

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**“ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE ÁCAROS  
ORIBATIDOS DEL SUELO (Acari: Oribatida)  
ASOCIADA A LA ZONA DE RAICES DE *Prosopis  
laevigata* y *Parkinsonia praecox* EN UNA TERRAZA  
DEGRADADA EN EL VALLE DE ZAPOTITLÁN  
SALINAS, PUEBLA”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

**DANIEL ISAAC SÁNCHEZ CHÁVEZ**

DIRECTOR DE TESIS:

**Dr. Salvador Rodríguez Zaragoza**



LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MÉX.

2013



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.

*“Hay un mundo bajo este mundo, arriba, adentro y todo alrededor, del que no tenemos la menor duda. Apenas por momentos, lo escuchamos murmurar un poco y sisear, y decimos: “Es poca cosa, no es nada”. Pero ese nada es el infinito. El infinito de la vida invisible y de la vida silenciosa, del mundo de la noche, del fondo de la tierra y del tenebroso océano, los seres invisibles del aire que respiramos o que, mezclados a nuestros líquidos, circulan por nosotros, desapercibidos. Mundo infinitamente poderoso, cuyos detalles despreciamos y que, por momentos, nos aterroriza, al aparecer ante nuestros ojos en alguna de sus grandes e imprevistas revelaciones. ¿Quiénes son estos pequeños? Nada menos que los constructores del globo en que vivimos. Con sus cuerpos, con sus habilidades, con sus desechos, se constituyó el suelo que está bajo nuestros pies.”*

*“Han sido los pequeños quienes han hecho las cosas más grandes.”*

Jules Michelet

EL INSECTO

# *Agradecimientos*

A mi director de tesis, el Dr. Salvador Rodríguez Zaragoza, por esa paciencia casi sobrehumana en esos torzones, por descubrir en cosas que yo ni sabía que era capaz de hacer, por sus consejos y ese apoyo para el desarrollo de este trabajo, muchas gracias profesor.

A la profesora Isabel Sánchez Rocha del Laboratorio de Acarología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional por brindarme su conocimiento, su tiempo, también por su paciencia y por adentrarme más en ese increíble mundo de los ácaros.

Al Dr. Gabriel Villegas jefe del laboratorio de Acarología del IPN por las facilidades prestadas en cuanto a instalación y material para el desarrollo de la parte metodológica de este estudio.

A mis sinodales:

Dr. Raymundo Montoya Ayala

Dr. Víctor Rivera Aguilar

M. en C. Francisco López Galindo

M. en C. María del Pilar Villeda Callejas

Por sus oportunas correcciones, comentarios y aportaciones para la elaboración y termino de este trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme ser parte de esta casa y crecer de manera académica, deportiva y humana.

# *Dedicatorias*

Aunque también agradecimientos...

A mis padres Félix y María: que a pesar de la adversidad nunca hubo un no como respuesta, por su amor y apoyo incondicional, no saben lo orgulloso que me siento de ustedes, son unos padres excelentes y les agradezco el haberme brindado todo para que llegara hasta aquí.

A mi Hermano Sebastián: eres un ejemplo a seguir, por tu esfuerzo y porque no te das por vencido carnal, gracias.

A Andrea, el amor de mi vida: porque eres mi pareja, mi mujer, mi amiga, mi complemento, por todo ese apoyo incondicional, por todo este amor, por que viste en mi algo que yo no conocía, me cambiaste, me diste esas ganas de alcanzar mis metas, de cumplir mis sueños. Gracias mi corazón.

También a mi familia: mi abuelita, mis tíos y primos, que me apoyaron siempre y creyeron en mí para terminar esta etapa de mi vida. Solo sé que a donde quiera que vaya uno, va también la familia.

A mis valedores Jaime y Jorge, por todos los momentos, por los consejos y apoyo. Gracias por esa amistad, par de trolazos, ¡Ay sí! Que nunca se acabe el relajo canijos.

A mi tía académica Laura, por esos jalones de orejas para apurarme a concluir mi tesis, gracias tía.

De igual manera a mi madre y abuelita académicas Candis y Sandra, por sus consejos, y estarme apurando para acabar esta tesis.

Al resto de la H. H. banda micro: Abbid, Ana, Anahí, Angélica, Cruzeñi, Eliseo Kit, Erick, Horacio, Isabel, Mario, Rebeca, Samanta, Shusho, porque más que un equipo es como una familia para mí, gracias por hacer tan ameno ese tiempo en el laboratorio. No crea que me olvidaba de usted profesor Ramón, gracias por sus consejos y su apoyo, como académico y como persona.

A mi buen entrenador Flavio: por apoyarme en todo, es como un segundo padre para mí, agradezco sus consejos, y esos valores que de repente se le olvidan a uno, gracias mi coach.

A los amigos de la FES con quienes he compartido tantos momentos: Alma, Anabel, Irais, Marcela.

A la pandilla Ex –Muknal: A mi Carnalazo, Moisés, por tu amistad, tu apoyo incondicional, he aprendido un chingo de ti we, gracias valedor. A Diana, Mario, Diego, Eduardo y Emilio, por su amistad y los buenos momentos, todos usted son como hermanos para mí, gracias por todo.

## **ÍNDICE**

<b>Resumen</b>	1
<b>Introducción</b>	2
Suelo	2
Zona de raíces	3
Microartrópodos del suelo	4
Ácaros del suelo	5
Hábitos y distribución de los ácaros	6
Ácaros oribátidos en el suelo	6
Biología de los ácaros oribátidos	7
Papel de los ácaros oribátidos en el suelo	9
Ácaros oribátidos en zonas áridas	10
<b>Antecedentes</b>	12
<b>Objetivos</b>	14
Objetivo general	14
Objetivos particulares	14
<b>Área de estudio</b>	15
<b>Materiales y Métodos</b>	19
<b>Resultados</b>	22
<b>Discusión</b>	31
<b>Conclusión</b>	37

<b>Literatura citada</b>	38
<b>Anexos</b>	47
Anexo I	47
Anexo II	48

## RESUMEN

Los ácaros del suelo (Acari: Oribatida) son los microartrópodos más abundantes en este ambiente, su papel dentro de este sistema es de vital importancia, debido a que ellos actúan como ingenieros que desmenuzan la hojarasca, para que microorganismos tales como bacterias y hongos hagan uso de este recurso. Además, de que los ácaros controlan las poblaciones microbianas alimentándose de ellas. Por lo que, una mayor diversidad de oribátidos puede ser indicador biológico de la calidad y funcionamiento del suelo, sobre todo en lugares que han sufrido una perturbación, y que ya están en franca degradación. En este estudio, se determinó la estructura de la comunidad de ácaros oribátidos en la zona de raíces de *Prosopis laevigata* y *Parkinsonia praecox* en una terraza degradada. Los resultados mostraron que tanto la abundancia como la riqueza fueron mayores en la zona de raíces de *P. laevigata*, además de que bajo esta planta se encontraron todos los grupos tróficos y todos los estadios inmaduros reportados. La humedad y la temperatura pueden jugar un papel importante bajo el dosel de ambas plantas, ya que estos factores afectan a la abundancia y distribución de los ácaros oribátidos en muchos tipos de suelo. Finalmente, la estructura de la comunidad de ácaros oribátidos fue diferente en cada microambiente, dicha diferencia está relacionada con los hábitos alimenticios de los ácaros y las características físicas del suelo bajo el dosel de las plantas.

## INTRODUCCIÓN

### Suelo

El suelo sirve como una plataforma de interacciones de un complejo sistema ecológico, incluyendo una enorme variedad de organismos. En él ocurren procesos importantes como la descomposición de la materia orgánica y la liberación de nutrientes, los cuales fluyen a las plantas y de ahí a los animales y después regresan al edafón (Coleman y Crossley, 1995).

EL suelo es el resultado de la interacción de muchos factores (clima, rocamadre, organismos y topografía) a través del tiempo. Estos factores afectan procesos tales como producción primaria, descomposición y reciclaje de nutrientes, lo que lleva al desarrollo de propiedades únicas de cada tipo de suelo, formando microambientes donde viven los organismos (Coleman, 1995). La distribución irregular de estos componentes ofrece una gran variedad de condiciones y de microambientes en todos los niveles y escalas, las cuales se pueden extender desde el nivel de paisaje hasta el de los microporos del suelo. (Killham, 1994).

De acuerdo con Brussaard (1994), uno de los procesos más importantes del suelo como parte del ecosistema (y por el uso que le da el hombre) es la descomposición de la materia orgánica, asociada con la humificación y mineralización de los elementos. Esta descomposición es un proceso biológico originado por tres factores determinantes: medio físico, calidad del recurso y organismos del suelo. Estos últimos juegan un papel muy importante en los procesos de descomposición e integración, debido a las múltiples actividades que desarrollan (Lavelle, 1981).

La descomposición, es una fase importante en la degradación gradual de la materia orgánica y es efectuada por agentes físicos y biológicos, culmina en la ruptura de las moléculas complejas ricas en energía por parte de sus consumidores (detritívoros), dando lugar a la producción de CO<sub>2</sub>, agua y nutrientes inorgánicos. La mineralización de la materia orgánica se ve acelerada por cualquier actividad que tritura y fragmenta los tejidos, como es la masticación

de los detritívoros que rompen las paredes celulares, exponiendo el contenido y las superficies de las paredes muertas, lo cual libera minerales y nutrientes esenciales para el crecimiento de los organismos y las plantas (Begon *et al.*, 1987).

Los residuos de plantas y animales se depositan continuamente sobre la superficie del suelo; los árboles y matorrales dejan caer sus hojas y troncos los que cubren el suelo con este material. Este complejo sistema degradador del material biológico se mantiene básicamente de los tejidos vegetales muertos, del enterramiento de los residuos de cosecha o aportes de estiércol. Todos estos residuos son consumidos en gran parte por organismos del suelo (Nyte, 1990).

La materia orgánica del suelo proviene de los restos de plantas, animales y microorganismos y ayuda a compensar contra los cambios químicos y variaciones bruscas en el pH. Además protege al edafón contra la evaporación con lo que se incrementa su capacidad de retención del agua (Tamnhane., 1978). Dicha materia orgánica es indispensable en los suelos ya que su presencia determina y condiciona el medio físico y biológico sobre el cual se desarrollan las plantas. Los microorganismos del suelo utilizan esta materia orgánica como fuente de energía y como materia prima de los elementos constituyentes de sus tejidos.

### Zona de raíces

Las raíces son parte fundamental del sistema edáfico, los procesos que son ampliamente controlados o directamente influenciados por las raíces, son referidos como procesos de la rizósfera. Estos procesos son esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas terrestres, principalmente la descomposición de la materia orgánica y la mineralización del nitrógeno (Cheng, 2009).

Las raíces de las plantas tienen influencia directa sobre la diversidad de microorganismos, determinan la estructura de la rizósfera bacteriana y la comunidad fúngica. Esta influencia depende del genotipo de la planta, del tipo de exudados radiculares, e infecciones patógenas; lo cual proporciona ciertas condiciones ambientales al suelo, y permiten el establecimiento de diferentes especies que facilitan el aprovechamiento de los nutrimentos por las plantas (Atlas, 1995).

Las raíces y sus bacterias asociadas también atraen depredadores, que incluyen protozoos, nemátodos, enquistados, ácaros y colémbolos que pueden influenciar directamente en la abundancia y composición de la comunidad bacteriana (Garbaye, 1991). La composición de rizósfera refleja el consumo microbiano selectivo por la mesofauna a corto plazo además de las más complejas interacciones a través del tiempo evolutivo.

### Microartrópodos del suelo

En el suelo existen aproximadamente 25 taxa mayores de artrópodos que de alguna u otra manera intervienen en los procesos que se realizan en este sistema. Los microartrópodos son uno de los grupos mejor representados en muchos tipos de suelo. Son esenciales en las redes tróficas, ya que controlan las poblaciones de la microbiota del suelo. La alimentación de los microartrópodos es amplia, abarca bacterias, hifas de hongos, líquenes, polen, algas, nematodos, larvas de pequeños insectos y otros microartrópodos. En cambio, ellos son presas de otro grupo de artrópodos, los macroartrópodos (arañas, escarabajos, hormigas y ciempiés) (Estrada-Venegas, 2007).

