tener la cutícula ornamentada así como sedas notogastrales modificadas. (Lamina 5)

**Distribución Geográfica:** Brasil: Espírito Santo, Victoria, Antillas Santa Lucía, Castries, Punta Vigía. México: Sian Ka'an, Quintana Roo; La Mancha, Veracruz; y en un agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Bosque natural, hojarasca en bosque costero, selva baja inundables, troncos en descomposición, selva mediana subcaducifolia, y en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica de cafetal y acahual, aunque con mayor abundancia en suelos de acahual.

## 6. FAMILIA EUPHTHIRACARIDAE\* Jacot, 1930

**Características:** Forma del cuerpo ovoide con las placas genital y anal delgadas. Presentan un tamaño medio y una coloración entre café y naranja. De esta familia se colectó el género *Rhysotritia*.

**Género *Rhysotritia*\*** (Märkel *et* Meyer, 1959).- se encontró en suelos de acahual y cafetal y son de los géneros más abundantes. (Lamina 6)

**Distribución Geográfica:** Cosmopolita. Santa María 780msnm. Isla Galápagos y Belice. México: Sian Ka'an, Quintana Roo; La Mancha, Veracruz; y en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Musgos, y hojarasca de diferentes tipos de bosques tropicales entre 650 y 2200 msnm. Selva baja inundables, troncos en descomposición, selva mediana subcaducifolia, y en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica, de cafetal y acahual.

## 7. FAMILIA EPILOHMANNIIDAE Oudemans, 1923

**Características:** Esta familia se caracteriza por sus sedas rostrales que se curvan hacia el centro del prodorso. Otra de las características de la familia es la forma que presenta la región anogenital, en la que se pueden encontrar ocho pares de sedas genitales. Se conoce un solo género para la región Neotropical.

**Género *Epilohmannia*** (Berlese, 1910).- se encontraron en suelos de acahual y cafetal. (Lamina 7)

**Distribución Geográfica:** Guatemala, Tikal, El Petén. Paraguay: Villa Hayes a 50 KM de Asunción a lo largo de la carretera a Transchaco. México: Sian Ka'an, Quintana Roo; La Mancha, Veracruz; y en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Hojarasca en bosque costero, suelo y hojarasca de selva baja inundables, troncos en descomposición, selva mediana subcaducifolia, y en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica, de cafetal y acahual.

## 8. FAMILIA LOHMANNIIDAE\* (Berlese, 1916)

**Características:** Los ácaros de esta familia son relativamente grandes, de 0.4 a 1.2mm; presentan forma oval y una fuerte coloración entre amarillo y café. El notogáster tiene 16 pares de sedas. Las patas son relativamente más cortas en relación con el cuerpo. De esta familia solo se colectó un ejemplar y en suelos de acahual. (Lamina 8)

**Distribución Geográfica:** Venezuela, La Guayra. México: Sian Ka'an, Quintana Roo; La Mancha, Veracruz; y en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Hojarasca y musgo. Selva baja inundable, troncos en descomposición, selva mediana subcaducifolia, en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica, de acahual.

## 9. FAMILIA NOTHRIIDAE Berlese, 1885

**Características:** Son relativamente grandes; miden cerca de 1 mm y son de color café oscuro o café naranja. El cuerpo presenta forma rectangular, con sensilas largas, generalmente de mayor tamaño que las sedas del notogáster. El notogáster tiene una peculiar ornamentación constituida por depresiones en forma de óvalos. Las sedas del notogáster muestran algunas formas llamativas; se presentan en 16 pares. Su reproducción es partenogénica. Los ácaros de la familia Nothriidae son habitantes de las capas superficiales del suelo.

**Género *Nothus*** C. L. Koch, 1836.- Se colectó este género en suelos de acahual y cafetal, aunque con poca abundancia. (Lamina 9)

**Distribución Geográfica:** Guatemala: Tikal, el Petén. México: Sian Ka'an, Quintana Roo; La Mancha, Veracruz; y en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Hojarasca en selva baja inundables, troncos en descomposición, selva mediana subcaducifolia, y en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica, de cafetal y acahual.

## 10. FAMILIA PLASMOBATIDAE Grandjean, 1961

**Características:** Comprende tres géneros, los cuales se encuentran representados en la región Neotropical, de ellos, sólo el género *Plasmobates* se pudo colectar.

**Género *Plasmobates*** .- se colectó en suelos de cafetal y acahual. (Lamina 10)

**Distribución Geográfica:** Martinica, Fuerte de Francia. México: Sian Ka'an, Quintana Roo; y en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Selva baja inundables y en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica, de cafetal y acahual.

## 11. FAMILIA GYMNODAMAEIDAE Grandjean, 1954

**Características:** Los miembros de esta familia se caracterizan por contar con prodorso muy ensanchado y pedotectos muy sobresalientes en las patas I y II. El notogáster tiene una figura casi circular. Las patas son largas y sus segmentos presentan diferentes formas.

