



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS

**ALGUNOS ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LOS
ÁCAROS DEL SUELO DE LA CUENCA DEL RÍO
ESTÓRAX, QRO.**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS (BIOLOGÍA)

P R E S E N T A:

ISABEL SÁNCHEZ ROCHA

**TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: DR. JOSÉ GUADALUPE PALACIOS VARGAS
FACULTAD DE CIENCIAS**

MÉXICO, D. F. AGOSTO, 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

Dedico este trabajo a la memoria de la Dra. Isabel Bassols Batalla†, quién me introdujo en el maravilloso estudio de los ácaros del suelo.

Agradezco a mi director de tesis, Dr. José Guadalupe Palacios Vargas, por su apoyo para culminar este trabajo, además de compartir su gran experiencia sobre los ácaros, por toda su paciencia, comprensión y atención a lo largo del desarrollo del presente trabajo. También reconozco la ayuda del jurado revisor, Dra. Tila María Pérez Ortiz, Dr. Zenón Cano Santana, Dra. Blanca Estela Mejía Recamier, Dra. Edith Guadalupe Estrada Venegas y Dra. Alicia Callejas Chavero, por las grandes aportaciones que hicieron a este trabajo, con el fin de mejorar su contenido.

La Dra. Gabriela Castaño Meneses colaboró en el análisis estadístico, la revisión del manuscrito, teniendo siempre disponibilidad y amable atención en cualquier momento que se le consultaba. El M. en C. Ricardo Iglesias, hizo importantes observaciones en la revisión de este estudio y mantuvo desinteresado empeño por el desarrollo del mismo.

El Dr. Hugo Mejía Madrid, revisó meticulosamente la traducción del resumen de la tesis, María Razo González colaboró en la elaboración de mapas del estado de Querétaro y la Biól. Jaramar Villarreal Rosas, hizo la revisión del manuscrito preliminar de este trabajo y nos dio sus acertadas observaciones con la experiencia de haber trabajado con ácaros de zonas áridas.

La realización de la mayor parte de este trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Acarología “Dra. Isabel Bassols Batalla” de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, donde se me otorgaron todas las facilidades para la realización de esta investigación, así como también la unión de sus integrantes. El personal del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos de la Facultad de Ciencias, UNAM me brindó su apoyo para la culminación de este trabajo.

Dedicatorias

En primer lugar, quiero dedicar este trabajo a mis padres Carlota Rocha Martínez† y Pedro Sánchez Malvaez†, que siempre me impulsaron y apoyaron en todo y confiaron en mí, para lograr mi superación académica, muchas gracias, por todo su amor, ejemplo, dedicación y paciencia cuando más se requirió.

A mis hijos, Samy y Pepe, son por parte importante de mi vida.

A mis nietecitos, María José e Iker, por ser la alegría de todos los días, de mi vida.

A mis hermanos y hermanas, Javier, Pedro, Carlos, Teresa, Rosalio†, Jacinta, Modesto, Enrique, María Eugenia y Juan; así como también a mis sobrinos, sobrinas y demás familiares, por todo su apoyo para la culminación de este trabajo.

A Andrea y Roberto, por ser parte de mi familia.

A todas las personas que de alguna manera contribuyeron a este logro académico.

Índice

| | |
|---|----|
| Resumen..... | 1 |
| Abstract..... | 2 |
| I. Introducción..... | 3 |
| 1.1. El suelo..... | 3 |
| 1.2. Ácaros del suelo..... | 5 |
| 1.3. Papel ecológico de los ácaros en el suelo..... | 6 |
| 1.4. Ácaros del suelo en el ambiente árido..... | 8 |
| 1.5. Regiones áridas y semiáridas en México..... | 11 |
| 1.6. Ecología de comunidades de ácaros..... | 12 |
| II. Justificación..... | 15 |
| III. Objetivos..... | 16 |
| 3.1. General..... | 16 |
| 3.2. Particulares..... | 16 |
| IV. Zona de estudio..... | 17 |
| 4.1. Localización..... | 17 |
| 4.2. Fisiografía..... | 18 |
| 4.3. Geología..... | 19 |
| 4.4. Hidrografía..... | 19 |
| 4.5. Suelos..... | 19 |
| 4.6. Clima..... | 20 |
| 4.7. Flora y vegetación..... | 22 |
| V. Material y métodos..... | 25 |

| | |
|---|----|
| 5.1. Selección de sitios..... | 25 |
| 5.2. Muestreo..... | 28 |
| 5.3. Extracción e identificación de ácaros..... | 28 |
| 5.4. Análisis físicos y químicos del suelo..... | 31 |
| 5.5. Identificación de material vegetal..... | 31 |
| 5.6. Análisis de datos..... | 31 |
| VI. Resultados..... | 34 |
| 6.1. Riqueza y composición..... | 34 |
| 6.2. Abundancia relativa y densidad..... | 40 |
| 6.3. Coeficiente de frecuencia..... | 42 |
| 6.4. Diversidad de especies..... | 42 |
| 6.5. Distribución espacial..... | 46 |
| 6.6. Distribución temporal..... | 51 |
| 6.7. Rasgos ambientales..... | 56 |
| 6.8. Análisis de regresión..... | 57 |
| 6.9. Análisis estadísticos..... | 58 |
| VII. Discusión..... | 61 |
| 7.1. Acarofauna edáfica y adaptaciones a la vida en suelos áridos..... | 61 |
| 7.2. Composición de la acarofauna edáfica en la cuenca del Río Estórax y su relación con otras zonas áridas..... | 61 |
| 7.3. Diversidad de especies..... | 67 |
| 7.4. Relación de la acarofauna y los parámetros ambientales..... | 68 |
| VIII. Conclusiones..... | 69 |
| Literatura citada..... | 71 |