Dentro de los microartrópodos, los ácaros se encuentran distribuidos por todo el mundo, adaptados a vivir en todos los medios conocidos del planeta; pueden hallarse desde altitudes de 5 000 m sobre el nivel del mar, extendiéndose hasta la costa de los continentes, donde existen muchas morfologías en la zona de las mareas. Los sitios más ricos en ácaros son los musgos y la hojarasca revuelta con

tierra suelta de los bosques y las praderas, donde llegan a constituir entre el 70% y el 90% del total de la comunidad de microartrópodos del suelo (Hoffman, 2000). Muchas especies se han adaptado a vivir entre los intersticios, incluyendo dunas de arena muy fina, donde pasan toda o gran parte de su vida. Los ácaros que viven en lugares estrechos, como los folículos pilosos, han modificado el aspecto de su cuerpo durante el curso de su evolución, llegando a adquirir una forma desde poco hasta muy alargada, y han adoptado, además, movimientos como los de los nemátodos. Numerosas especies también tienen la capacidad de enterrarse, a veces hasta profundidades de 4 o 5 m; esto lo hacen de manera normal en zonas templadas y calientes; en las regiones muy frías, donde suele nevar, se entierran a mayor profundidad (de hasta 15 m) para huir del frío excesivo (Hoffman, 2000).

### Ácaros del suelo

Los ácaros son el grupo más numeroso de microartrópodos en muchos tipos de suelo (Wallwork, 1983; Coleman *et al.*, 2004). Éstos, junto con los colémbolos, son los integrantes de la mesofauna del suelo (aquellos organismos que miden 200  $\mu$  y 2000  $\mu$ ), constituyen grupos importantes en número y en diversidad y juegan un papel preponderante en el reciclaje de la materia orgánica del suelo (Kevan, 1955), generando y manteniendo las características fisicoquímicas y biológicas del edafón (Dindal, 1990). Estos grupos llegan a constituir, frecuentemente, más del 80% del total de microartrópodos, interviniendo, además, en la formación y estructura del suelo (Quan & Nguyen, 2000).

## Hábitos y distribución de los ácaros

Los ácaros edáficos presentan varias estrategias para alimentarse, reproducirse y dispersarse, muchas especies tienen hábitos depredadores, alimentándose de otros ácaros o colémbolos; algunas otras especies pueden ser fitófagas, parásitas (Krantz, 1978). Los oribátidos son los más abundantes y también los más sedentarios, ya que no son organismos foréticos, aunque ciertas especies pueden llegar a ser muy activas (forésia accidental). Los prostigmados y los mesostigmados son más numerosos en suelos de las zonas desérticas; donde son activos depredadores; en bosques y matorrales se mueven libremente entre la hojarasca. Los astigmados no son elementos importantes en la fauna de muchos suelos, pues prefieren lugares más secos, como el polvo de las casas, los graneros, etc. Sin embargo, hay ocasiones en que pueden ser localmente abundantes en pastos y suelos arables (Hoffman, 2000).

Los oribátidos son los ácaros característicos del suelo y comúnmente son saprófitos, fungívoros, detritívoros o, dependiendo de las condiciones, pueden presentar hábitos variados (como una mezcla de las anteriores) que les permite adaptarse a los cambios en el medio. Los ácaros mesostigmátidos son depredadores de microfauna, aunque algunas especies son fungívoras. Los Prostigmata representan una amplia diversidad de ácaros con una variedad de hábitos y estrategias alimenticias, por ejemplo: canibalismo, depredación, etc. Muy poco se conoce de los nichos o los requerimientos ecológicos de muchos grupos de ácaros del suelo (Seastedt, 1984).

## Ácaros oribátidos en el suelo

Entre los ácaros del suelo, los ácaros oribátidos o Cryptostigmata, frecuentemente llamados ácaros de musgo o ácaros escarabajo constituyen uno de los grupos de artrópodos, numéricamente dominantes en los horizontes orgánicos de la mayoría de los suelos, donde sus densidades comúnmente pueden alcanzar cientos de miles de individuos por metro cuadrado (Norton, 1990). Se les puede encontrar

donde hay acumulación de materia orgánica con ciertos rangos de humedad y temperatura. A pesar de que la mayoría de ellos son comunes en bosques, pueden encontrarse también en los pastos alpinos en la cima de las montañas (Dalenius, 1962); o en el suelo Antártico (Wallwork, 1969). Hay registros de ácaros que viven en plantas u hojas muertas debajo del agua (Aoki, 1964), o que viven en los hongos del dorso de los gorgojos. Otras pocas especies, en cambio, existen restringidamente o en gran abundancia en lugares que han sido impactados con las actividades humanas.

Son varios los factores que afectan la densidad de los oribátidos, como puede ser la compactación del suelo, la temperatura, la disponibilidad de alimento y la humedad (Hermosilla *et al.*, 1977), por mencionar solo algunos. Sobre la compactación, Haarlov (1960) encontró que el tamaño de los poros del suelo decrecía con la profundidad y afectaba por lo tanto el tamaño de los ácaros que pudieran utilizar estos espacios. Con respecto a la profundidad de suelo a la que se encuentran los oribátidos, alrededor de 80% de ellos están entre los primeros cinco centímetros de la capa del suelo (Zyromska-Rudzka, 1977).

### Biología de los ácaros oribátidos.

Los oribátidos son ovovivíparos y presentan un estado larval que puede ser muy diferente al adulto. El dimorfismo sexual es poco común y muchas especies son partenogénicas (Krantz, 1978). La gran mayoría de los adultos tienen el cuerpo muy esclerosado y pueden adoptar colores desde café claro, pasando por café oscuro hasta el negro (Norton, 1990). Sus tamaños van de 150 a 1500  $\mu\text{m}$ , aunque los más comunes son los que se encuentran entre los 300 y 700  $\mu\text{m}$  (Krantz, 1978; Norton, 1990).

Los ácaros oribátidos pueden habitar las grietas del suelo, los poros y oquedades creadas por las raíces o animales más grandes (Haarlov, 1960). Evitan la luz y la mayoría de ellos no poseen ojos, usan receptores táctiles y químicos, como pueden ser sedas o tricobotrias bien desarrolladas.

En relación con la biología reproductiva, Block (1966) reporta que ciertas especies de oribátidos pueden tener dos generaciones por año, como *Carabodes minusculus* y las especies de *Oppia* y *Suctobelba*, mientras que otras pueden tener solo una generación en el mismo periodo como sucede en *Platynothrus peltifer*, *Tectocepheus velatus*, *Carabodes marginatus*, *Nanhermannia nana*, *Pelops plicatus*, *Pelops planicornis*, *Chamobates schützi*, *Olodiscus minima*. Sin embargo, Wallwork (1971), considera que *T. velatus* y *Oppia subpectina* dependiendo de las condiciones ambientales pueden producir de dos hasta cinco generaciones por año.

Así mismo, Reeves (1969), al estudiar la distribución de ácaros oribátidos en una estación forestal de Nueva York, encontró que *Tectocepheus velatus*, *Oppia nova*, *O. subpectinata*, *Pergalumna altera* y *Oribella sp.* tienen su periodo de máxima actividad en los meses de junio, julio y agosto.

La gran mayoría de los ácaros oribátidos son partenogenéticos telítocos, es decir que sólo ponen huevecillos de los cuales nacerán únicamente hembras. El número de huevecillos que son puestos puede variar desde uno hasta dieciséis ó más (Norton, 1990). Muchas especies de este grupo son pioneras y tolerantes a sequías o afines a la misma (Norton, 1994).

Los hábitos alimentarios de los ácaros oribátidos se pueden clasificar en dos tipos: los macrofitófagos, que se alimentan de materia vegetal; dentro de este grupo se incluyen a los xilófagos, y a los polinípagos. Debido a su elevado número en el suelo, y por su elevada tasa de consumo (pueden consumir hasta el 20% de su peso al día) los ácaros oribátidos macrofitófagos, son importantes fragmentadores y su papel es fundamental en el reciclaje de materia orgánica en el suelo, ya que facilitan la actuación de las bacterias y hongos, tanto al triturar la materia como al

modificarla químicamente, por lo que indirectamente son reguladores de los procesos tróficos en suelo (Luxton, 1972); los microfitófagos, basan su alimentación en la microflora: bacterias y hongos principalmente. *Scheloribates pallidula* puede alimentarse de hifas; *Achipteria* sp. se alimenta de la epidermis de hojas y tejidos de musgos; las ninfas son posiblemente coprófagas; *Mesoplophora*, por su parte, se alimenta de fragmentos de madera y de algunas esporas de hongos (Woolley, 1960). *Galumna* sp. se alimenta del alga verde *Protococcus*. *Trhypochthonius badius* se le ha observado frecuentemente sobre musgos enmohecidos, y los estados inmaduros de *Melanozetes miridianus* mostraron una ligera preferencia por material vegetal en descomposición (Sengbusch, 1974). Ambos grupos, macro y microfitófagos, contribuyen directamente a la estructuración del suelo con la producción de pellets fecales (Iraola, 2001). Por otro lado, los oribátidos de las familias Nothridae, Camissidae, Liacaridae, Oribatulidae, Galumnidae son consideradas como panfitófagas (Norton, 1990).

#### Papel de los ácaros oribátidos en el suelo

Shaw *et al.*,(1991) menciona las distintas actividades que desempeñan los oribátidos en la productividad del suelo tales como forrajeo, heces como sustrato y dispersión. Los materiales vegetales o animales que caen al suelo inician su descomposición al ser invadidos por los microorganismos. Estos últimos tienen que buscar las condiciones para establecerse y desarrollarse en este sustrato. Tanto plantas como animales tienen superficies con sustancias protectoras a su alrededor contra los microorganismos, por lo que el fraccionamiento de la materia vegetal llevada a cabo por estos microartrópodos, permite a los microorganismos establecerse más rápidamente y desarrollarse. Hay una gran cantidad de organismos desmenuzadores de la materia que facilitan el trabajo de los microorganismos. Así, los ácaros fragmentarán la materia y proporcionarán mayor superficie para el establecimiento de hongos y bacterias.

La fragmentación de la materia facilita la disponibilidad de los recursos a los microorganismos, al incrementar la proporción volumen/superficie de las partículas (Moldenke *et al.*, 1994). La microfauna puede afectar a los microorganismos al alimentarse de estos reduciendo sus poblaciones y obligándolas a renovarse (Reichle, 1977).

Las relaciones entre los organismos del suelo se dan a través de cadenas tróficas definidas, manteniendo un balance (Hill, 1992). Los ácaros oribátidos afectan el balance de los microorganismos en el suelo al controlar la sobrepoblación (Visser, 1985), evitando así la competencia entre la microbiota. Por otra parte, también ayudan en la dispersión de microorganismos al acarrear esporas adheridas a sus cuerpos, permitiendo su distribución más efectiva entre las partículas de suelo y encontrando nuevos sustratos para su desarrollo. Los ácaros fungívoros pueden regular directamente la cantidad de nutrimentos de la biomasa de los hongos y favorecen un mejor desempeño en la competencia por el sustrato por parte de las bacterias (Seastedt, 1984).

A través de organismos del suelo (Lavelle, 1994) puede llevarse a cabo la recuperación de suelos degradados y en el futuro, su conocimiento pleno permitirá tener más zonas de cultivo en condiciones óptimas para su uso.

### Degradación del suelo

La degradación del suelo es la pérdida de la capacidad de este para mantener la producción de biomasa. Una causa de esta pérdida es el uso inadecuado y la sobre explotación del suelo en la agricultura y la ganadería (Rodríguez-Zaragoza, 1994).

El Valle de Zapotitlán presenta grandes extensiones de áreas conservadas, en donde el uso ha sido mínimo (recolección de productos animales y vegetales e introducción de ganadería extensiva). En cambio, las áreas deterioradas, tienen diversos grados de degradación natural por procesos de erosión hídrica y eólica,

manifiestan procesos de colapso, deslizamiento y derrumbes de grandes masas de sedimentos, formación de agrietamientos, fosas y depresiones (López-Galindo, F. *et al.*, 2007). El suelo original ha perdido sus horizontes superficiales, la vegetación, el factor ecológico local, es dispersa y está distribuida en “islas de fertilidad”, creando nichos que moderan el ambiente circundante (Milton y Dean, 1995; Rohner y Ward, 1999; Pen-Mouratov *et al.*, 2004).