**Género *Plesiodamaeus*** Grandjean, 1954 Se caracteriza por la forma de sus patas casi cilíndricas; las sedas posteriores del notogáster son cortas y curvadas. El cerotegumento se encuentra en el notogáster; las sedas interlamelares se localizan sobre unos tubérculos bien desarrollados. Este género fue colectado en suelos de cafetal, poco abundante con tan solo tres ejemplares. (Lamina 11)

**Distribución Geográfica:** Argentina: Río Negro, El Bolson. Japón: (Hokkaido); Mt. Piltreguirón, 550msnm. México: Sian Ka'an, Quintana Roo; y en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Bosque de *Libocedrus lomatia*, hojarasca. Selva baja inundables, y en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica, de cafetal.

## 12. FAMILIA DAMAEOLIDAE Grandjean, 1965

**Características:** Los ácaros de esta familia, son de tamaño pequeño (0.21 – 0.25 mm). El cuerpo es de forma oval, con la parte anterior del notogáster más reducida, la cual tiene dibujos de puntos finos. Presenta 11 pares de sedas en el notogáster. La abertura genital muestra una placa esclerosada como cápsula. La familia comprende cinco géneros, de los cuales sólo uno se conoce para la región Neotropical.

**Género *Fosseremus***\*Grandjean, 1954. De este género se determinó la especie *Fosseremus saltaensis*\*Hammer, 1958 (Lamina 12). La cual se caracteriza por tener las sencilas con la parte distal dilatada y una parte apical hialina. Sobre el notogáster se encuentran 11 pares de sedas. En la parte posterior del notogáster se muestra una escultura o relieve que forma una H, y la superficie reticulada formando pentágonos. Esta especie es citada por primera vez, para el Estado de Oaxaca.

**Distribución Geográfica:** Regiones Holártica y Neotropical; Islas Galápagos. Sian Ka'an, Quintana Roo y Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat::** En hojarasca de selva baja inundable; en suelos ligeramente ácidos de cafetal y acahual.

## 13. FAMILIA BASIOBELBIDAE Balogh, 1961

**Características:** Los ácaros de esta familia se caracterizan por presentar en la parte media del notogáster una serie de exubias formando un notículo. Las exubias ninfales tienen estructura poligonal, lo que les da una apariencia muy llamativa. Presentan seis pares de sedas genitales. Se conoce un solo género *Basilobelba*, con dos especies para la región Neotropical.

**Género *Basilobelba*** Balogh, 1958.- Este género solo se colectó en suelos de cafetal.

**Distribución Geográfica:** Antillas, Santa Lucía, Castries, Punto Vigía 90msnm. Costa Rica: Turritalba, 560msnm. México: Sian Ka'an, Quintana Roo; La Mancha, Veracruz; y en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca. (Lamina 13)

**Hábitat:** Bosque tropical en hojarasca y pastos. Selva baja inundables, troncos en descomposición, selva mediana subcaducifolia, y en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica de cafetal.

#### 14. FAMILIA HETEROBELBIDAE Balogh, 1961

**Características:** En esta familia están descritas tres géneros, de los cuales se encontró el género *Heterobelba*.

**Género *Heterobelba*** Berlese, 1913.- La principal característica para su clasificación es que las patas I-III son monodactilas y la patas IV son tridactilas. (Lamina 14)

**Distribución geográfica:** Región Neotropical; México en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** En suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica de acahual.

#### 15. FAMILIA LIACARIDAE Sellinick, 1928

**Características:** Se caracterizan por presentar la unión de las patas, en especial las III y IV lejos del borde del cuerpo. Se observan dos crecimientos en el borde superior del notogáster que doblan un poco ventralmente. Las patas son tridáctilas.

La familia agrupa cinco géneros bien representados en la región Neotropical, de los cuales se encontró el género *Liacarus*, en suelos de cafetal y acahual, en un agroecosistema cafetalero.

**Género *Liacarus*** Michael, 1898.- Se caracteriza por rostrum truncado, seis pares de sedas genitales, las sedas del notogáster son finas, negras. (Lamina 15)

**Distribución Geográfica:** Colombia, páramo de Monserrat a 3230msnm; México, Sian Ka'an Quintana Roo y en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Hojarasca de *Espeletia grandifolia*, en suelos de selva baja inundable, y en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica, de cafetal y acahual.

#### 16. FAMILIA CARABODIDAE C.L. Koch, 1836

**Características:** Presentan lamelas muy anchas; en algunas especies son tan anchas que cubren prácticamente toda la superficie del prodorso. Poseen diez pares de sedas genitales, y diez pares de sedas notogastrales espatuladas, de las cuales cuatro pares se localizan en el margen posterior y seis pares se concentran en una elevación transversal del notogáster. De esta familia se conocen once géneros para la región Neotropical, de los cuales solo el género *Carabodes* fue colectado en los suelos de cafetal y acahual.