Índice de figuras

| No. | | Pág. |
|-----|---|------|
| 1 | Localización del área de estudio en el estado de Querétaro. Municipios de Cadereyta de Montes (F), Tolimán (H) y Peñamiller (G). Los demás municipios son: Arroyo seco (A), Jalpan (B), Amoles (C), Landa de Matamoros (D), San Joaquín (E), Ezequiel Montes (I), Colón (J), el Márquez (K), Querétaro (L), Corregidora (M), Huimilpan (N), Pedro Moreno (O), Tequisquiapan (P), San Joaquín del Río (Q) y Amealco (Tomada de Zamudio, 1984). | 17 |
| 2 | Ubicación de los sitios de estudio en el estado de Querétaro. | 25 |
| 3 | Matorral rosetófilo de <i>Fouquieria-Acacia</i> (MR). | 27 |
| 4 | Matorral micrófilo de <i>Prosopis-Myrtillocactus</i> (MMP). | 27 |
| 5 | Matorral de transición de <i>Hechthia-Acacia</i> (MT). | 27 |
| 6 | Matorral micrófilo de <i>Larrea-Acacia</i> (MML). | 27 |
| 7 | Matorral crasicaule de <i>Stenocereus</i> (MC). | 27 |
| 8 | Número de familias, géneros y especies de los Subórdenes de Acari en la cuenca del Río Estórax, Qro. | 40 |
| 9 | Abundancia relativa de los subórdenes de Acari. N= 3012. | 41 |
| 10 | Densidad promedio de los subórdenes de Acari. N=100. | 42 |
| 11 | Abundancia relativa de los diferentes grupos de ácaros en MR: matorral rosétofilo de <i>Fouqueiria-Acacia</i> ; MMP: matorral micrófilo de <i>Prosopis-myrttillocactus</i> ; MT: matorral de transición de <i>Hechthia-Acacia</i> ; MML: matorral micrófilo de <i>Larrea-Acacia</i> ; MC: matorral crasicaule de <i>Stenocereus</i> de la cuenca del Río Estórax, Qro. | 48 |
| 12 | Distribución temporal de la densidad total y de los grupos de ácaros. | 52 |
| 13 | Variación temporal de la densidad poblacional de las especies dominantes de Prostigmata. | 54 |
| 14 | Variación temporal de la densidad poblacional de las especies dominantes de Cryptostigmata. | 55 |
| 15 | Variación temporal de la densidad de las especies comunes de Mesostigmata. | 56 |
| 16 | Comparación de la abundancia entre MR: matorral rosétofilo de <i>Fouquieria-Acacia</i> ; MMP: matorral micrófilo de <i>Prosopis-Myrtillocactus</i> ; MT: matorral de transición de <i>Hechthia-Acacia</i> ; MML: matorral micrófilo de <i>Larrea-Acacia</i> ; MC: matorral crasicaule de <i>Stenocereus</i> . Las distintas letras denotan diferencias significativas con $p<0.05$ (Prueba de Tuckey). | 60 |

Índice de Cuadros

| No. | | Pág. |
|-----|--|------|
| 1 | Caracterización de los sitios de estudio en la cuenca del río Estórax, Qro. | 26 |
| 2 | Material bibliográfico utilizado para la identificación de los ácaros del suelo árido de la cuenca del Río Estórax, Qro. | 29 |
| 3 | Lista taxonómica de familias y géneros de ácaros del suelo de la cuenca del Río Estórax, Qro. (^H Hoffmann y López-Campos, 2000; *Reportado por Rojas; (1986); +Reportado por Pastrana-Ruiz, (2009); °Nuevo registro para México; ^Q Nuevo registro para Querétaro). | 34 |
| 4 | Abundancia, riqueza, índices de diversidad, similitud y equitatividad de los ácaros edáficos asociados a MR: matorral rosétofilo de <i>Fouquieria-Acacia</i> ; MMP: matorral micrófilo de <i>Prosopis-myrttillocactus</i> ; MT: matorral de transición de <i>Hechthia-Acacia</i> ; MML: matorral micrófilo de <i>Larrea-Acacia</i> ; MC: matorral crasicaule de <i>Stenocereus</i> en la cuenca del Río Estórax, Qro. (Datos agrupados de octubre de 1992 a agosto de 1993). | 43 |
| 5 | Prueba de t ($p < 0.05$) para la comunidad de ácaros en MR: matorral rosétofilo de <i>Fouquieria-Acacia</i> ; MMP: matorral micrófilo de <i>Prosopis-Myrttillocactus</i> ; MT: matorral de transición de <i>Hechthia-Acacia</i> ; MML: matorral micrófilo de <i>Larrea-Acacia</i> ; MC: matorral crasicaule de <i>Stenocereus</i> de la cuenca del Río Estórax, Qro. (Estadísticamente significativo* y no significativo**). | 43 |
| 6 | Coeficiente de similitud de Sörensen entre MR: matorral rosétofilo de <i>Fouquieria-Acacia</i> ; MMP: matorral micrófilo de <i>Prosopis-myrttillocactus</i> ; MT: matorral de transición de <i>Hechthia-Acacia</i> ; MML: matorral micrófilo de <i>Larrea-Acacia</i> ; MC: matorral crasicaule de <i>Stenocereus</i> . | 45 |
| 7 | Riqueza (S) y abundancia (N) de los taxa encontrados en MR: matorral rosétofilo de <i>Fouquieria-Acacia</i> ; MMP: matorral micrófilo de <i>Prosopis-myrttillocactus</i> ; MT: matorral de transición de <i>Hechthia-Acacia</i> ; MML: matorral micrófilo de <i>Larrea-Acacia</i> ; MC: matorral crasicaule de <i>Stenocereus</i> de acuerdo con el hábito alimentario en los que fueron clasificados. | 46 |
| 8 | Abundancia de cada especie dominante de ácaro Prostigmata y Cryptostigmata en MR: matorral rosétofilo de <i>Fouquieria-Acacia</i> ; MMP: matorral micrófilo de <i>Prosopis-myrttillocactus</i> ; MT: matorral de transición de <i>Hechthia-Acacia</i> ; MML: matorral micrófilo de <i>Larrea-Acacia</i> ; MC: matorral crasicaule de <i>Stenocereus</i> . | 51 |
| 9 | Valores de pH, materia orgánica, textura del suelo y plantas dominantes de MRFA: matorral rosétofilo de <i>Fouquieria-Acacia</i> ; MMPM: matorral micrófilo de <i>Prosopis-Myrttillocactus</i> ; MT: matorral de transición de <i>Hechthia-Acacia</i> ; MML: matorral micrófilo de <i>Larrea-Acacia</i> ; MC: matorral crasicaule de <i>Stenocereus</i> . (*e.e.=error estándar; N=20). | 57 |