En esta vegetación tipo sabana, las islas surgen debido a la acumulación de nutrientes y materia orgánica alrededor de las plantas (Noy-Meir, 1985). En las islas de fertilidad las comunidades microbianas pueden crecer y jugar un rol importante en la movilización de nutrientes como N, P, K, Ca, S, Mg, Na Y F (Schaeffer y Evans, 2005). Son un tipo de parche vegetal que comprende uno o varios individuos de una o varias especies de árboles o arbustos (Schlesinger *et al.*, 1990). Constituyen una pieza clave en la actividad funcional de los ecosistemas áridos y semiáridos, permitiendo a las comunidades asociadas a las plantas crecer debajo de ellas (Wallwork, 1976; Whitford, 2002).

## ANTECEDENTES

Palacios-Vargas y Morales (1982) citan 15 especies de oribátidos asociadas a bromeliáceas en el Derrame de Chichinautzin, estado de Morelos, comprendidas dentro de 13 familias. El mismo autor, registró 29 géneros dentro de 23 familias de oribátidos en el Volcán Popocatepetl en 1985.

Moreno (1985) hace referencia a 21 especies de oribátidos en la hojarasca de la comunidad de *Pinus hartwegii* del Estado de Morelos.

Vázquez *et al.*, (1998) elaboraron un listado de familias, géneros y especies de oribátidos colectados en una selva baja inundable de la reserva de Sian Ka'an y en ecosistemas forestales de Noh-Bec en el estado de Quintana Roo, reportando 59 familias, 158 géneros y 219 especies. Las familias de ácaros oribátidos mejor representadas, en cuanto número de especie, son: Oppiidae 16 spp, Phthiracaridae 13 spp, Trhypochthoniidae 11 spp, Gymnodamaeidae 10 spp, Lohmanniidae 9 spp, Malaconothriidae 9 spp, Microzetidae 8 spp, y Nothridae con 8 spp.

Silva *et al.*, en 1987 realizaron un estudio en el desierto de Chihuahua, para conocer a qué profundidad pueden ir los ácaros en el suelo, se utilizó una draga petrolera para penetrar el suelo compacto del desierto a gran profundidad; se menciona que los ácaros se hallaron a 14 o 15 m de profundidad.

Estrada *et al.*, (1988), en el valle de Tehuacán (Puebla), encontraron que la diversidad de especies de ácaros es muy alta (53 familias y 77 géneros), a pesar de las condiciones extremas del área (altas temperaturas, escasa vegetación, poca precipitación y fuertes vientos). Esta diversidad de ácaros se explica por la ausencia de otros grupos importantes, como: colémbolos, lombrices de tierra, miriápodos, coleópteros, etc., que participan en la trituración de la materia, por lo cual se piensa que estos grupos pudieron diversificarse en dicho hábitat debido a la falta de competencia.

Villareal (2012) trabajó con microartrópodos en costras biológicas de suelo de matorral sarcocaula en el estado de Baja California Sur, encontró 4 familias de oribátidos, siendo la mejor representada Aphelacaridae con 880 individuos, seguida de Haplochthoniidae con 137 organismos, Cymbaeremaeidae y Gymnodamaeidae con 1 y 2 individuos respectivamente.

## **PREGUNTA**

¿Cuál es la estructura de la comunidad de ácaros oribátidos del suelo (Acari: Oribatida) asociada a la zona de raíces de *Prosopis laevigata* y *Parkinsonia praecox* en una terraza degradada en el valle de Zapotitlán Salinas, Puebla?

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Determinar la estructura de la comunidad de ácaros oribátidos del suelo (Acari: Oribatida) asociada a la zona de raíces de *Prosopis laevigata* y *Parkinsonia praecox* en una terraza degradada del valle de Zapotitlán Salinas, Puebla.

### Objetivos particulares

Determinar la abundancia de ácaros del suelo (Acari: Oribatida) de la zona de raíces de *Prosopis laevigata* y *Parkinsonia praecox* y suelo desnudo en el valle de Zapotitlán Salinas, Puebla.

Determinar la riqueza taxonómica de ácaros del suelo (Acari: Oribatida) de la zona de raíces de *Prosopis laevigata* y *Parkinsonia praecox* y suelo desnudo en el valle de Zapotitlán Salinas, Puebla.

## ÁREA DE ESTUDIO

El valle de Tehuacán-Cuicatlán se localiza en el centro de México, específicamente en el Sureste del estado de Puebla y el Noreste de Oaxaca y se forma por efecto de la sombra orográfica de la Sierra Madre Oriental (Villaseñor *et al.*, 1990) y es considerado parte de la región xerofítica mexicana. El Valle limita al Este con las Sierras de Atzingo y Miahuatepec, al Norte con los cerros Chacateca y Pajarito, al Oeste con los cerros Gordo y Otate y al Sur con los cerros Yistepec y Acatepec (Dávila *et al.*, 2002; López-Galindo *et al.*, 2003; Rzedowski, 1981).

El valle de Zapotitlán, forma parte de la reserva de la biósfera Tehuacán-Cuicatlán, Puebla (López *et al.*, 2003), se encuentra enclavado en la porción occidental del valle de Tehuacán-Cuicatlán, es una región semiárida que tiene una extensión de 10,000 km<sup>2</sup> y sostiene aproximadamente 3000 especies de plantas, de las cuales alrededor del 30% son endémicas.

El clima de la región, de acuerdo al sistema de clasificación de Köppen y modificada por García, es seco semiárido, con lluvias durante el verano (BSohw) y poca oscilación térmica, variando entre 5 y 7 °C, con una temperatura fluctuante entre los 17.6 y los 23.7 °C y una media anual de 21 °C.

Presenta una precipitación media anual de 400 a 450 mm que alcanza su mayor proporción durante la estación lluviosa, la cual se extiende de junio a agosto, con un periodo bien definido de sequía intraestival durante el mes de julio, conocido como “canícula” (Dávila *et al.*, 2002; López-Galindo *et al.*, 2003; Rivera-Aguilar *et al.*, 2006).

Los suelos del Valle suelen ser someros, pedregosos, alomórficos (con diferentes estados de alcalinidad y salinidad), en la mayor parte del área, con superficies extensas de rocas sedimentarias plegadas, metamórficas y basálticas. En la región suelen dominar los suelos con escaso desarrollo, siendo las principales unidades reportadas los litosoles, cambisoles cálcicos y xerosoles cálcicos derivados de evaporitas del Cretácico Inferior y Medio (López-Galindo *et al.*, 2003., Méndez, 2005).

En Zapotitlán se encuentra una unidad geomorfológica formada por terrazas aluviales constituidas de sedimentos transportados de diferentes orígenes que han rellenado las partes bajas del valle, formando así suelos profundos que sirven como soporte para el desarrollo de comunidades vegetales conocidas como mezquitales. En esta zona se realizan diferentes actividades productivas como la agricultura de temporal, ganadería, ganadería extensiva y extracción de leña.

En la actualidad estos sistemas se observan muy fragmentados, encontrándose sitios con diferentes grados de deterioro. En la zona de estudio se observan procesos de erosión eólica e hídrica principalmente, además de deterioro químico, físico y biológico que han afectado el sistema (González-Lozano, 2005)

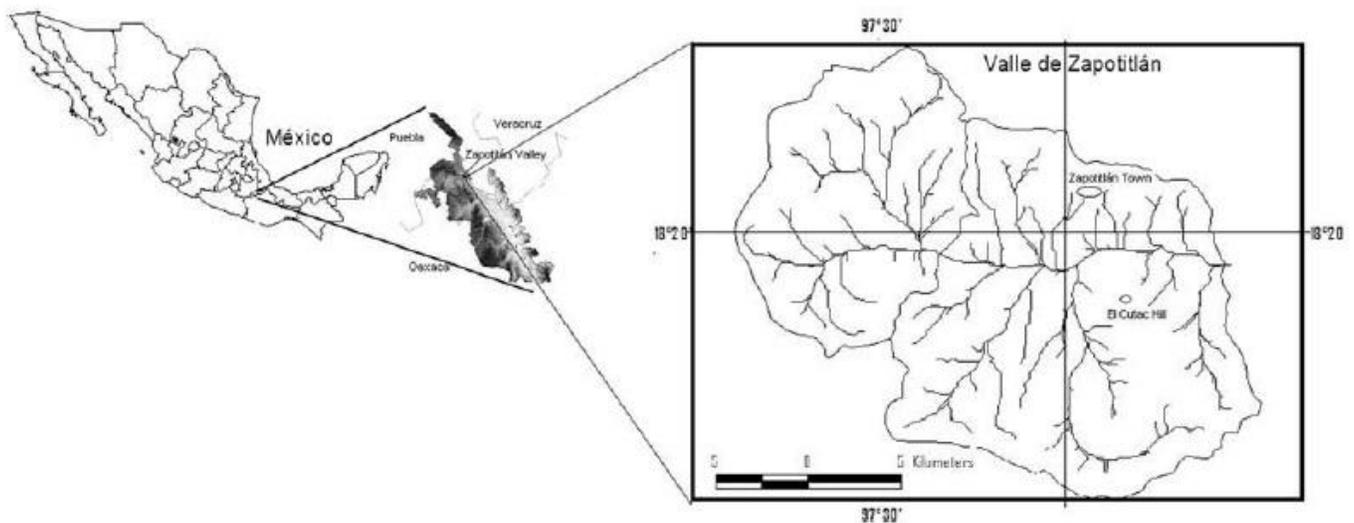


Figura 1. Ubicación de Zapotitlán Salinas, Puebla.

La región posee una amplia variedad de flora y fauna, la cual constituye una sola unidad biogeográfica de relevancia mundial. Esta gran variedad de especies se debe principalmente a la amplia gama de hábitats con características bióticas y abióticas específicas. Algunas de estas especies se encuentran incluidas como endémicas, amenazadas y/o en peligro de extinción (Dávila *et al.*, 2002).

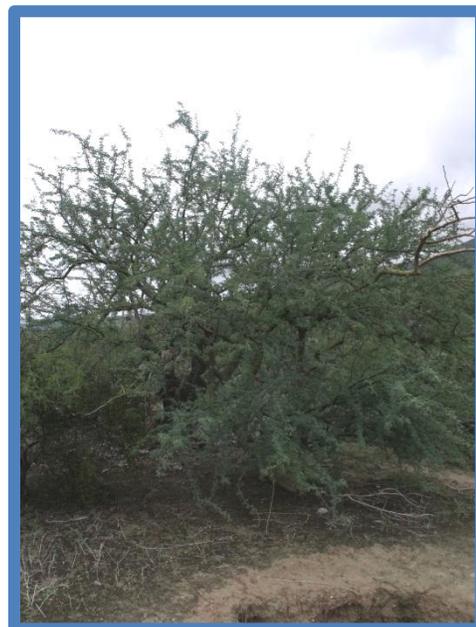
La vegetación de Zapotitlán, Salinas es considerada matorral xerófilo, entre las especies más comunes se encuentran *Prosopis laevigata* (mesquite), *Fouquieria formosa* (ocotillo), *Parkinsonia praecox* (palo verde) y *Beaucamea gracilis*. De igual forma se encuentran en el área, musgos y muchas especies de plantas vasculares, de las cuales hay una gran variedad de cactáceas (Dávila *et al.*, 2002; López-Galindo *et al.*, 2003; Rzedowski, 1981; Vergara, 1997).

### Especies vegetales

*Prosopis laevigata* (Mimosaceae) y *Parkinsonia praecox* (Caesalpiniaceae) son dos especies de leguminosas de no más de 3 m de altura. Las leguminosas son una familia grande y diversa de plantas con flor, dicotiledóneas, que ocupan el tercer lugar en número de especies, con 650 géneros y más de 18 000 especies descritas, divididas en tres subfamilias: Caesalpiinoideae, Mimosoideae y Papilionoideae (Lloret & Martínez-Romero, 2005). Algunas especies pertenecientes a estas subfamilias son dominantes en el Valle de Zapotitlán Salinas, Puebla. Ambas especies son freatofitas con un sistema de raíces dimórfico; una parte es de raíces finas, las cuales son superficiales densas que se extienden de la superficie a 2 m de profundidad. La otra parte consta de raíces profundas de 8 a 12 m para buscar agua. En ambas especies la floración y la fructificación ocurre durante la estación seca (la floración de febrero a mayo en *P. laevigata*, y de enero a mayo en *P. praecox*; la fructificación es de marzo a junio para *P. laevigata* y de febrero a abril para *P. praecox* (Perroni-Ventura *et al.*, 2006).