**Género *Carabodes*** C.L. Koch, 1836.- este género se colecto en suelos de cafetal y acahual. (Lamina 16)

**Distribución Geográfica:** Paraguay: Provincia de Concepción, cerca de Puerto Max, Estancia Postillon. Colombia, Puerto Columbia, Antillas, América Central, Venezuela y Brasil. México: Sian Ka'an, Quintana Roo; La Mancha, Veracruz y en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Selva baja inundables, troncos en descomposición, selva mediana subcaducifolia en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica, de cafetal y acahual.

#### 17. FAMILIA TECTOCEPHEIDAE\* Grandjean, 1958

**Características:** De esta familia se tienen registradas dos géneros para la región Neotropical, en este trabajo solo se colectó el género *Tectocephus*.

**Género *Tectocephus*\*** Berlese, 1913.- Se caracteriza por el apéndice humeral que es horizontal, las lamelas son relativamente largas y transmelares. Este género se encontró en suelos de acahual y cafetal siendo más abundante en este último. (Lamina 17)

**Distribución Geográfica:** Bolivia: Coroico; México: La Mancha, Veracruz, y en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Troncos en descomposición, selva mediana subcaducifolia, y en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica, de cafetal y acahual.

#### 18. FAMILIA OPPIIDAE Grandjean, 1954

**Características:** La familia comprende 11 subfamilias y numerosos géneros y especies con una amplia distribución Neártica, Holártica y Oriental. Es la familia más abundante en el sitio de acahual. Uno de los géneros identificados es *Quadroppia*, el sitio donde se muestreo presenta un contenido nulo de materia orgánica. (SA5-6) (Lamina 18)

**Hábitat:** Selva baja inundables, troncos en descomposición, selva mediana subcaducifolia, y en suelos ligeramente ácidos y con un bajo contenido de materia orgánica, de cafetal y acahual.

#### 19. FAMILIA OXYOPPIINAE\* Subias, 1989

**Características:** Esta familia se caracteriza por presentar 12 o 13 pares de sedas en el notogáster, sencillas pectinadas, una fisura paraanal y la placa genital con cinco pares de sedas.

**Género *Baloghoppia*\*\*** Mahunka, 1983.- Presenta una sutura dorsoseyugal, con dos pares puntiagudos. Este género solo fue colectado en el ambiente de acahual y es la primera cita para el país. (Lamina 19)

**Distribución Geográfica:** México: Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** En suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica de acahual.

#### 20. FAMILIA OPPIINAE\*\* Grandjean, 1951

**Género *Neoamerioppia*\*\* (*Amerigloboppia*)** Subias, 1989. Seda interlamelar ausente, las placas genitales presenta cinco pares de sedas. (Lamina 20)

**Distribución Geográfica:** Región Neotropical. México en la Sierra Sur de Oaxaca.

**Habitat:** En suelos ligeramente ácidos de cafetal y acahual, además de un alto contenido de materia orgánica.

#### 21. FAMILIA MULTIOPPIINAE Balogh, 1983



**Características:** La familia se caracteriza por una fisura directamente apoanal. Las placas genitales, tiene cinco pares de sedas.

**Género *Ramusella*\*** Subias & Rodríguez, 1986. Tiene sencilas fusiformes, con arreglo unilateral ciliado o pectinado. Se determino la especie *Ramusella (ca. Insculptoppia)\** Subias et Rodríguez, 1986 (Lamina 21). Y es el primer registro para el Estado de Oaxaca.

**Distribución Geográfica:** México: Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** En suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica de acahual y cafetal.

## 22. FAMILIA DAMPFIELLIDAE\* Balogh, 1961

**Características:** Comprende principalmente especies tropicales agrupadas en dos géneros *Dampfiella* (Sellnick, 1931) y *Beckiella* (Grandjean, 1964).(Lamina 22)

**Distribución Geográfica:** México: Sian Ka'an, Quintana Roo y un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Selva baja inundables y en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica de cafetal y acahual.

## 23. FAMILIA QUADROPIIDAE Balogh, 1983

**Características:** El apodemata no es concavo, costula en forma de trapezoide, transcostula conectada.

**Género *Quadroppia*\*** Jacot, 1939.- De este género sólo se logró coleccionar un ejemplar en suelos de cafetal. (Lamina 23)

**Distribución Geográfica:** Cosmopolita; México: Sian Ka'an, Quintana Roo; La Mancha Veracruz y en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

## 24. FAMILIA SUCTOBELBIDAE\* Grandjean, 1954

**Características:** Son por lo general ácaros grandes (1mm), presentan un cuerpo abultado, de color café oscuro, casi negro. Presentan el predorso ancho, apenas un poco más angosto que el notogáster. Esta familia aunque se colecto en los dos ambientes de acahual y cafetal es muy poco abundante. (Lamina 24)

**Distribución Geográfica:** Cuba: Provincia Oriente, Sierra Maestra, Pisco Turgulno 1730 msnm. Colombia, Iconzo, Puente Natural. México: Sian Ka'an, Quintana Roo; La Mancha, Veracruz; y un en Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Hojarasca y musgos. Selva baja inundables, troncos en descomposición, selva mediana subcaducifolia, y en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica, de cafetal y acahual.