- 10 Resultados de la Regresión Múltiple de la abundancia total de ácaros y los Subórdenes de ácaros. (g.l.=2,97). 58
- 11 Prueba de ANOVA de dos vías entre el tipo de matorral y la época de muestreo con la abundancia de ácaros. 59

Índice de Apéndices

| No. | | Pág. |
|-----|---|------|
| 1 | Abundancias absoluta, relativa, densidad y frecuencia de los taxa de ácaros del suelo de la cuenca del río Estórax. Qro. | 85 |
| 2 | Distribución espacial de la abundancia absoluta de las especies de ácaros en la cuenca del Río Estórax, Qro. MR: matorral rosétofilo de <i>Fouquieria-Acacia</i> ; MMP: matorral micrófilo de <i>Prosopis-Myrtillocactus</i> ; MT: matorral de transición de <i>Hechthia-Acacia</i> ; MML: matorral micrófilo de <i>Larrea-Acacia</i> ; MC: matorral crasicaule de <i>Stenocereus</i> . | 89 |
| 3 | Distribución temporal de la densidad poblacional de las especies de ácaros en la cuenca del río Estórax, Qro. | 94 |

RESUMEN

Uno de los principales tipos de vegetación en México es el que corresponde a matorral xerófilo, entre el 55 al 82 % de su territorio está ocupado por áreas áridas y semiáridas, en las que se han realizados estudios, principalmente sobre vegetación. En el centro del país, el estado de Querétaro cuenta con una zona árida que comprende una superficie de casi 1,269 km², que incluye a la cuenca del Río Estórax. En este trabajo se abordaron aspectos de taxonomía y ecología de los ácaros del suelo en cinco sitios con diferentes asociaciones vegetales de matorral xerófilo con distintos tipos de suelo y altitud, durante cuatro muestreos (octubre 1992, enero, mayo y agosto de 1993). Se recolectaron 100 muestras de suelo de 0.5 dm³ de volumen. Los ácaros se extrajeron del suelo con el embudo de Berlese-Tullgren. También se estudió la distribución espacial y temporal de las poblaciones de ácaros en los cinco sitios. La comunidad de ácaros del suelo de la cuenca del río Estórax está compuesta por 69 familias, 118 géneros y 126 especies, de las cuales 61 familias, 114 géneros y 120 especies son nuevos registros para el estado de Querétaro. Tres familias, 26 géneros y 26 especies constituyen nuevos registros para el país. Se registraron 3012 ácaros de los grupos Mesostigmata, Prostigmata, Astigmata y Cryptostigmata. Los ácaros Prostigmata estuvieron bien representados tanto por la riqueza (31 familias, 65 géneros y 70 especies) como por abundancia (64%). Las familias más abundantes fueron Nanorchestidae (16%), Tydeidae (12%), y Linotetránidae (9%), todos prostigmados y Aphelacaridae (10%) de Cryptostigmata. El género más abundante fue el prostigmata, *Speleorchestes* (16%). *Aphelacarus* sp. resultó ser la especie más común (10%) y fundamental de este estudio. *Tydeus* sp. destacó en el matorral rosetófilo de *Fouqueiria-Acacia* (MR) y en el matorral de transición de *Hechthia-Acacia* (MT), *Aphelacarus* sp. en el matorral micrófilo de *Prosopis-Myrtillocactus* (MMP) y en el matorral micrófilo de *Larrea-Acacia* (MML), y *Linotetránus* sp. en el matorral crasicale de *Stenocereus* (MC). El matorral MR fue el que contribuyó más en la abundancia y en riqueza específica de este estudio. El muestreo de enero 1993 presentó la mayor abundancia de especies (878 organismos) en cambio el de mayor riqueza de especies fue el de octubre 1992. *Aphelacarus* sp. fue el ácaro más común del muestreo de octubre 1992, mayo y de agosto de 1993, en cambio *Tydeus* sp. fue para el de enero 1993. Se encontró un efecto significativo del tipo de sitio ($F_{4,92} = 4.8$; $p < 0.05$), pero no de la época de muestreo sobre la abundancia de ácaros ($F_{3,92} = 0.76$; $p > 0.05$). La semejanza faunística resultó ser más alta entre MRy MMP. Los ácaros depredadores facultativos fueron los más abundantes. Este es el primer estudio que proporciona información de taxonomía y algunos aspectos ecológicos de los ácaros edáficos de la cuenca del Río Estórax en Querétaro.