A)



B)

Figura 2. Imágenes de A) *Prosopis laevigata* y B) *Parkinsonia praecox*.

Tanto *P. laevigata* como *P. praecox* presentan interés económico, ecológico y medicinal. Para *P. laevigata* se conocen los siguientes usos: con la madera se elabora carbón o es utilizada como leña ya que es considerada como de buena calidad (Montaño-Arias *et al.*, 2006); los frutos se utilizan para la elaboración de harina, pinole, pan, atole y como forraje (hojas y ramas) para el ganado; la corteza se usa para aliviar las molestias por picaduras de abejas, el dolor de muelas, y para tratar infecciones de los ojos; las raíces jóvenes son diuréticas y se usan para tratar bronquitis, reumatismo y fiebre (Montaño-Arias *et al.*, 2006). Por su parte *P. praecox*, tiene los siguientes usos: se emplea para obtener leña por ser madera carburante, como alimento para el ganado caprino que ingiere el follaje de los árboles pequeños. Además, la producción de alimento para humanos basado en el gusano cuchamá tiene importancia económica y cultural. El gusano cuchamá es una larva endémica que se reproduce en palo verde y tiene gran valor nutricional y se le atribuyen cualidades afrodisiacas (Velázquez *et al.*, 2008).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un muestreo de tipo dirigido a 3 microambientes en época de lluvias, en una terraza degradada en Zapotitlán Salinas, Puebla.

En el muestreo se seleccionaron 9 sitios, se tomaron tres muestras de cada sitio (repeticiones) correspondiendo 3 sitios a la zona de raíces de *Prosopis laevigata*, 3 sitios a la zona de raíces de *Parkinsonia praecox* y tres sitios al suelo desnudo.

Se tomaron las muestras con un nucleador, de 0 a 15 cm (para las plantas se tomaron las muestras dentro del dosel de las mismas). Una vez obtenidas las muestras, se depositaron en bolsas de plástico que se rotularon y se trasladaron al laboratorio de microbiología de la FES- Iztacala, para ser procesadas.

Para la extracción de los ácaros se utilizó la técnica del embudo de Berlesse-Tullgren, que consiste en un embudo sobre el cual se colocó un tamiz con un diámetro de malla de 3mm. Sobre el tamiz se colocó un volumen de 1k de suelo (muestra), de forma invertida y ligeramente desagregada manualmente y sobre el conjunto se aplicó una fuente de luz de 40 W de intensidad a 10 cm de distancia durante 7 días. A medida que la muestra se iba secando, los ejemplares se concentraron en la parte inferior de la misma y terminaron cayendo a un recipiente o colector, completamente oscuro, situado en el extremo del embudo y que contiene alcohol al 70% como medio de conservación.

La extracción de ácaros se realizó en dos sesiones, con una duración total de 14 días ya que solo se contaban con 14 embudos instalados y las 27 muestras se dividieron en 2 partes, correspondiendo 14 muestras para la primera sesión y 13 muestras para la segunda sesión.

Los organismos colectados en los recipientes con alcohol se colocaron en cajas de Petri para su separación en grupos taxonómicos y se colocaron en Lactofenol. El lactofenol se usó para deshacer las estructuras internas de los organismos, logrando transparentarlos y poder identificarlos.

El proceso de aclaramiento tuvo una duración de 7 días y una vez terminado el proceso, los organismos se colocaron para su observación en un portaobjetos con el medio de Hoyer, aquí se tuvo que acomodar lo mejor posible a los organismos para apreciar todas sus estructuras, una vez montados, se colocó un portaobjetos y la preparación se llevó a una mufla para el secado de la preparación, la que duró alrededor de 7 días.

Posteriormente, se procedió a sellarlas, con el propósito de evitar que el medio de montaje a base de agua penetre en el ejemplar y haga que la preparación se reblandezca y se deteriore.

La identificación de los ácaros se realizó hasta el nivel de familia con la ayuda de claves taxonómicas de Krantz (2009) y Balogh (1986).

#### Parámetros físicos.

Se consideraron dos parámetros físicos: la temperatura y la humedad.

Los datos de temperatura se tomaron directamente en el campo con la ayuda de un termómetro para suelo.

La humedad se obtuvo mediante gravimetría: se pesaron 10 gramos de suelo en un recipiente de aluminio para cada muestra, posteriormente se llevaron a una mufla y se mantuvieron a 90 °C durante tres días. Al término de este periodo se volvieron a pesar las muestras y se contrastaron ambos valores (El peso inicial y final). Del resultado obtenido se hizo una regla de tres para obtener así el porcentaje de humedad para cada muestra de suelo.

### Índices ecológicos y análisis estadísticos.

Para conocer la similitud que existe entre los diferentes microambientes, se utilizó el Índice de similitud de Sørensen ( $QS=2C/A+B$ ), donde A y B son el número de especies de las muestra A y B respectivamente, y C es el número de especies compartidas por las 2 muestras

Se utilizó el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), que es una medida de diversidad de especies que le da más peso a las especies raras  $H' = [-\sum P_i(\ln P_i)]$ , donde  $P$  es la proporción de individuos en el taxón i-th.

Se utilizó también el índice de Simpson (S), que da más peso a las especies comunes,  $S = 1/\sum (n_i/N)^2$ .

Se utilizó además la prueba de ANOVA para determinar si existían diferencias significativas entre los valores de temperatura y de humedad ( $\alpha < 0.05$ ).

Finalmente se utilizó la prueba *post hoc* de Tukey para conocer cual o cuales medias eran diferentes.

## RESULTADOS

### Parámetros físicos

#### Temperatura

El valor con mayor temperatura correspondió al suelo desnudo con 25 °C y la menor temperatura correspondió a un sitio bajo *P. laevigata* con 21 °C (fig. 3). De manera general el suelo desnudo fue el microambiente con una temperatura ligeramente superior a las demás, mientras que la temperatura en *P. laevigata* y *P. praecox* es casi similar. Los resultados de la prueba de ANOVA indica el valor de ( $P < 0.088$ ,  $\alpha = 0.05$ ).

#### Humedad.

El mayor porcentaje de humedad correspondió al sitio bajo *P. laevigata* con 12% y el menor porcentaje es para el suelo desnudo con 5 % y 5.12 % (fig. 4). En general, *P. laevigata* y *P. praecox* registraron el mayor porcentaje de humedad en comparación con el suelo desnudo. Las medias de *P. laevigata* y el suelo desnudo (3.71) son diferentes a las medias de *Prosopis laevigata* y *Parkinsonia praecox* (0.84) y las medias de *Parkinsonia praecox* y el suelo desnudo (2.87). (Prueba de Tukey  $\alpha = 0.005$ ).

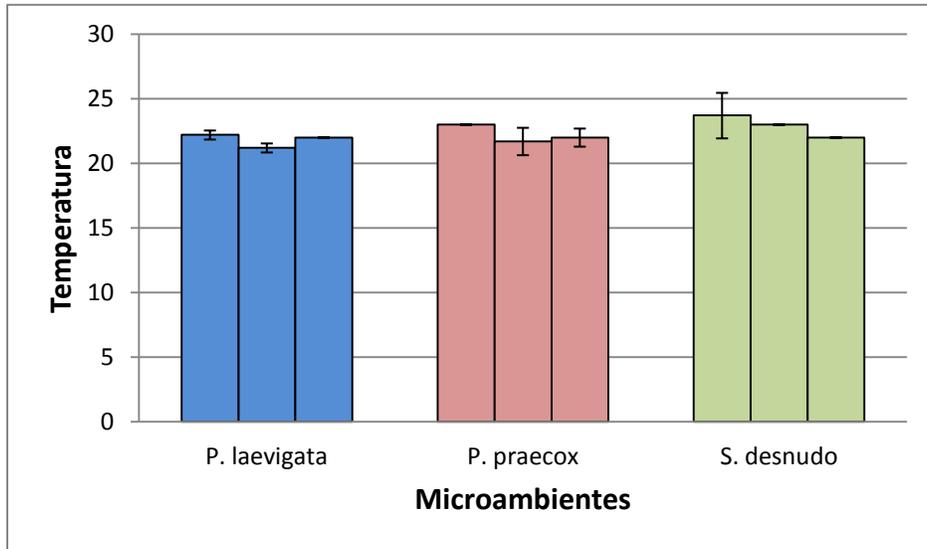


Figura 3. Temperatura de todos los sitios de los tres microambientes (n=3).

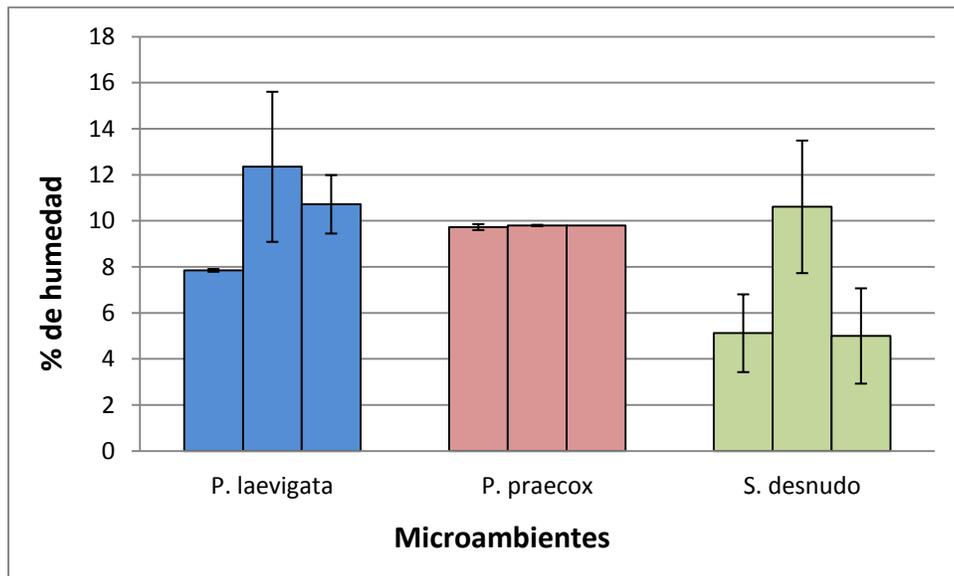


Figura 4. Humedad de todos los sitios de los tres microambientes n=3).

## Oribátidos

Se colectaron en total 134 individuos correspondientes al orden Oribatida.

Se encontró un total de 11 familias y 3 organismos cuya identificación no se pudo realizar debido a las condiciones en las que se encontraban dichos ejemplares y se nombraron como sp1, sp2 y sp3.

En *Prosopis laevigata* se colectaron un total de 77 organismos, en *Parkinsonia praecox* se colectaron 35 organismos y en el suelo desnudo se colectaron 22 organismos (fig. 5). Las familias más abundantes fueron Aphelacaridae con 22 y Scutoverticidae con 21 individuos respectivamente.