## 25. FAMILIA ANDEREMAEIDAE\* Balogh, 1936

**Características:** En esta familia se reconocen cinco géneros, solo uno se determinó para el agroecosistema cafetalero.

**Género *Cristeremaeus*\*** Balogh *et* Csiszár, 1963.- Este género fue colectado solo en suelos de acahual. La principal característica son las patas monodactiles. (Lamina 25)

**Distribución Geográfica:** México: Sian Ka'an, Quintana Roo; y en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Selva baja inundables y en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica, de cafetal y acahual.

## 26. FAMILIA LICNEREMAEIDAE Grandjean, 1931

**Características:** Los ácaros de la familia *Licneremidae* se distinguen porque tienen un prodorso ancho y corto, el notogáster casi redondo y las patas cortas y relativamente gruesas. Las lamelas están ausentes, los botridios son gruesos y con sensilas en forma de hoja. Entre los botridios se localiza una pequeña esferita que por lo general se encuentra unida al borde anterior del notogáster. Las patas son tridáctilas, con cinco pares de sedas genitales y dos anales.

**Género *Licneremaeus*** Paoli, 1908.- Se han descrito 18 especies, principalmente de las regiones tropicales. En este trabajo se identificó a la especie *Licneremaeus licnophorus* Michael, 1888.

***Licneremaeus licnophorus*.**- se caracteriza por presentar sobre la superficie del notogáster pequeñas granulitas. Las sensilas son en forma de hoja ensanchada, con un tallo corto. El notogáster presenta 13 pares de sedas y en la parte anterior un denticulo esférico. Esta especie es más abundante en suelos de acahual. (Lamina 26)

**Distribución Geográfica:** El único género de esta familia es cosmopolita y se conocen 18 especies en el mundo. Registros para la región Neotropical; en México: Sian Ka'an, Quintana Roo; La Mancha, Veracruz; y un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Selva baja inundables, troncos en descomposición, selva mediana subcaducifolia, y en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica, de cafetal y acahual.

## 27. FAMILIA MICROZETIDAE Grandjean, 1936

**Características:** Son ácaros muy pequeños y con una cutícula muy esclerosada; se caracterizan por la presencia de lamelas bien desarrolladas, así como pteromorfos. El prodorso es relativamente grande y en raros casos llega a ser más grande que el notogáster. Los ácaros de esta familia son muy numerosos y diversos, sobre todo en las regiones tropicales de América del Sur y África. En este trabajo se logró identificar tres géneros.

**Género *Acaroceras*** Grandjean, 1936.- colectado un solo ejemplar en acahual (Lamina 27 a); ***Kalyptozetes*** Higgins, 1969, colectado solo en acahual (Lamina 27 b); ***Berlesezetes*** Mahunka, 1980 colectado en cafetal y acahual. (Lamina 27 c)

**Distribución Geográfica:** México: Sian Ka'an, Quintana Roo; La Mancha, Veracruz; y un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Selva baja inundables, troncos en descomposición, selva mediana subcaducifolia, y en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica, de cafetal y acahual.

## 28. FAMILIA ORIBATULIDAE\* Thor, 1929

**Características:** Se reconocen seis géneros para la Región Neotropical. Para un agroecosistema cafetalero se determino un solo género.

**Género *Zygoribatula*\*** Berlese, 1916.- Se caracteriza por una translamela presente, que puede ser observable en posición lateral. Este género fue colectado en suelos de cafetal y acahual, siendo más abundante en este último, y es considerado como un género reconocido como grupo funcional. (Lamina 28)

**Distribución Geográfica:** Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Suelos de cafetal y acahual, Sierra Sur de Oaxaca.

## 29. FAMILIA HAPLOZETIDAE Grandjean, 1936

**Características:** Presentan el notogáster con cuatro pares de sáculos, la sensila setiforme o decapitada y pteromorfos móviles.

**Género *Rostrozetes*.**- Este género fue encontrado en ambos ambientes el de acahual y cafetal, siendo abundante en ambos. Se logró identificar la especie:

***Rostrozetes foveolatus*** Sellnick, 1925, presenta sencilas fusiformes, densamente ciliadas unilateralmente; foveolas redondeadas y la sutura dorsojugal presenta tres arcos. (Lamina 29)

**Distribución Geográfica:** El género se encuentra solo en países tropicales y subtropicales. Las especies tienen distribución circuntropical. Selvas inundables del Amazonas. México: Sian Ka'an, Quintana Roo; La Mancha, Veracruz; y en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Suelo y epífitas, Selva baja inundables, madera en descomposición, selva mediana subcaducifolia, en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica, de cafetal y acahual.

## 30. FAMILIA SCHELOBATIDAE Grandjean, 1953

**Características:** Presentan pteromorfos inmóviles o ausentes. Generalmente presentan cuatro sedas genitales. El notogáster tiene cuatro pares de sáculos o cuatro pares de verdaderas áreas porosas. Las lamelas no tienen cuspis y generalmente presentan prolamelas y sublamelas. La familia comprende numerosos géneros.