Palabras clave: ácaros del suelo, matorral, cuenca del Río Estórax.

ABSTRACT

One of the major vegetation types in Mexico is the one corresponding to desert scrub, between 55 to 82% of its territory is occupied by arid and semi-arid areas, where studies have been performed mainly on vegetation. In the center of the country, the state of Queretaro has an arid zone comprising an area of nearly 1,269 km² where is the Estórax River Basin. In this paper aspects of taxonomy and ecology of soil mites were addressed in five different sites of desert scrub vegetation associations with different types of soil and altitude for four samplings (October 1992, January, May and August 1993). Mites were extracted from the soil with the Berlese funnel-Tullgren. We worked with 100 soil samples from a sampling unit of 0.5 dm³. The spatial and temporal distributions of mite populations in the five localities were also studied. The community of soil mites Estórax River basin, is composed of 69 families, 118 genera and 126 species, of which 61 families, 114 genera and 120 species are new records for the state of Querétaro. Three families, 26 genera and 26 species are new records for the country. A total of 3012 mites from Mesostigmata, Prostigmata, Cryptostigmata and Astigmata groups were collected. The Prostigmata mites were well represented both in diversity (31 families, 65 genera and 70 species) and abundance (64%). The most abundant were Nanorchestidae (16 %), Tydeidae (12 %) and Linotetranidae (9%) all are Prostigmata and Aphelacaridae (10%) of Cryptostigmata. The most abundant genus was the Prostigmata, *Speleorchestes* (16%) and the most common species was *Aphelacarus* sp. (10%) which proved to be essential in this study. *Tydeus* sp. highlighted in the scrub rosetophyllous of *Fouqueiria-Acacia* (MR) and the scrub transition of *Hechthia-Acacia* (MT), *Aphelacarus* sp. in the scrub microphyllous of *Prosopis-Myrtillocactus* (MMP) and the scrub microphyllous of *Larrea-Acacia* (MML), and *Linotetranus* sp. in the scrub crasicaule of *Stenocereus* (MC). The MR contributed with the greatest abundance of mites and greatest species richness in this study. Sampling of January 1993 had the highest abundance (878 organisms) instead the highest species richness was october 1992. *Aphelacarus* sp. was the most common mite in the sampling in october 1992, may and august 1993, however *Tydeus* sp. was for january 1993. A significant effect of the locality ($F_{3,92}=0.76$; $p < 0.05$), but no of sampling time on the abundance of mites ($p > 0.05$). The faunal similarity was found to be highest of the MR with the MML. Facultative predatory mites were the most abundant. This is the first study that provides information on taxonomy and some ecological aspects of soil mites from River basin Estórax in Querétaro.

Keywords: soil mites, scrub, Estórax River basin.

I. INTRODUCCION

1.1. El suelo

El suelo sirve como una plataforma de interacciones, es un sistema ecológico complejo que comprende una variedad de organismos. En él ocurren procesos importantes como la descomposición de la materia orgánica y la liberación de nutrimentos, los cuales fluyen a las plantas, de ahí a los animales para después regresar al edafón (Coleman y Crossley, 1996).

Es el resultado de la interacción de muchos factores (clima, rocamadre, organismos y topografía) a través del tiempo. Estos factores afectan la producción primaria, la descomposición y el reciclaje de nutrientes, lo que lleva al desarrollo de propiedades únicas del tipo de suelo, formando microambientes donde viven los individuos (Coleman y Crossley, 1996). La profundidad, las condiciones de drenaje y la aereación, también son elementos importantes del suelo que interactúan con los animales y pueden mantenerse de manera recíproca dependientes unos de los otros; de tal forma que, al presentar los animales movimientos verticales, originan cambios en la distribución del humus, así como en las características del drenaje y aereación.

La supervivencia, crecimiento y reproducción de muchos organismos terrestres depende de manera directa o indirecta de las características del suelo. Una gran cantidad de especies de microorganismos, artrópodos y vertebrados, entre otros, lo usan como un refugio para protegerse de las perturbaciones bióticas y abióticas de su entorno (Villani *et al.*, 1999).

Dentro de la comunidad heterogénea de animales, el grupo de los artrópodos está bien representado tanto por su abundancia como por su diversidad, formando parte de la micro y mesofauna edáfica. Dicha abundancia está en función de diversos factores bióticos y abióticos, dentro de éstos últimos, la altitud es muy importante, ya que modifica a otros factores y ocasiona cambios en las comunidades vegetales que afectan indirectamente a la artropodofauna del suelo.