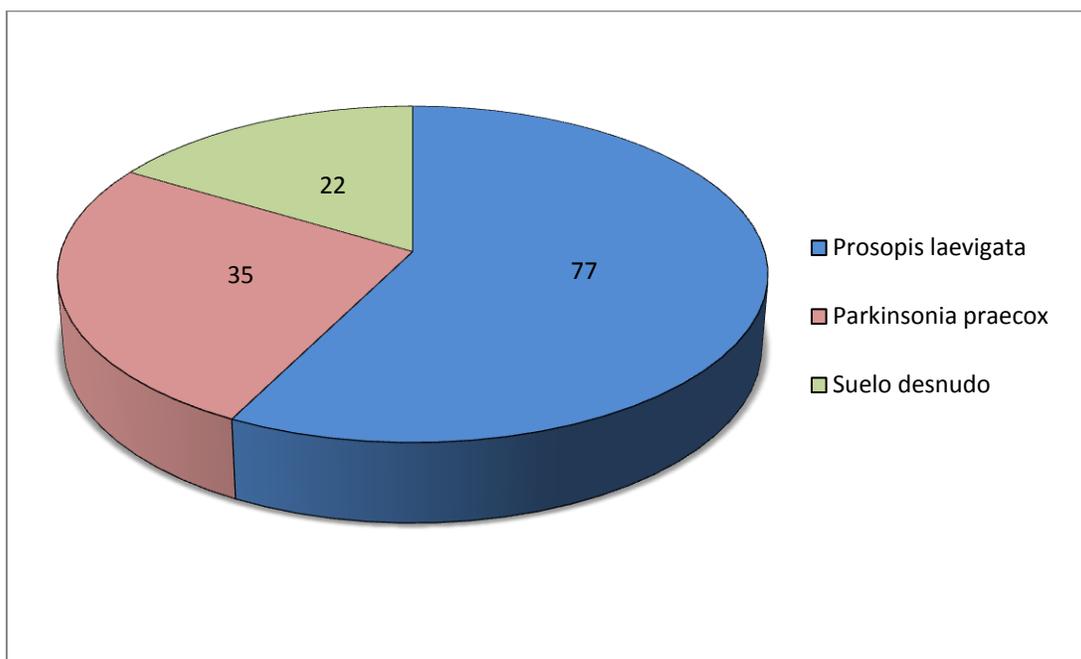


Figura 5. Total de individuos en los diferentes microambientes.

Con respecto a la riqueza, solamente en *Prosopis laevigata* estuvieron presentes las 13 familias reportadas en este trabajo, junto con las tres especies que no pudieron ser identificadas. Aphelacaridae y Scutoverticidae fueron las familias más comunes en el estudio, y ambas aparecen en los tres microambientes al igual que Brachychthoniidae, Cosmochthoniidae, Eremaeozetidae y Oppiidae.

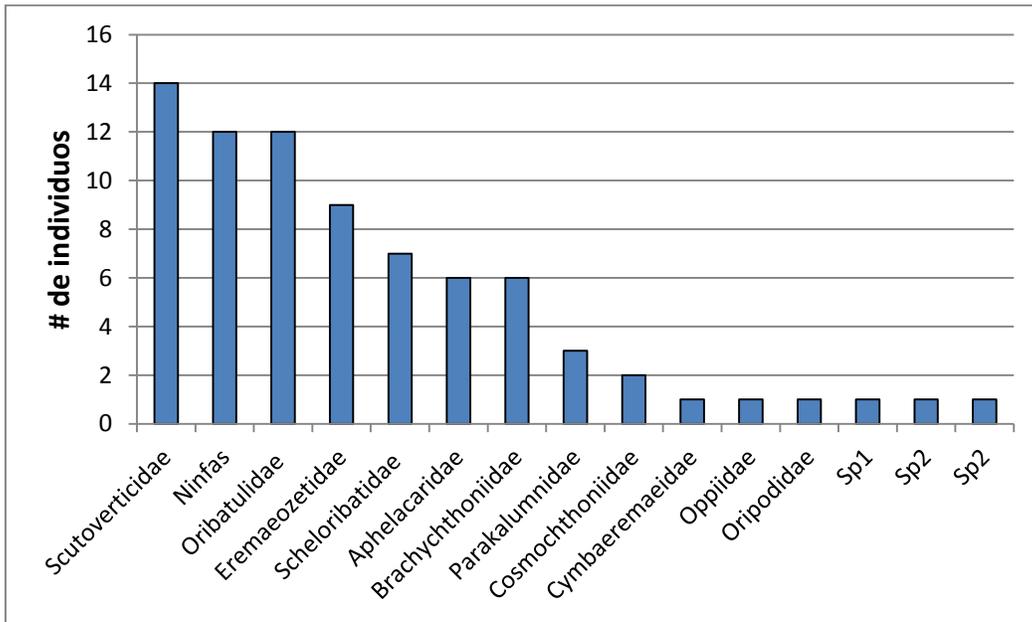


Figura 6. Distribución de familias de oribátidos en *Prosopis laevigata*.

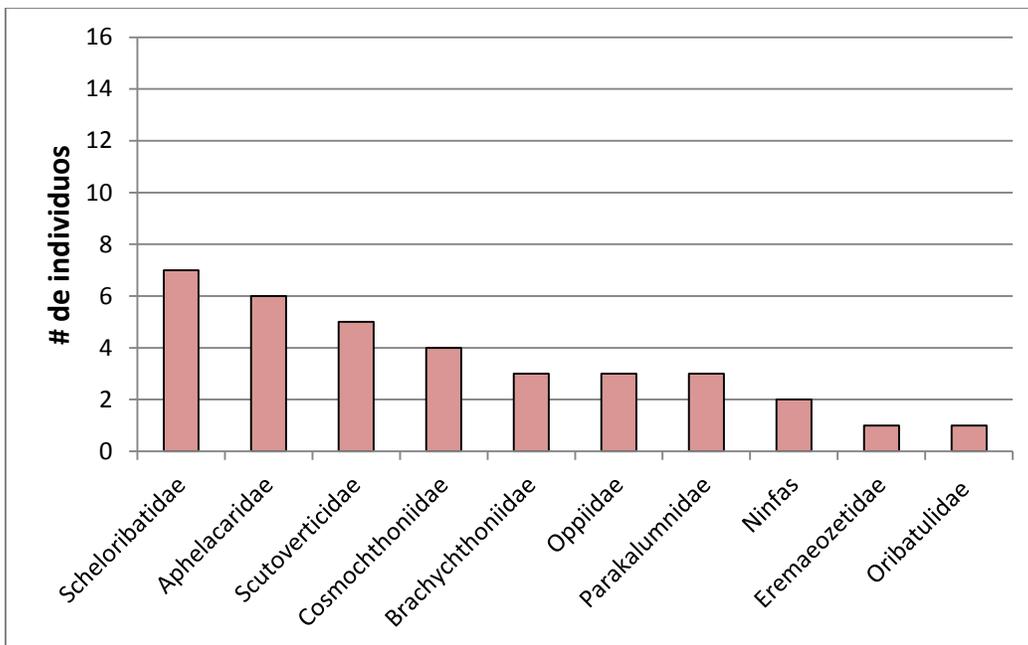


Figura 7. Distribución de familias de oribátidos en *Parkinsonia praecox*.

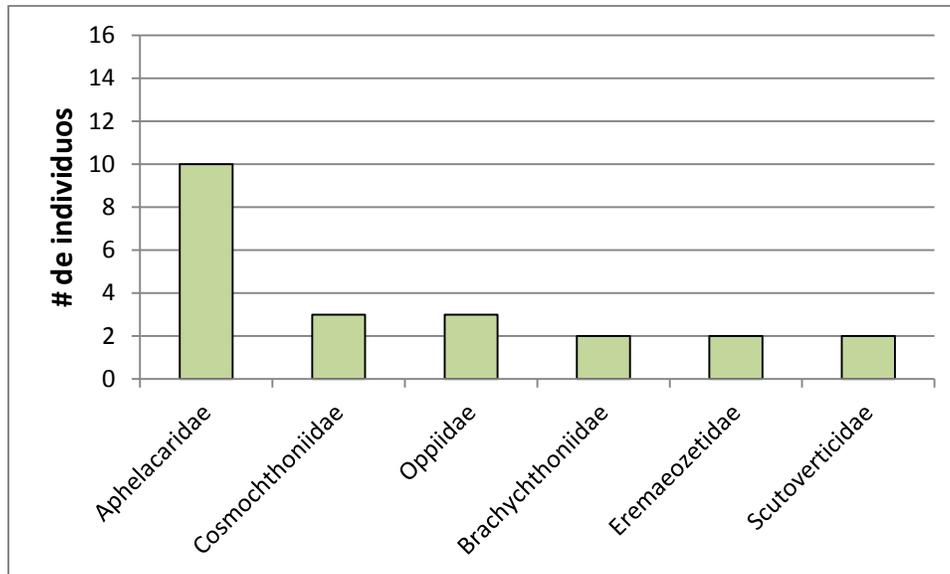


Figura 8. Distribución de familias de oribátidos en el suelo desnudo.

### Estructura trófica

La abundancia más alta de todos los grupos tróficos se encontró en *Prosopis laevigata* (Fig. 9). De las 13 familias encontradas, seis fueron microfitófagos obligados, que según Luxton (1976) consumen algas, hongos, líquenes y bacterias. Siete fueron depredadores facultativos, que también son microfitófagos pero que se alimentan además de polen, nemátodos, artrópodos y detritus. En cuanto a las ninfas, basado en los trabajos de Mitchell y Parkinson (1976) éstas son consumidores activos de bacterias y hongos.

El grupo más abundante fue el de microfitófagos obligados con 65 organismos: 30 en *Prosopis laevigata*, 18 en *Parkinsonia praecox* y 17 en el suelo desnudo. Por otra parte el grupo de los depredadores facultativos tuvo un total de 52 organismos: 32 en *Prosopis laevigata*, 15 en *Parkinsonia praecox*, y 5 en el suelo desnudo. Los microfitófagos corresponden a todas las ninfas y tuvieron un total de 14 organismos, la mayoría de ellos (12 organismos) se encontraron en *Prosopis laevigata*, y solo 2 en *Parkinsonia praecox*.

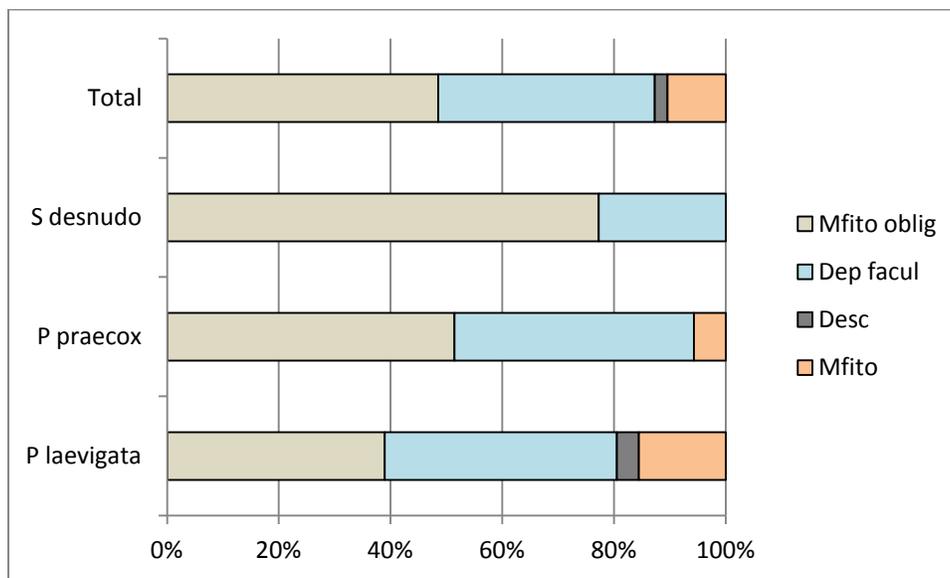


Figura 9. Estructura trófica de la comunidad de oribátidos en *Prosopis laevigata*, *Parkinsonia praecox* y suelo desnudo (Mfito oblig=microfitófago obligado, Dep facul=depredador facultativo, Desc=desconocido, Mfito=microfitófago).

### Otros ácaros

Además de los ácaros identificados, también se encontraron organismos correspondientes a las órdenes Prostigmata y Mesostigmata (fig. 11).