**Género *Schelobates*** Berlese, 1908.- Este género fue muestreado en ambientes de acahual y cafetal, siendo más abundante en cafetal. (Lamina 30)

**Distribución Geográfica:** Chile: Puerto Montt. Perú: Cajamarca, 3000msnm, Huaraz y el túnel Kahuish, Machu Picchu, 2700-4800msnm. Bolivia, al este de Cumbre, 4000msnm. México: Sian Ka'an, Quintana Roo; La Mancha, Veracruz; y en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Selva baja inundables, troncos en descomposición, selva mediana subcaducifolia en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica, de cafetal y acahual.

### 31. FAMILIA ORIPODIDAE\* Jacot, 1925

**Características:** Se caracterizan por tener cuatro pares de sáculos sobre el notogáster. Los pteromorfos son inmóviles. Las sensilas son fuertemente clavadas. Se observa un número reducido de sedas en la región genitoanal, generalmente uno o dos pares. El tectum anterior del notogáster cubre la sensila. De esta familia solo se colectó un ejemplar en suelos de cafetal (SC5-6), que presentan un contenido nulo de materia orgánica. (Lamina 31)

**Distribución Geográfica:** Antillas: Santa Lucía, Anse La Raye, Puerto Pilori. México: Sian Ka'an, Quintana Roo; La Mancha, Veracruz; y en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Selva baja inundables, troncos en descomposición, selva mediana subcaducifolia en suelos de cafetal, ligeramente ácidos y con un nulo contenido de materia orgánica.

### 32. FAMILIA GALUMNIDAE Jacot, 1925

**Características:** Los ácaros de la familia *Galumnidae* por regla general son de mediano a gran tamaño, hasta 1 000 µm. La cutícula es muy oscura y fuertemente esclerosada. El notogáster tiene 10 o 13-14 pares de sedas. Presenta pteromorfos móviles y grandes. La familia es muy abundante en suelos de acahual. (Lamina 32)

**Distribución Geográfica:** Cosmopolita. Argentina: Quebrada de Gakindo cerca de Salta, 1200msnm. Perú: Cajamarca. México: Sian Ka'an, Quintana Roo; La Mancha, Veracruz; y un en Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Musgos húmedos, pastos, epífitas, hojarasca, hojas descompuestas bajo agave y suelos de Selva baja inundables, troncos en descomposición, selva mediana subcaducifolia, suelos de cafetal y acahual, Sierra Sur de Oaxaca.

### 33. FAMILIA EPACTOZETIDAE Grandjean, 1930

**Género *Truncozetes*** Balogh & Mahunka, 1969.- Este género fue encontrado en suelos de acahual y cafetal, poco abundante en ambos ambientes. (Lamina 33)

**Distribución Geográfica:** México: en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** En suelos ligeramente ácidos y con un bajo contenido de materia orgánica, en ambientes de cafetal y acahual.

### 34. FAMILIA EREMOBELBIDAE Balogh, 1961

**Características:** La familia *Eremobelbidae* su principal característica es que presenta en el prodorso una escultura de bordes esclerosados. Las lamelas son cortas. La escultura del notogáster forma figuras geométricas de cinco a seis lados cuyos contornos están delimitados por puntos más gruesos que en el resto de la superficie. Las aberturas genital y anal se encuentran cerca una de la otra y más hacia el borde inferior del cuerpo, ventralmente.

De esta familia sólo se conoce un género para la región Neotropical.

**Género Eremobelba** Berlese, 1908

Las características principales son: Pedotectum bien desarrollado. La seda lamelar originada en la región rostral, cerca de la seda rostral. Seda Epimeral parte de 3-5 ramificaciones. Notogaster con gránulos en dispersión irregular en líneas irregulares o en arreglo poligonal. La seda Notogastral setiforme, flagelada o poliforme. Se identifico una especie en los ambientes de acahual y cafetal.

***Eremobelba piffi*** Mahunka, 1985.- La especie tiene la superficie del notogáster ornamentada con estructuras poligonales regulares y las sedas interlamelares setiformes. (Lamina 34)

**Distribución geográfica:** Antillas, Santa Lucía, Islas del Caribe; México: Sian Ka'an, Quintana Roo, Morelos y en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur Oaxaca.

**Hábitat:** suelos bajo musgos y pastos, en suelos de selva baja inundable, troncos en descomposición, selva mediana subcaducifolia en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica, de cafetal y acahual.

### 35. FAMILIA TUBULOZETIDAE\*\* P. Balogh, 1989

**Características:** Se caracteriza esta familia por un rostrum acuminado, pero no transformado en tubo. Las placas genitales tienen cuatro pares de sedas, la sutura dorsoseyugal continua. La parte anterior del notogáster, presenta un tubérculo mediano. La seda predorsal es pequeña y las sedas del notogáster están representadas únicamente por alveolos. Solo se reconoce un género. Y es el primer registro para México.