Hay diferentes clasificaciones de la fauna del suelo dependiendo de aspectos como son: la permanencia en él, la afinidad al medio, el tamaño, el uso del recurso, etc. Por el grado de permanencia en el suelo, la fauna se clasifica en cuatro tipos: a) Transitorias, aquellos organismos que hibernan en el suelo, pero el resto de su vida habitan el estrato herbáceo; b) Temporales, los adultos habitan por arriba del nivel del sustrato, sus huevos son depositados en el suelo y sus larvas se alimentan de materia en descomposición; c) Residentes periódicos, aquellos que pasan su vida debajo de la superficie del suelo, estos individuos forman un eslabón entre las cadenas tróficas edáficas y las de los sistemas superficiales, lo que hace su análisis más complejo y relevante y, d) Permanentes, organismos que pasan todo su ciclo biológico dentro del suelo, presentan algunas adaptaciones morfológicas, como estructuras aptas para la excavación, la forma y tamaño de su cuerpo, presencia de estructuras sensitivas, reducción de ojos, ausencia o disminución de coloración del cuerpo y tipo de locomoción (Coleman *et al.*, 2004; Palacios-Vargas y Mejía, 2007). De acuerdo con su tamaño, la fauna del suelo se divide en tres categorías (Olfert *et al.*, 2002; Palacios-Vargas y Mejía, 2007): macro-(2-20 mm), meso-(0.2-2 mm) y microfauna (menores de 0.2 mm); el tamaño de la fauna se relaciona con el microhábitat que ocupa de tal forma que, la microfauna habita la película de agua, la mesofauna los espacios porosos y, la macrofauna tiene la habilidad de crear sus propios espacios a través de actividades cavadoras (Coleman *et al.*, 2004). La amplia variedad en el tamaño corporal entre la fauna del suelo se presenta en tres niveles de participación en los procesos ecológicos edáficos: ingenieros del ecosistema (lombrices, termitas y hormigas) que alteran la estructura física del suelo e influyen en el flujo de energía y nutrientes; transformadores de hojarasca (microartrópodos) que fragmentan la hojarasca de manera que aumenta su disponibilidad a los microorganismos; microcadenas tróficas que comprende a la microflora y sus depredadores microfaunísticos directos. Por sus hábitos alimenticios, los individuos del suelo se identifican como: saprofitos, productores, herbívoros, carnívoros, fungívoros, onmívoros y depredadores (Sandor y Maxim, 2008).

1.2. Ácaros del suelo

Los ácaros se encuentran distribuidos en diferentes ambientes en todo el globo terrestre y, en el suelo destacan por su abundancia y su diversidad. Esta última característica de la comunidad de los ácaros edáficos, se ve favorecida cuando la competencia interespecífica no es muy fuerte con colémbolos, lombrices de tierra, miriápodos y coleópteros. Los ácaros del suelo comprenden la mayor parte de la mesofauna del suelo (Bachelier, 1978), donde constituyen más del 80% de todos los artrópodos (Osler y Beattie, 2001). Los ácaros sobrepasan a los colémbolos tanto por su abundancia como por su riqueza de especies (Wallwork, 1976), aunque en algunas situaciones, estos últimos son el grupo dominante (Hopkin, 1997).

La densidad poblacional y la diversidad de ácaros y colémbolos, son mayores en suelos con alta porosidad y materia orgánica, así como en horizontes estructurados (Andrén y Lagerlöf, 1983; Petersen y Luxton, 1982).

En el suelo, los ácaros están representados principalmente por cuatro subórdenes; Cryptostigmata, Mesostigmata, Prostigmata y Astigmata. Los Cryptostigmata constituyen el grupo más diverso y abundante en el horizonte orgánico del suelo, ya que pueden alcanzar densidades entre 50,000 y 250,000 ácaros/m² a 10 cm de profundidad (Petersen, 1982; Neher y Barbercheck, 1999; Badejo y Ola-Adams, 2000), donde, junto con otros organismos, participan en la descomposición de materia orgánica facilitando la actividad de hongos y bacterias en el reciclaje de nutrientes (Prieto *et al.*, 1999). Los Prostigmata pueden llegar a representar casi 85% del número total de ácaros en el suelo, debido principalmente a su amplia distribución geográfica y diversidad de hábitos alimentarios (Kethley, 1990; Neher y Barbercheck, 1999). En tanto que, la mayoría de los Mesostigmata son depredadores de pequeños artrópodos y nematodos del suelo (Salmane y Heldt, 2000), asimismo, han sido empleados en el control biológico de huevos de dípteros (Marchiori *et al.*, 2000) y como indicadores de productividad y estabilidad de los suelos (en ambientes naturales y/o intervenidos) (Ruf, 1998). Finalmente, Astigmata comprende ácaros poco comunes en el suelo

y se relacionan más con otros organismos (O'Connor, 1982), por lo que han evolucionado para explotar otros ambientes diferentes al suelo; los géneros mejor representados en el ambiente edáfico son *Rhizoglyphus* y *Tyrophagus* (Mineiro y Moraes, 2002).

La distribución vertical de los ácaros en el suelo está en función de la porosidad, ya que se presenta una relación entre el tamaño de los intersticios del suelo con el tamaño del cuerpo, movilidad y la pérdida de agua por el exoesqueleto del organismo. Por otro lado, la distribución vertical varía con la profundidad del suelo, por lo que en cualquier tipo de vegetación se pueden distinguir tres zonas ecológicas: epigea (o de vegetación), hemiedáfica (donde la materia orgánica se asocia con la superficie del suelo), y euedáfica (donde se encuentra el estrato mineral más profundo del suelo) (Wallwork, 1976). Los ácaros son principalmente hemiedáficos, aunque se pueden encontrar en las otras zonas del suelo (como sucede con muchos Prostigmata y Mesostigmata depredadores y con algunos Cryptostigmata). Por lo general, los ácaros que viven cerca de la superficie del suelo son de tamaño grande, mientras que en la zona eudáfica, las especies son débilmente esclerosados, como sucede con las especies pequeñas de Mesostigmata, *Rhodacarus* y *Rhodacarellus*.