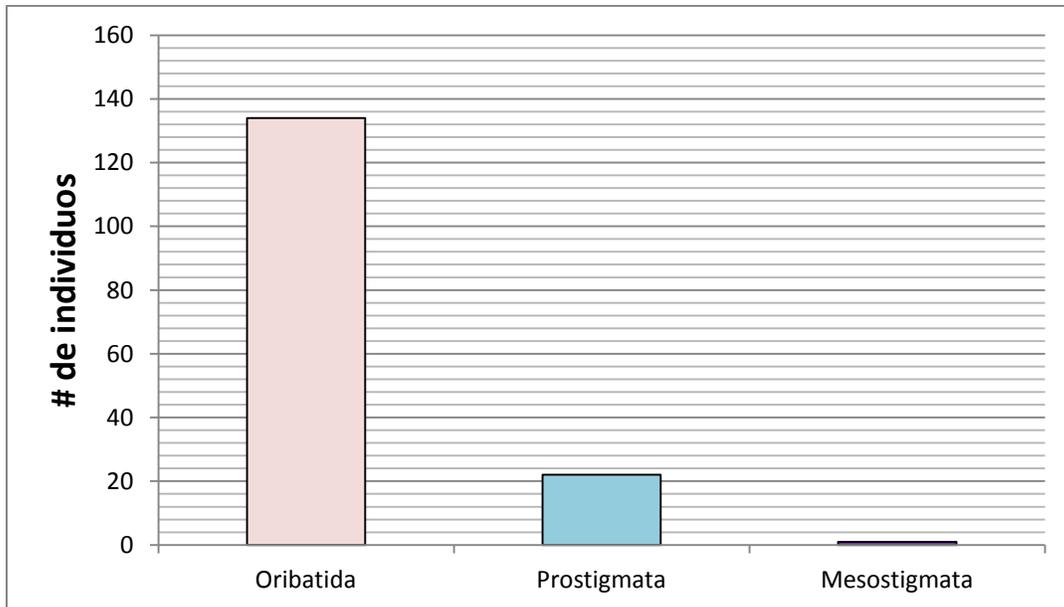


Figura 10. Abundancia total de las tres órdenes de ácaros reportados.

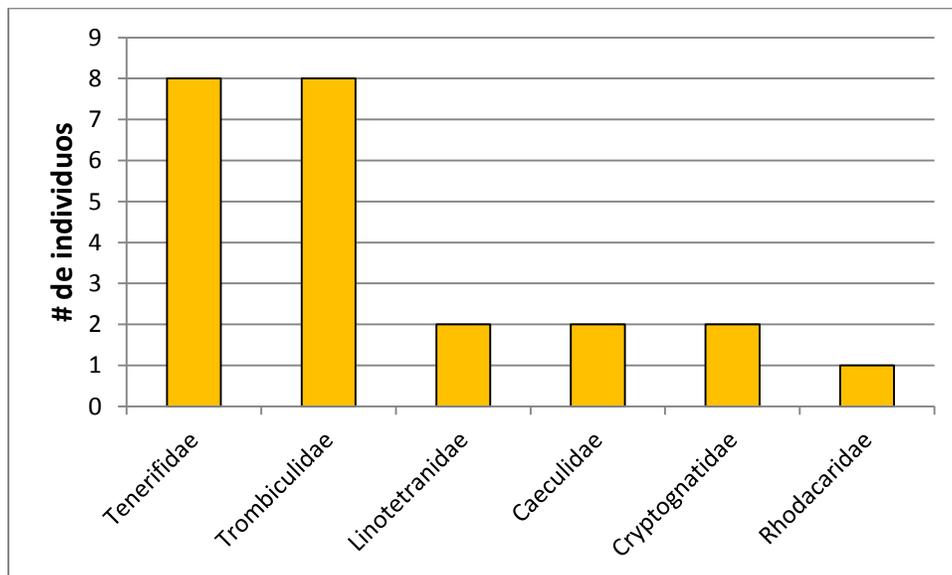


Figura 11. Abundancia de las familias de Prostigmata y Mesostigmata.

Hay un mayor número de organismos pertenecientes a las familias Tenerifidae y Trombiculidae, ambas del Orden Prostigmata. Solo una familia (Rhodacaridae) registró un organismo (fig. 11) perteneciente al Orden Mesostigmata.

## Índices ecológicos

### Índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ )

La diversidad fue muy similar tanto en *Prosopis laevigata* ( $H'=0.907$ ) como en *Parkinsonia praecox* ( $H'=0.905$ ) y disminuyó en el suelo desnudo ( $H'=0.766$ ).

### Índice de diversidad de Simpson.

De igual manera la diversidad fue similar en *Prosopis laevigata* ( $D=2.47$ ) y *Parkinsonia praecox* ( $D=2.23$ ), la diversidad fue menor en suelo desnudo ( $D=1.55$ ).

### Índice de similitud de Sørensen.

El porcentaje de similitud entre *Parkinsonia praecox* y suelo desnudo fue del 100%, en contra parte *Prosopis laevigata* no compartió información con los otros dos microambientes pues su porcentaje de similitud fue del 0% (fig. 12).

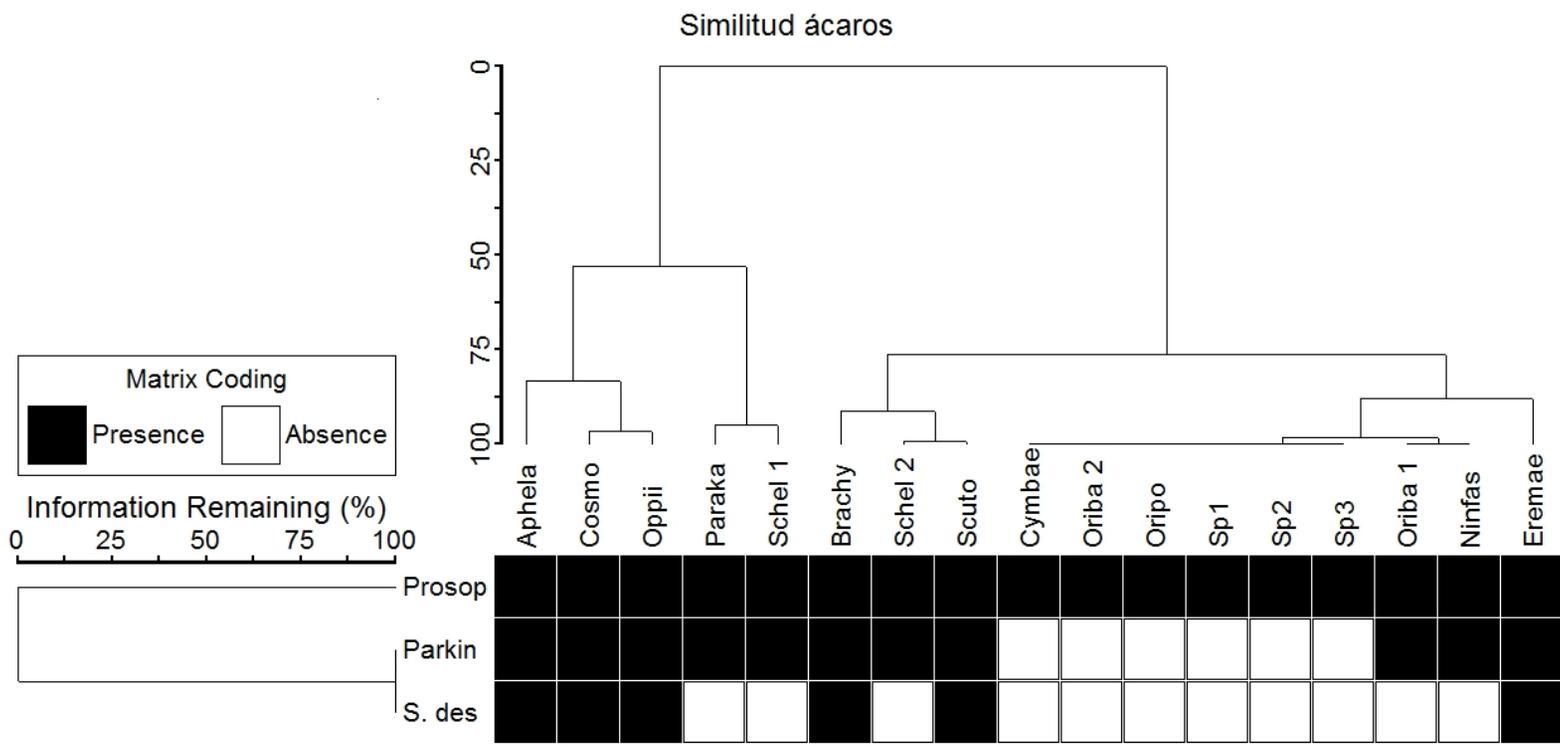


Figura 12. Dendrograma de las familias de Oribátidos presentes en los tres microambientes.

## DISCUSIÓN

Las altas temperaturas de la superficie de los suelos y las sequías constituyen condiciones estresantes para los organismos que habitan en zonas áridas (Noy-Meir, 1985). Además, existen factores limitantes en estos ambientes, que determinan la actividad, la abundancia y estructura de dichos organismos en el suelo y de todos los procesos que ahí se llevan a cabo (Rapport & Tschapek, 1967; Vannier, 1970; Whitford, 2002; Pen-Mouratov *et al.*, 2008) y se ha reportado que los oribátidos reaccionan a los gradientes de humedad (Wallwork, 1960; Madge, 1966; Metz, 1971).

Los valores registrados para la humedad en la zona de estudio fueron similares en *P. laevigata* y *P. praecox*, debido posiblemente a que los puntos de muestreo se encontraban bajo la protección de ambas plantas, lo cual no sucedió en el suelo desnudo ya que el valor de la humedad en este microambiente fue inferior a los dos anteriores. La humedad en el suelo bajo el dosel de *P. laevigata*, fue ligeramente superior en comparación con la humedad registrada en *P. praecox* (Fig. 4). Esto posiblemente se debe a la sombra que proyecta la planta sobre el suelo, además de la presencia constante de hojarasca que permite una mayor retención de humedad bajo las plantas. El dosel de las plantas puede ayudar a conservar la humedad y a facilitar el establecimiento de comunidades de microorganismos pues favorece la actividad fúngica en la hojarasca y disminuye las oscilaciones de temperatura durante el día. La temperatura del suelo desnudo puede fluctuar más de 25 °C, este factor ambiental (la planta como proveedora de sombra) está relacionado con la presencia o ausencia de microartrópodos, además influye en la estructura de la comunidad (riqueza específica y abundancia relativa) de los oribátidos por su efecto en la mejoría de las condiciones microclimáticas del suelo (Tian *et al.*, 1992; Badejo & Tian 1999).

Pavón y Briones (2001) enfatizan que la principal diferencia entre las dos leguminosas (*P. laevigata* y *P. praecox*) es su patrón de producción de hojas. *P. laevigata* exhibe un periodo marcado en la producción de hojas dos meses antes de la época de lluvias (Marzo-Abril) y mantiene sus hojas a lo largo del año. Por otro lado, *P. praecox* muda completamente de hojas al inicio de los meses secos y alcanza su producción de hojas durante la temporada húmeda.

Debido a estos patrones en la producción de biomasa y al desprendimiento gradual de las hojas, es posible una mayor presencia de oribátidos bajo el dosel de *P. laevigata*, pues que estos patrones permiten un constante suministro de alimento tanto para los oribátidos como para otros microartrópodos u otros grupos de organismos, sean nemátodos, líquenes, hongos, bacterias, etc. de los cuales los oribátidos se alimentan.

### Ácaros oribátidos

Se conoce a los ácaros como ingenieros del sistema del suelo, su importancia en el suelo es vital para el flujo de materia y energía, y por el papel que ocupan en su comunidad, afectan directamente a la biomasa, actividad y diversidad de la microflora alimentándose selectivamente de bacterias y hongos e indirectamente consumiendo la hojarasca, la diseminación de los propágulos microbianos y cambios en la disponibilidad de nutrientes. (Newell 1984; Ingham *et al.*, 1985; Visser 1985; Parkinson 1988; Cragg & Bardgett 2001).

Aunque hay controversia sobre las tendencias alimentarias de los oribátidos, existen investigaciones que marcan preferencias alimenticias por familias, las cuales se tomaron en cuenta para realizar el presente estudio. Entre estos trabajos está el de Neher *et al.*, (2009) que asignaron a cada familia de microartrópodos un grupo trófico basados en la literatura sobre conducta alimenticia.

En general, las familias de ácaros reportadas en este trabajo fueron microfitófagos, de manera similar a lo reportado en los trabajos de Neher *et al.*, (2009) y Villareal (2012). De forma particular, en el suelo bajo *P. laevigata* y *P. praecox* hubo porcentajes parecidos entre los ácaros microfitófagos y depredadores facultativos, debido posiblemente a que en el suelo bajo las plantas los microartrópodos encuentran mayor cantidad y diversidad de alimento o protección, factores que favorecen a su desarrollo. Sin embargo, en el suelo desnudo donde las condiciones son diferentes, el grupo dominante fue el de los microfitófagos obligados. Esto nos puede hablar sobre las diferencias en la estructura trófica particular de la comunidad de los ácaros y de la disponibilidad de alimento en cada una de los microambientes y sus preferencias alimenticias.