**Género Tubulozetes** P. Balogh, 1989. Solo se colectaron tres ejemplares. (Lamina 35)

**Distribución Geográfica:** Sudamerica en los Andes ecuatorianos. México: Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** En suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica, de cafetal y acahual.

### 36. FAMILIA XYLLOBATIDAE\* J. Balogh et P. Balogh, 1984

**Características:** Se reconocen cuatro géneros, para la Región Neotropical

**Género *Xyllobates* sp\*.** Jacot, 1929.- Se caracteriza por la sutura dorsoseyugal presente. Es un género abundante en ambientes de acahual y cafetal. (Lamina 36)

**Distribución Geográfica:** Antillas: Santa Lucía, Castrices Marigot Harbour. México: La Mancha, Veracruz; y en un Agroecosistema cafetalero de la Sierra Sur de Oaxaca.

**Hábitat:** Musgos y hojarascas en rocas y troncos de árboles. Selva baja inundables, troncos en descomposición, selva mediana subcaducifolia en suelos ligeramente ácidos y con un alto contenido de materia orgánica, de cafetal y acahual.

Anexo II. Láminas de Ácaros (Acari: Oribatei) de un Agroecosistema Cafetalero en la Sierra Sur de Oaxaca.



Lámina 1. *Eohypochthonius gracilis*



Lámina 2. Género *Cosmochthonius*



Lámina 3. Género *Sphaerochthonius*



Lámina 4. Familia Phthiracaridae



Lámina 5. Género *Rhyssotritia*



Lámina 6. Género *Epilohmannia*

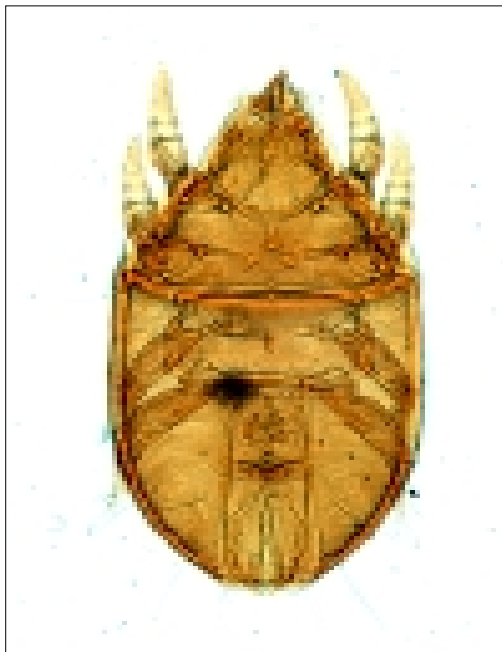


Lámina 7. Familia *Lohmanniidae*



Lámina 8. Género *Nothrus*





Lámina 9. Género *Plasmobates*



Lámina 10. Género *Plesiodamaeus*



Lámina 11. *Fosseremus saltaensis*

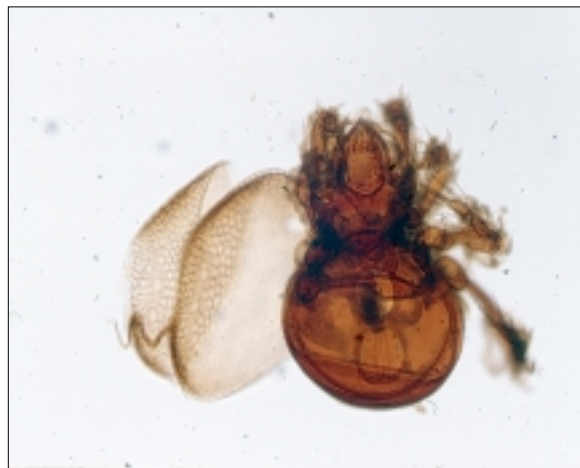


Lámina 12. Género *Basilobelba*



Lámina 13. Género *Heterobelba*



Lámina 14. Género *Liacarus*



Lámina 15. Género *Carabodes*



Lámina 16. Género *Tectocephus*



Lámina 17. Género *Baloghppia*



Lámina 18. *Gittela* sp.



Lámina 19. Género *Neoamerioppia*



Lámina 20. *Ramusella* (Ca. *Insculptoppia*)