1.3. Papel ecológico de los ácaros en el suelo

A pesar de que muchos grupos de ácaros son desconocidos desde el punto de vista taxonómico, en algunos de ellos se han realizado estudios ecológicos en los que se considera la estructura de sus comunidades, el flujo de energía (Najt, 1976), así como su papel en el funcionamiento de la red trófica de descomposición (Hagvar, 1988; Heneghan *et al.*, 1999). Se ha visto que contribuyen en la descomposición y el flujo de nutrientes por sus interacciones tróficas con bacterias y hongos y por el transporte de propágulos fúngicos y fragmentos de líquenes (Steinberger, 1991; Heneghan y Bolger, 1998). Algunos grupos de ácaros, junto con otros organismos, juegan un papel relevante en el mantenimiento del equilibrio del ecosistema del suelo, debido al efecto de depredación que ejercen sobre otros

artrópodos, además de su participación en la descomposición y reciclaje de nutrientes mediante la transformación de la materia orgánica, así como modificar algunas de sus propiedades (Görres *et al.*, 1998; Vreeken-Buijs *et al.*, 1998; Vu y Nguyen, 2000; Barros *et al.*, 2001; Bedano *et al.*, 2006). De tal forma que, los microartrópodos son importantes reguladores de las poblaciones bacterianas y fúngicas del suelo, fenómeno de vital relevancia ya que la microflora es responsable de catabolizar la materia orgánica y mineralizar los nutrientes, lo que origina compuestos orgánicos que se unen a los agregados del suelo y las hifas de los hongos también integran las partículas de los agregados (Coleman *et al.*, 2004). Por medio de la fragmentación de residuos vegetales, los microartrópodos intervienen en la estructura del suelo mediante la producción de pellets fecales, formación de bioporos y favorecimiento de la humificación (Dindal, 1990). Por otra parte, varios grupos de mesostigmados han sido contemplados como indicadores de los estadios sucesionales sobre desechos industriales presentes en el suelo (Madej y Skubala, 2002). Finalmente, como consecuencia del vínculo entre las actividades de los ácaros del suelo y los procesos ecosistémicos, los cambios que se produzcan en la comunidad de ácaros pueden influenciar en estos procesos y afectar la producción primaria de las plantas (Heneghan *et al.*, 1999; Clapperton *et al.*, 2002).

La actividad biológica de los ácaros depende del ecosistema, en un suelo agrícola se presenta dentro de los 20 cm superiores del suelo (Neher y Barbercheck, 1999), en una pradera va de 20-30 cm, en un bosque varía de 1-8 cm (Murphy, 1955) y, en un desierto, va de 5-10 cm de profundidad. Silva (1987), en el desierto de Chihuahua, registra que especies de Tydeidae y Tarsonemidae se localizaron entre 12-13 m y 5-7 m, respectivamente, y que algunos mesostigmados pueden localizarse de 14-15 m de profundidad. Los factores que influyen en las comunidades de ácaros en el suelo son la profundidad, el tamaño de los ácaros, las localidades y las estaciones del año (Coleman y Crossley, 1996).

En la mayoría de los ecosistemas terrestres, la hojarasca del suelo constituye la principal fuente de energía para la extraordinaria diversidad de las

comunidades de organismos que habitan en el suelo, mismas que están relacionadas con interacciones altamente complejas entre la microflora, la microfauna y el ambiente (Hättenschwiler *et al.*, 2005). Adicionalmente, el tipo y calidad de la hojarasca pueden estar positivamente correlacionados con la riqueza de plantas, la cual proporciona una mayor cantidad de alimento y microhábitats para los microartrópodos del suelo, favoreciendo así, su diversidad y abundancia (Prieto *et al.*, 2005). Los ácaros y los colémbolos en los primeros 10 cm del suelo, pueden representar el 95% del total de los microartrópodos (Neher y Barbercheck, 1999; Vu y Nguyen, 2000; Brown y Fragoso, 2003), por lo que se considera al estrato suelo-hojasca como su hábitat más común y es allí donde puede encontrarse la mayor diversidad y abundancia (Petersen y Luxton, 1982; Walter y Proctor, 1999), sobre todo en ambientes de las regiones tropicales (Gaston, 1992).

Algunos grupos de ácaros del suelo están adaptados para alimentarse de tejidos vegetales vivos en el suelo. Varios ejemplos se encuentran en Tarsonemidae y Perlohmanniidae. La mayoría de los ácaros del suelo se alimentan de material vegetal una vez que ha iniciado la descomposición. Casi todos los criptostigmados u oribátidos son consumidores de microorganismos (bacterias y hongos). Ejemplos de microfitofagos también se presentan en Mesostigmata (Ameroseiidae, Uropodidae) y Prostigmata (Tarsonemidae, Nanorchestidae, Stigmaeidae, Pygmephoridae, Eupodidae y Tydeidae). Dentro de los ácaros que se alimentan tanto de microorganismos y de material vegetal caído se puede encontrar en varias familias de oribátidos (Nothridae, Camisiidae, Liacaridae, Oribatulidae y Galumnidae), y también este grupo destaca dentro de los coprófagos (Neher y Barbercheck, 1999).