Existe una cierta similitud, a nivel general, entre la fauna de microartrópodos registradas en zonas áridas, de las regiones de América, Chile, África y Australia (Noble *et al.*, 1996). En el presente trabajo se reportó un total de 11 familias de las cuales 9 apoyan dichas observaciones. Por ejemplo, Aphelacaridae en Estrada *et al.*, (1988) fue reportada en el suelo bajo *Prosopis laevigata* y *Parkinsonia praecox*, al igual que Cosmochthoniidae y Oribatulidae, en el suelo bajo *Parkinsonia praecox*. Además, Aphelacaridae, Cosmochthoniidae y Oribatulidae también fueron descritas, junto con Brachychthoniidae, Cymbaeremaeidae, Oppiidae, Parakalummidae, Scheloribatidae, Scutoverticidae en estudios de zonas áridas como los de Neher *et al.*, (2009), Villareal (2012).

Sobre las familias dominantes en este estudio, Aphelacaridae es abundante en condiciones de suelos áridos (Villareal, 2012). Además, la misma autora reporta 4 familias de oribátidos en el matorral sarcocaula de Baja California Sur, y atribuyó la baja riqueza a la mínima cantidad de hojarasca en el matorral, que es principal fuente de alimento para los oribátidos. La otra familia, Scutoverticidae, está bien adaptada para sobrevivir bajo condiciones de sequía (estado quiescente y excreción vía depósitos de guanina cristalizada) (Smrz, 2002).

Se encontraron familias de ácaros reportadas en estudios anteriores realizados en el valle de Zapotitlán que no se encontraron en este estudio. Esta diferencia posiblemente se debe a la época del año en que se realizaron las colectas, a la intensidad del muestreo que permitiera el hallazgo de tal o cual familia de oribátidos, los años de diferencia entre estudios, aunado al grado de perturbación del suelo en los sitios de muestreo. En este estudio, el trabajo se realizó en una terraza degradada, donde las condiciones del suelo son diferentes a otros sitios de muestreo, aunque la región sea la misma.

Por otra parte, se encontraron varias familias de oribátidos que no habían sido registradas en el Valle, tales como Eremaezetidae, que ha sido descrita en regiones como la oriental, etíope, neotropical y oceánica. Palacios-Vargas (1994) en su catálogo de oribátidos menciona que esta familia se encuentra en México. Eremaezetidae es conocido por ser abundante en zonas áridas, además, habita en musgos, y hojarasca en bosques tropicales (Schatz, 2001). A la familia Oripodidae la han mencionado en la India, Asia tropical, Australia y Nueva Zelanda. En México esta descrita en Estado de México y Chiapas. Por último, la familia Scheloribatidae es descrita como cosmopolita, y ha sido reportada en los estados de Chihuahua, Estado de México, el Distrito Federal, Guerrero, Morelos, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán.

Existe información limitada sobre los hábitos alimenticios de las ninfas, aunque Mitchel y Parkinson (1976) reportan que los estadíos inmaduros se alimentan activamente de hongos, y son más abundantes en los estratos inferiores del suelo, donde se reportaron más micelios, mientras que los oribátidos adultos predominan en la hojarasca. Esto podría explicar el hallazgo de ninfas o estadíos inmaduros únicamente bajo el suelo de *P. laevigata* y *P. praecox*, donde pueden encontrar las condiciones adecuadas para su desarrollo hasta el estado adulto y su ausencia en suelo desnudo.

## Otros ácaros

Además de los oribátidos identificados, se encontraron ácaros pertenecientes a otros órdenes, aunque el objetivo de este trabajo fue trabajar con los organismos llamados comúnmente ácaros del suelo (Oribatida); Mesostigmata y Prostigmata son reportados en muchos tipos de suelo, en especial Prostigmata que es descrito como la fauna de microartrópodos dominante en suelos de zonas áridas y semiáridas (Noble et al., 1996; Shepherd *et al.*, 2002).

Estudios anteriores relacionados con ácaros en suelos áridos y semiáridos, tienen como resultado la dominancia de Prostigmata sobre Oribatida. Trabajos como el de Estrada *et al.*, (1988) que realizaron estudios en el Valle de Tehuacán, marcan esa tendencia, pues en todos sus puntos de muestreo hubo una dominancia de los prostigmados sobre los otros grupos de ácaros, entre ellos los oribátidos. Neher *et al.*, (2009) reportaron también mayor abundancia de Prostigmata sobre Oribatida en las costras biológicas de los desiertos de Colorado y Chihuahua. Ellos sugieren una combinación de hábitos y preferencias alimenticias en estos microambientes, pues la mayoría de los prostigmados se alimentan perforando y succionando el citoplasma de las plantas, hongos, bacterias y células microbianas, mientras que los oribátidos ingieren hojarasca y fuentes alimenticias de hongos y bacterias generalmente (Seasted, 1984). Sin embargo, los resultados obtenidos en este trabajo muestran una dominancia de Oribatida sobre Prostigmata (Fig. 10), esto es opuesto a lo registrado en otras zonas áridas, como el desierto de Chihuahua, o el mismo Valle de Zapotitlán, pero el objetivo del presente estudio fue entender los procesos de reestructuración de las comunidades de oribátidos que se desarrollan bajo el dosel de dos arbustos dominantes sobre una terraza degradada. Lo similar de este estudio con anteriores trabajos es la presencia de ciertas familias de prostigmados comunes en zonas áridas, tales como Caeculidae, Cryptognatidae, Linotetránidae, Tenerífidae y Trombiculidae y de la única familia de Mesostigmata, Rhodacaridae.

En este estudio, los resultados mostraron una correlación de la estructura trófica de los oribátidos con respecto a algunos procesos que están ocurriendo en el suelo, uno de los más importantes es la fragmentación de la hojarasca y su disposición para que otros organismos hagan uso de ella; otro es la depredación, al mantener a los microorganismos en un equilibrio poblacional. Además, la disponibilidad de recursos y las redes tróficas en cada microambiente influyen en riqueza específica y la abundancia de los organismos.

Por último, los ácaros oribátidos pueden ser indicadores biológicos de las condiciones de los dos arbustos dominantes en el Valle de Zapotitlán, sin embargo, habría que realizar estudios sobre cómo cambia la estructura de la comunidad en diferentes épocas, para realizar estimaciones sobre estas observaciones.

## CONCLUSION

La estructura de la comunidad de ácaros oribátidos, es diferente en los tres microambientes, dicha diferencia puede estar relacionada con los hábitos alimenticios de los ácaros y las características físicas bajo el dosel de las plantas. En *Prosopis laevigata* se encuentran los tres grupos tróficos descritos, además de una mayor riqueza y abundancia de los mismos, por lo que esta leguminosa brinda las condiciones adecuadas para el establecimiento de una comunidad de ácaros más diversa, que las que se pueden encontrar bajo el dosel de *P. praecox* y el suelo desnudo.

## **BIBLIOGRAFIA**

Aoki, J. 1964. A new aquatic oribatid mite from Kauai Island. *Pac. Ins* **6**: 483-488

Atlas, R. 1995 *Principles of Microbiology*. 1<sup>st</sup> Edition, Ed. Mosby-Year Book, Inc. USA. 887 pp.

Badejo, M. A., Tian, G. 1999. Abundance of soil mites under four agroforestry tree species with contrasting litter quality. *BiolFertil Soils* **30**: 107-112.

Balogh. 1986. *Oribatid genera of the world*. Akadémiai Kiado. Budapest. 180 pág. 71 plates.

Begon, M., Harper, J. L. & Townsend, C. R. 1987. *Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades*. Omega. Barcelona. 391-421.

Block, W. 1966. Seasonal fluctuations and distribution of mite populations on Moorlands soils, with a note on biomass. *J. Anim: Ecol* **35**: 487-503.

Brussaard, L. 1994. Interrelationship between biological activities, soil properties and soil management. *Soil BiolBiochem* **15**: 235-247.

Cheng, W. 2009. Rhizosphere priming effect: its functional relationship with microbial turnover, evapotranspiration, and C-N budgets. *Soil Biology and Biochemistry* **41**: 1795-1801.

Coleman, D. C. & Crossley, D. A. 1995. *Fundamentals of Soil Ecology*. 2<sup>nd</sup> edn. Elsevier. London.

Coleman, D. C; Crossley, D. A. & Hendrix, P. F. 2004. *Fundamentals of Soil Ecology*. Academic Press. San Diego. USA.

Cragg, R. G. & Bardgett, R. D. 2001. How changes in soil faunal diversity and composition within a trophic group influence decomposition processes. *Soil Biology and Biochemistry* **33**. 2073-2081.

Dalenius, P. 1962. Studies on the Oribatei (Acari) of the Torneträsk territory in Swedish Lapland. III. The vertical distribution of the moss mites. *Kungl. Fysiografiska Sällskapetets I Förhandlingar* **32**: 105-129.

Dávila, P., Arizmendi, M., Valiente-Banuet, A., Villaseñor, J. L., Casas A. & Lira, R. 2002. Biological diversity in Tehuacan-Cuicatlán Valley, México. *Biodiversity and Conservation* **11**:421-442.

Dindal, D. 1990. *Soil Biology Guide*. Wiley-Interscience. USA.

Estrada-Venegas, E. G., Sánchez, I. & Bassols, I. 1988. Ácaros del suelo de dos zonas del Valle de Tehuacán, Puebla, México. *Fol. Entomol. Méx* **76**: 225-236.

Estrada-Venegas, E. 2007. Ácaros Del suelo y su influencia en el proceso de descomposición. *Microbiología agrícola*. Trillas. México. 273-293.

Garbaye. J. 1991. Biological interactions in the mycorrhizosphere. *Experimentia* **47**. 370-375.

González-Lozano, E. 2005. Correlación de la riqueza de especies de amebas desnudas con los factores fisicoquímicos del suelo en una terraza degradada de la cuenca baja del río salado, Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Tesis de maestría en ciencias biológicas (biología ambiental). Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM.

Haarlov, N. 1960. *Microarthropods from Danish soils, ecology, phenology*. Andelsbog trykkeriet I Odense. 176 pp.

Hermosilla, W., Reca, A., Pujalte, J. Rubio, I. 1977. Efectos de la compactación del suelo sobre la fauna edáfica en campos pastoreados (Partido de Chascomús, Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Physis* **36**: 227-236.

Hill, S. B. 1992. Common as dirt. Our Subterrestrail aliens are nature's most efficient recyclers. *Context* **34**: 16-18.

Hoffman, A. 2000. Biodiversidad de los ácaros en México. CONABIO-UNAM. México.

Ingham, E.R; Trofymow, J.A; Ames, R.N; Hunt, H. W; Morley, C.R; Moore, J.C; Coleman, D. C. 1986. Trophic interactions and nitrogen cycling in a semi-arid grassland soil. II. System responses to removal of different groups of soil microbes or fauna. *J Appl Ecol* **23**:615– 630

Iraola, V. 2001. Introducción a los ácaros. II: Hábitats e importancia para el hombre. *Aracnet*, 7 Bol. S. E. A **28**: 141-146

Kevan, D.K.M. 1955. Beiträge zur Entomologie **5**:472-483.

Krantz, G. W. 1978. *A Manual of Acarology*. Department of Entomology. Oregon State University. Second Edition. USA.

Krantz, G. W. 2009. *A Manual of Acarology* Department of Entomology. Third edition. Texas Tech University Press. USA.

Killham, K. 1994. *Soil Ecology*. Cambridge University, Press. U.K. 1-3.

Lavelle, P. 1981. Faunal Activities and soil process: Adaptive strategies that determine ecosystems function. Transactions of the 15th World Congress of Soil Science, Acapulco, México.

Lavelle, P; Dangerfield, M; Fragoso, C; Eschenbrenner, V; Lopez-Hernandez, D; Pashanasi, B; and Bmssaard, L. 1994. The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. *The Biological Management of Tropical Soil* (eds. M.J. Swift and P. Wooster), John Wiley-Sayce, New York, pp. 137-169.