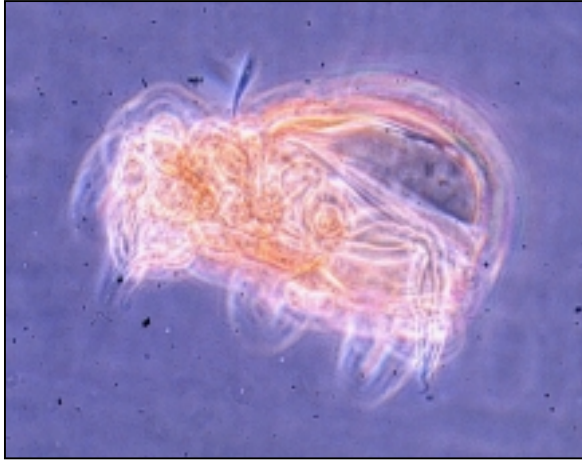


Lámina 21. Género *Quadroppia*



Lámina 22. Familia Suctobelbidae



Lámina 23. Género *Cristeremaeus*

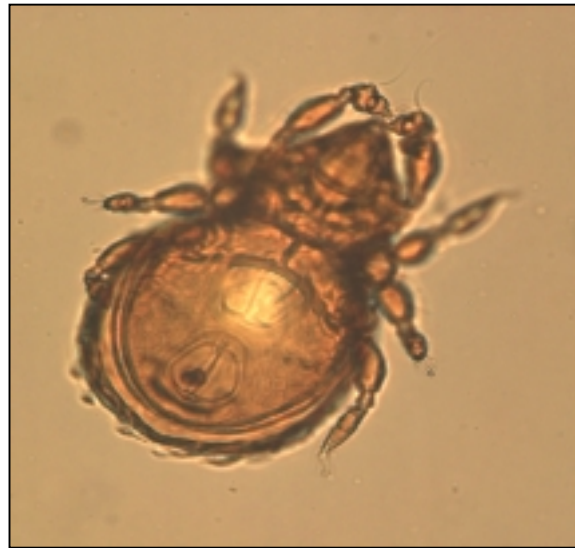


Lámina 24. *Licneremaeus licnophorus*

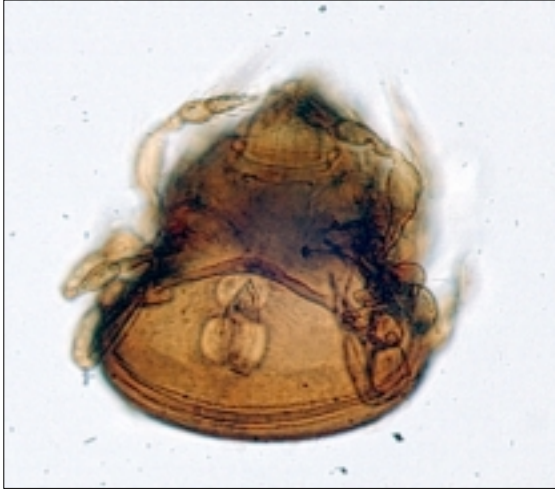


Lámina 25. *Género Acaroceras*



Lámina 26. *Género Kalyptozetes*



Lámina 27. *Género Berlesezetes*

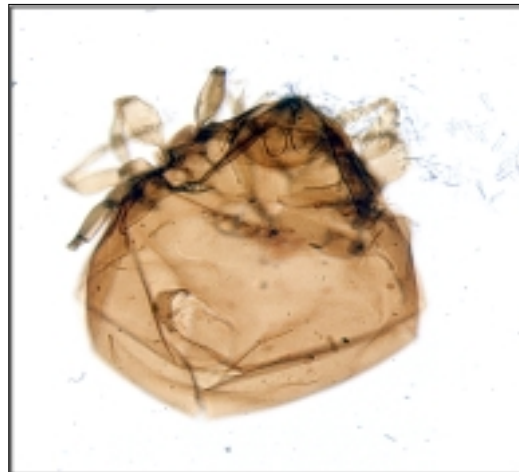


Lámina 28. *Género Zygoribatula*



Lámina 29. *Rostrozetes foveolatus*



Lámina 30. Género *Scheloribates*

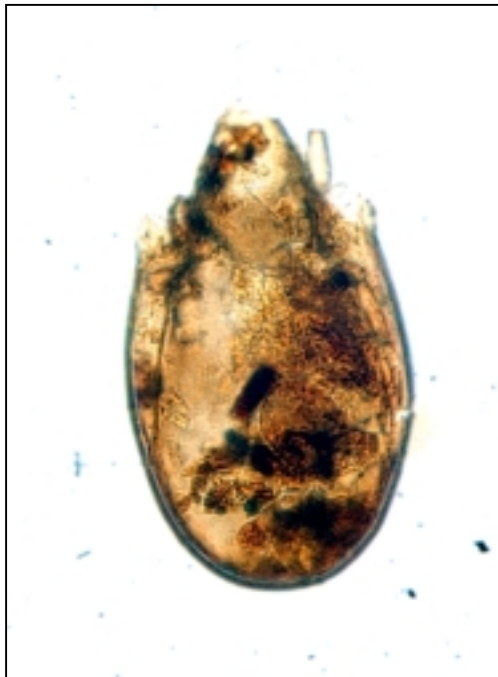


Lámina 31. Familia Oripodidae

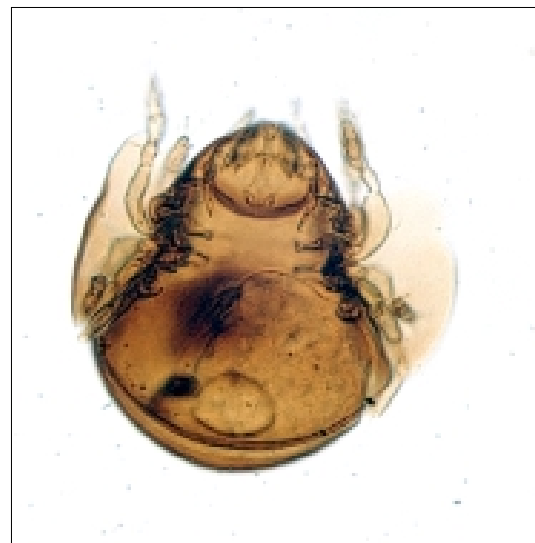


Lámina 32. Familia Galumnidae



Lámina 33. Género *Truncozetes*

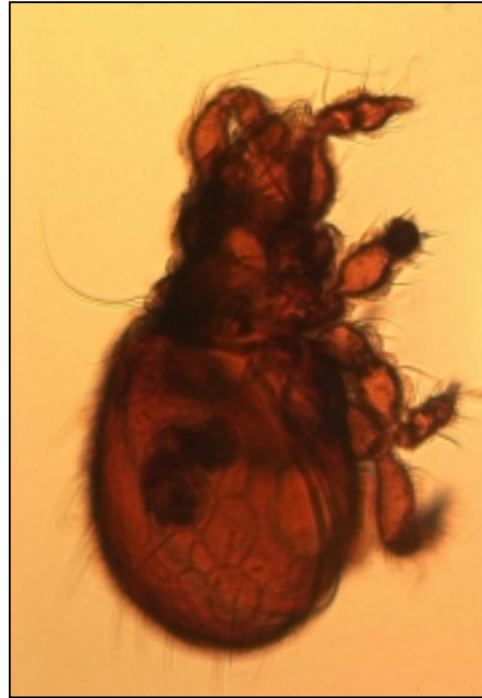


Lámina 34. *Eremobelba piffli*

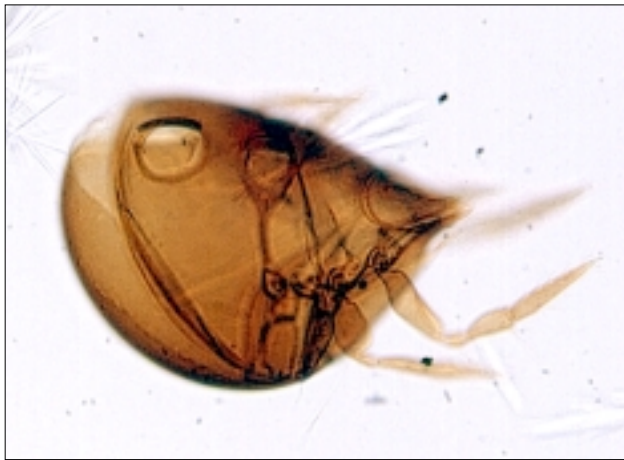


Lámina 35. Género *Tubulozetes*



Lámina 36. Género *Xylobates*

**Anexo III** Datos del muestreo en los sitios de acahual y cafetal

<b>Muestra</b>	<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Sitio</b>	<b>Altitud</b>	<b>Coord X</b>	<b>Coord Y</b>	<b>Pend</b>	<b>Orienta</b>	<b>%H</b>