1.4. Ácaros del suelo en el ambiente árido

Los suelos en los ecosistemas desérticos tienen una naturaleza arenosa y poca cantidad de material orgánico vegetal que se incorpora al perfil edáfico, por lo que primordialmente tiene un carácter mineral. Sin embargo, cuando hay vegetación, se encuentra muy espaciada y las plantas suelen tener mecanismos repelentes para asegurar que en su cercanía no se desarrollen otros organismos para evadir

la competencia. En las zonas áridas y semiáridas, los factores que tienen un importante efecto en la cantidad y distribución de material vegetal muerto, así como también en la composición y densidad de la vegetación, son la topografía y el viento, además de la escasez de lluvias. El microclima debajo de la superficie el suelo es menos extremo que el de la superficie, situación que es más evidente debajo de la sombra que de la vegetación, además de que la acumulación de la hojarasca debajo de los arbustos y pequeños árboles, sirven para proveer de alimento a los microartrópodos, así como mejorar la temperatura de la superficie del suelo y evitar así la pérdida de humedad de la superficie del suelo mineral (Wallwork, 1972a). Steinberger y Whitford (1984) menciona que cuando las condiciones microclimáticas son críticas, los organismos tienden a buscar un hábitat más estable, por lo que se mueven hasta los primeros 20 cm de profundidad.

Los seres vivos de los desiertos no se reducen a las especies de plantas y animales que habitan en la superficie de estas regiones. Existen muchos organismos animales, la mayoría muy pequeños representados por roedores, reptiles y artrópodos, cuyos ciclos de vida completos transcurren en el interior del suelo o directamente sobre su superficie, que son de gran trascendencia en el funcionamiento de los desiertos.

La fauna del suelo en los ecosistemas desérticos difiere de aquella que se encuentra en los ecosistemas húmedos en dos aspectos importantes: 1) las lombrices de tierra y formas relacionadas están ausentes en los suelos áridos y, 2) la fauna de microartrópodos está dominada por ácaros prostigmados (Whitford, 1996; Megías *et al.*, 2011).

La variedad de microhábitats disponibles para los organismos en zonas áridas es menor con respecto a otros ecosistemas y generalmente en sus formas de vida combinan el enterramiento con las horas de su actividad (diurna o nocturna), pero en el caso de los ácaros y los colémbolos son considerados subterráneos (Wallwork, 1976).

En el medio xérico, los artrópodos presentan adaptaciones como son respuestas de comportamiento, ritmos de actividades diurnas y estacionales,

diapausa, resistencia a la desecación, conservación del agua metabólica, almacenamiento de alimento, entre otros, por lo que se pueden considerar de varios tipos (morfológicas, conductuales, fisiológicas, ecológicas y fenológicas). Los insectos y los arácnidos constituyen dos grupos de artrópodos que pueden explorar un amplio rango de hábitats terrestres tanto de noche como de día, debido a sus capas epicuticulares de lípidos que evitan la evapotranspiración.

Los microartrópodos, al igual que los nemátodos en estos ambientes, están distribuidos en parches donde la diversidad y densidad varían en función de la distribución de la hojarasca y la materia orgánica del suelo (Freckman y Mankau, 1977; Santos *et al.*, 1978).

El reciclaje de nutrientes, el cual se mantiene gracias al proceso de descomposición, es fundamental para el funcionamiento de los ecosistemas. Tal proceso está regulado por interacciones entre el clima, la calidad de la hojarasca y la comunidad descomponedora: bacterias, hongos, micro- y macrofauna (Arriaga y Maya, 2007). La actividad de los organismos descomponedores en el ambiente árido está limitada a los periodos húmedos (Fernandez *et al.*, 2006). Además, se ha descrito que la exposición directa de la hojarasca a la radiación solar es un factor importante en los procesos de degradación en sistemas áridos, debido a que facilita la destrucción mecánica (Hugh *et al.*, 2008). Gracias a la descomposición se reintegra al ecosistema el 35% de la producción primaria bruta, que pasa directamente a la cadena trófica detritívora, y el 50% de la producción secundaria (Smith y Smith, 2001).

En el suelo de las regiones áridas y semiáridas, las diversas especies de animales, entre otras funciones, tienen un papel fundamental en el proceso de descomposición de la materia orgánica muerta y reciclaje de nutrientes. De acuerdo con las condiciones de humedad y temperatura del suelo, pueden existir varias especies de protozoarios, nemátodos, lombrices de tierra, ácaros y colémbolos (Whitford, 2002).

Si bien las densidades absolutas de microartrópodos del suelo en el ambiente desértico, pueden ser bajas en comparación con el ecosistema méxico, pueden exhibir comunidades de microartrópodos relativamente ricas en número y

diversidad de especies, sorprendentemente adaptadas a la rigurosidad climática del ambiente (Wood, 1971; Wallwork, 1972a, b; Santos *et al.*, 1978; Wallwork *et al.*, 1986). Santos y Whitford (1981), proponen que los integrantes de la biota del suelo árido del desierto Chihuahuense, actúan como reguladores de los procesos de descomposición y mineralización, mediante su participación en la trituración de la materia vegetal, en el transporte vertical a través del perfil del suelo, en la formación de humus, en el incremento de la actividad microbiana por diseminación de esporas fúngicas, y por los hábitos depredadores y fungívoros de los ácaros prostigmados, que son el grupo dominante en estos ecosistemas.

1.5. Regiones áridas y semiáridas en México

En la región Neártica, un área de 1.7 millones de km² se encuentran cubierta por desierto, y sólo 19% de tal superficie presenta alguna categoría de protección (Navone y Abraham, 2006). En Norteamérica existen cuatro grandes regiones desérticas: los desierto de la Gran Cuenca, Mojave, Sonorense y Chihuahuense. Estas regiones se ubican desde el sureste de Oregon, Estados Unidos, hasta los estados mexicanos de Guanajuato, Querétaro e Hidalgo (Hernández, 2006). La mayor parte de estas áreas corresponden a las dos grandes regiones desérticas de México, los desiertos Chihuahuense y Sonorense, que ocupan una gran extensión en el centro y norte del país.