Lloret, L & Martínez-Romero, E. 2005. Evolución y filogenia de *Rhizobium*. *Revista Latinoamericana de Microbiología* **47** (1-2): 43-60.

López-Galindo, F., Muñoz-Iniesta, D., Hernández-Moreno, M., Soler-Aburto, A., Castillo-López, M. C. & Hernández-Alzate I. 2003. Análisis de resultados de la toposecuencia y su influencia en la distribución de la vegetación y la degradación del suelo en la subcuena de Zapotitlán, Salinas, Puebla. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. **56** 1: 19-41.

- López-Galindo, F., Muñoz, D., Hernández, M., Soler, A., Horta, G. 2007. Deterioro Ambiental En Zonas Áridas. FESI. UNAM. México. D.F.
- Luxton, M. 1976. Studies on the oribatid mites of a Danish Beechwood soils. I Nutritional biology. *Pedobiologia*, **12**: 434-463.
- Madge, D. S. 1966. The significance of the sensory physiology of oribatid mites in their natural environment. *Acarologia* **8**: 155-160.
- Mendez, L. I. 2005. Zonificación de la reserve de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán: un enfoque fitogeográfico. Tesis de doctorado en ciencias biológicas. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 115 pp.
- Metz, L. J. 1971. Vertical movement of Acarina under moisture gradients. *Pedobiologia* **11**: 262-268.
- Milton, S. J., Dean, W. R. J. 1995. How useful is the key stone species concept, and can it be applied to *Acacia eriolaba* in the Klahari Desert? *Z Okologie Naturschutz* **4** : 147-156.
- Mitchell, M. J. & Parkinson, D. 1976. Fungal feeding of oribatid mites (Acari: Cryptostigmata) in an aspen woodland soil. *Ecology* **37**: 302-312.
- Moldenke, A.R., Baumeister, N., Estrada-Venegas, E. & Wernz, J. 1994. Linkages between soil biodiversity and above-ground plant performance. XV World Congress of Soil Science, Acapulco, México. 186-204.
- Montaño-Arias, N., García-Sánchez, R., Ochoa-de la Rosa, G., Monroy-ata, A. 2006. Relación entre la vegetación arbustiva, el mezquite y el suelo de un ecosistema semiárido en México. *TERRA latinoamericana*. **24**: 193-205.
- Moreno, J. 1985. Análisis de la variación estacional de los ácaros del suelo en la comunidad de bosque de *Pinus hartwegii* Lind. del Volcán Popocatepetl en el Estado de México. Tesis. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México, D. F. 149 pp.

Neher, D. A., Lewins, S. A., Weicht, T. R., Darby, B. J. 2009. Microarthropod communities associated with biological soil crust in the Colorado Plateau and Chihuahuan deserts. *Journal of Arid Environments* **73**: 672-677.

Newell, K. 1984. Interactions between two decomposer basidiomycetes and a collembolan under Sitka spruce: grazing and its potential effects on fungal distribution and litter decomposition. *Soil Biol Biochem* **16**:235–239

Noble, J. C; Whitford, W. G & Kaliszewski, M. 1996. Soil an litter microarthropod populations from two contrasting ecosystems in semi-arid eastern Australia. *Journal of Arid Environments* **32**: 329-346.

Norton, R. A. 1990. Acarina. Oribatida. In: Dindal (1990). *Soil biology guide*, Wiley. Interscience Publication, Nueva York. 779-803.

Norton, R. A. 1994. Evolutionary aspects of oribatid mites life histories and consequences for the origin of the Astigmata In: M. A. Houck (ed.) *Mites: Ecological and evolutionary analyses of life-history patterns*: Chapman Hall, Nueva York. 99-135.

Noy-Meir, I. 1985 .Desert ecosystem structure and function. In: Evenari, M Noy-Meir, I. Goodall, D. W. (eds). *Hot Desert and Arid Shrub-lands.Ecosystems of the World*. Elsevier, Amsterdam. 93-104.

Nyte, C B. 1990. *The Nature and Properties of soil*.10 Ed. May Millán. 281-285.

Palacios-Vargas, J. 1994. Los Ácaros Oribátidos de México. *Anales del instituto de Biología. Serie Zoología* **65**: 19-32.

Palacios-Vargas, J. & Morales-Malacara, J. 1982. Biocenosis de algunas cuevas de Morelos. *Mem. Bioespéologie* **10**:163-169.

Parkinson, D. (1988) Linkages between resource availability, microorganisms and soil invertebrates. *Agric Ecosyst Environ* **24**:21–32.

- Pavón, N. & Briones, O. 2001. Phenological patterns of nine perennial plants in an intertropical semi-arid Mexican scrub. *Journal of Arid Environments* **49**: 265-277
- Pen-Mouratov, S., He, X. L., Steinberg, Y. 2004. Spatial distribution and trophic diversity of nematode populations under *Acacia raddiana* along a temperature gradient in the Negev Desert ecosystem. *J. Arid Environ* **56**: 339-355.
- Pen-Mouratov, S., Rodriguez-Zaragoza, S & Steinberger, Y. 2008. The effect of *Cercidium praecox* and *Prosopis laevigata* on vertical distribution of soil free-living nematode communities in the Tehuacan desert, México. *Ecology Research* **23**: 973-982
- Perroni-Ventura, Y., Montaña, C. & Garcia-Oliva, F. 2006. Relationship between soil nutrient availability and plant species richness in a tropical semi-arid environment. *Journal of Vegetation. Science* **17**: 719-728.
- Quang, V. M. & T. T. Nguyen, 2000. Microarthropod community structures (Oribatei and Collembola) in Tam Dao National Park, Vietnam **1**:379-386.
- Rapport, E. H. & M. Tschapek. 1967. Soil water and soil fauna. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol* **4**: 1-58.
- Reeves, R. M. 1969. Seasonal distribution of some forestall soil oribatei. In: Evans, G. O. (ed) *Proceeding of the 2<sup>nd</sup> International Congress Of Acarology* **2**: 23-30. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Reichle, D. E. 1977. "The role of soil invertebrates in nutrient cycling", en Lohm y Person (ed.), *Soil Organism as Components of Ecosystems, Proceedings, and International Coll. Soil Zool., Ecological Bulletin* **8**: 145-156.
- Rivera-Aguilar, V., Montesano, G., Rodriguez-Zaragoza, S. & Duran-Diaz, A. 2006. Distribution and composition of cyanobacteria, mosses and lichens of the biological soil crust of the Tehuacán Valley, Puebla, México. *Journal of arid environments* **67**: 208-225.

Rodriguez-Zaragoza, S. 1994. Ecology of free-living amoebae. *Critical Review Microbiology* **20**: 225-241.

Rohner, C. & Ward, D. 1999. Large mammalian herbivores and the conservation of arid Acacia stands in the Middle East. *Conserv Biol.* **13**: 1162-1171.

Rzedowsky, J. 1981. *Vegetación de México*. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (I.P.N.). Limusa. 1ra reimpression. México. 430 pp.

Shaw, C. H., H. Lundkvist, A. R. Moldenke & J.R. Boyle.1991. "The Relationships of soil fauna to long-term forest productivity in temperate Dyck y C.A. Mees (eds.), Long Term Fields Trials to Asses Environmental Impacts of Harvesting, Proceeings IEA/BE/ T6/A6 Workshop, Florida, IEA/BE/ T6/A6 Report núm. 5, Forest Research Institute, Rotorua, Nueva Zelanda, FRI Bulletin **161**: 39-77.

Schatz, H. 2001. Die Oribatiden literatur und die beschriebenen Oribatidenarten (1758-2001)-Eine Analyse. *Abh Ber Natkdmus Görlitz* **74**: 37-45.

Schaeffer, S. M. & Evans, R. D. 2005. Pulse additions of soil carbon and nitrogen affect soil nitrogen dynamics in an arid Colorado Plateau shrubland. *Oecologia* **145**: 425-433.

Schlesinger, W. H., Reynolds, J. F., Cunningham, G. L., Huenneke, L. F., Jarell, W. M., Virginia, R. A. & Whitfort, W. G. 1990. Biological feedbacks in global desertification. *Science* **247**: 1043-1048.

Seastedt, T. R. 1984. The role of microarthropods on decomposition and mineralization processes. *Annual Review of Entomology* **29**: 25-46.

Shepherd, U. L., Brantley, S. L. & Tarleton, C. A., 2002. Species richness and abundance patterns of microarthropods on cryptobiotic crust in a pinon-juniper habitat: a call for greater knowledge. *Journal of arid Environments* **52**, 349-360.

Silva, S., Mackay, W. & Whitford, W. 1987. The relative contributions of termites and microarthropods to fluff grass litter disappearance in the Chihuahuan Desert.

Smrz, J. 2002. Microanatomical and microbiological characteristics of the quiescent state of *Scutovertex minimus* (Acari: Oribatida). *Exp Appl Acarol.* **27**: 103-112.

Tamnhane, R. V. 1978. Suelos: Su química y fertilidad en zonas tropicales. DIANA, México. 483 pp.

Tian, G; Kang, B. T; Brussard, L. 1992. Biological effects of plants residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions-descomposition and nutrient release. *Soil Biol Biochem.* **24**: 1051-1060.

Vannier, G. 1970. Reactions des microarthropodes aux variations de l'etathydrique du sol. Recherche cooperative sue prugramme de C. N. R. S. N° 40. Pages 23-258 in Editions du centre National de la Recherche Scientifique, Paris, France.

Vázquez, M. 1998. Catálogo de los ácaros oribátidos de Quintana Roo, México. Conabio-UQROO, 128 pp.

Velázquez, I., Porras, A. & Touron, L. 2008. Estrategia de desarrollo sustentable para generar alimento y empleo: el gusano cuchamá en Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. *Argumentos (México, D.F.)* ISSN 0187-5795. **21** (56) 6pp.

Vergara, H. C. 1997. Abejas y cactáceas en el Valle de Zapotitlán, Salinas. Instituto de Investigación y postgrado/departamento de química y biología. Universidad de las Américas, Puebla.

Villareal, J. 2012. Comunidad de microartrópodos en relación con costras biológicas de suelo de matorral sarcocaula en Baja California Sur. Tesis de licenciatura. UAM Xochimilco. México, D.F.

Villaseñor, J., Dávila, P. & Chiang, F. 1990. Fitogeografía del valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **50**:135-149.

Visser, S. 1985. Role of the soil invertebrates in determining the composition of soil microbial communities. A. H. Fitter (ed.), *ecological interactions in soil: plants microbes and animals*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, England.

Wallwork, J. A. 1960. Observations on the behavior of some oribatid mites in experimentally controlled temperature gradients. Proceedings of the Zoological Society of London **135**: 619-629.

Wallwork, J. A. 1969. The zoogeography of antartic Cryptostigmata. Proc. 2en Int. Congr. Acarol., 17-20.

Wallwork, J. A. 1971. Ácaros. In. Burges, A. F. Raw. Biología del suelo, Barcelona, 426-461.

Wallwork, J. A. 1976. The distribution and Diversity of soil fauna. Academic Press. London.

Wallwork, J. A. 1983. Oribatid in forest ecosystems. Annu Rev Entomol. **28**: 109-130

Whitford, W. G. 2002. Ecology of desert systems. Academic Press. New York. 343 pp.

Woolley, T. 1960. Some interesting aspects of oribatid ecology (Acarina). A. Entomol. Soc. America **53**: 251-253.

Zyromska-Rudzka, H. 1977. Changes in oribatid mite community after chemical fertilizer application in a meadow. Ecol. Bull. (Stockholm) **25**: 133-137.

## ANEXO I

### Agente aclarante (lactofenol)

Ácido láctico – 50 partes

Fenol cristalizado – 25 partes

Agua destilada – 25 partes.

### Medio de montaje (medio de Hoyer)

Agua destilada – 50 ml

Goma arábica – 30 g

Hidrato de cloral – 200 g

Glicerina – 20 ml

## ANEXO II

Algunas familias de ácaros identificadas



Oribatulidae



Oripodidae



Cosmochthoniidae



Brachychthoniidae



Parakalumnidae



Scutoverticidae



Scheloribatidae

Otros ácaros



Cryptognatidae



Tenneriffidae



Caeculidae



Rhodacaridae

Ninfas