<b>A1</b>	4/05/01	3:10 p.m	Arena	1158	702020	1784821	39°	N-0°	12.96
<b>A2</b>	4/05/01	3:15 p.m	Frontera	1173	702038	1784839	35°	NE-340°	11.9
<b>A3</b>	4/05/01	3:32 p.m	Frontera	1152	702042	1784861	23.5°	NE-340°	5.26
<b>A4</b>	4/05/01	3:42 p.m	Frontera	1138	702062	1784818	23°	NE-70°	12.26
<b>A5</b>	4/05/01	4:17 p.m	Frontera	1179	702082	1784862	73°	NE 30°	11.13
<b>A6</b>	4/05/01	4:33 p.m	Frontera	1191	702078	1784898	21°	NE 40°	12.4
<b>A7</b>	4/05/01	4:57 p.m	Frontera	1195	702042	1784901	33°	NE 390°	15.73
<b>C1</b>	4/05/01	5:57 p.m	Tierra Blanca	1206	702278	1784699	38.5°	NE 30°	10.66
<b>C2</b>	4/05/01	6:06 p.m	Tierra Blanca	1195	702242	1784698	33°	NE 30°	9.56
<b>C3</b>	4/05/01	6:11 p.m	Portillo	1177	702240	1784658	30°	NE 60°	11.23
<b>C4</b>	4/05/01	6:20 p.m	Tierra Blanca	1198	702260	1784665	27°	E 10°	8.76
<b>C5</b>	4/05/01	6:25 p.m	Tierra Blanca	1188	702238	1784641	21°	E 90°	6.73
<b>C6</b>	4/05/01	6:30 p.m	Portillo	1185	702219	1784618	29°	NE 80°	16.76
<b>C7</b>	4/05/01	6:37 p.m	Portillo	1181	702258	1784619	27°	NE 330°	6.4