El desierto Chihuahuense presenta tres subregiones (Principal, Meridional y Este) con base en los patrones de distribución de las especies endémicas de cactáceas, e incluye varias zonas periféricas de la región. Entre ellas, la subregión Meridional comprende la llamada Zona Árida Queretano-Hidalgense (Barranca de Metztitlán, Valle del Mezquital, Valle de Actopan en Hidalgo, y la cuenca del río Estórax, en Querétaro), así como las zona secas de Guanajuato. Esta zona se caracteriza por un clima semiárido poco extremo y con un gran número de especies endémicas de cactáceas y otras familias de plantas.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (www.inegi.gob.mx), 49.1% del territorio de México es semiárido o árido. Los climas semiáridos, caracterizados por una precipitación de 300 a 600 mm, afectan

a 28.3% del territorio, mientras que el restante 20.8% tiene climas árido (<100-300 mm de precipitación; Hernández, 2006). México es el país más importante como centro de concentración de cactáceas, con un alto índice de endemismo a nivel genérico (73%) y específico (78%). La mayor parte de las especies habitan estas regiones áridas y semiáridas, particularmente en la porción sureste del Desierto Chihuahuense, incluyendo la Zona Árida Queretano-Hidalguense (Alvarado, 2010); por tanto, dichas zonas constituyen reservorios de biodiversidad, de gran importancia en el mantenimiento de los procesos ecológicos que allí se presentan (polinización, dispersión de semillas y el mantenimiento de la información genética de plantas y animales).

El estado de Querétaro es una de las entidades de la República Mexicana, que por su irregular relieve, sus diversos tipos de suelo y climas, lo hacen poseedor de una diversificada flora, constituida por especies maderables y no maderables, las cuales conjuntamente forman diferentes tipos de vegetación, que van desde el matorral xerófilo en la zonas áridas y semiáridas, pasando por el bosque de coníferas en los sitios templados con mayor altitud sobre el nivel del mar, el bosque mesófilo de montaña, el bosque siempre verde o perennifolio en los lugares con mayor humedad, hasta el bosque tropical caducifolio o de hojas caedizas en las partes cálidas (Hernández y Barcenás, 1996). Actualmente, Querétaro es un estado que presenta una notable diversidad biológica, con un gran número de especies de cactáceas en peligro de extinción. Zamudio (1984) menciona que la flora y la vegetación del estado han sido poco estudiadas.

1.6. Ecología de comunidades de ácaros

Los ácaros del suelo de ambientes desérticos y semidesérticos así como arenosos han sido estudiados profusamente desde 1971 (ver Wood, 1971) hasta hace algunos años (ver Wallwork *et al.*, 1985; Cepeda y Whitford, 1989a, 1990a, b; Steinberger, 1990; Russell y Alberti, 2009; Xin *et al.*, 2012).

En México, la mayor parte de la información disponible sobre microartrópodos del suelo proviene de trabajos realizados en diferentes

ecosistemas naturales, como son bosque templado (Moreno, 1985; Palacios-Vargas, 1985; García, 2002; Pastrana-Ruiz, 2009), bosque tropical (Palacios-Vargas, 1981, 1982; Mejía, 1986, 1997; Rivas de la Barrera, 1985; Vázquez, 1996, 2002; Montiel-Parra y Villegas-Guzmán, 1997; Vázquez, 1999; Santoyo-Morales y Estrada-Venegas, 2002; Santoyo, 2003; Mejía y Castaño, 2007), zonas litorales (López-Campos *et al.*, 2006; Vázquez, 2008; Thibaud y Palacios-Vargas, 2001), y agroecosistemas (De la Garza, 2003; Chaires, 2006; Mejía *et al.*, 2013). La mayoría de ellos han puesto de manifiesto aspectos taxonómicos como son el registro de familias, géneros y especies, así como algunos enfoques ecológicos de las comunidades de los microartrópodos del suelo.

Sin embargo, en lo que respecta a las investigaciones sobre la acarofauna del suelo árido y semiárido son pocas y recientes, que se efectuado en Puebla, San Luis Potosí, Hidalgo, Baja California Sur (Estrada *et al.*, 1988; Sánchez y Quintero, 1990; Estrada, 2007; Villarreal, 2012). En la mayor parte de estos trabajos también se hace referencia a familias y géneros de ácaros, así como a su abundancia, pero muy poco énfasis sobre la relación de la fauna edáfica con la vegetación y factores ambientales.

Querétaro es uno de los estados de la República Mexicana del que menos se conoce su acarofauna edáfica. De las pocas investigaciones que hay en el estado, están: la de artrópodos de los detritos de hormigas en los alrededores de Higuierillas por Rojas (1986); la de ácaros del suelo en diferentes localidades del estado (Sánchez y Quintero, 1990); la de ácaros prostigmados de la cuenca del río Estórax (Sánchez y Palacios-Vargas, 1996); la de ácaros mesostigmados de bosque mesófilo (Pastrana-Ruiz, 2009), y la de ácaros oribátidos de sótanos en las localidades de San Joaquín y Tilaco (Guzmán-Sánchez e Iglesias-Mendoza, 2009). Rojas en 1986 estudió a los insectos y ácaros de los detritos de hormigas en los alrededores de Higuierillas, localidad que forma parte de la cuenca del Río Estórax; en este trabajo, el grupo de los ácaros resultó ser el más abundante numéricamente y el segundo en riqueza, con 28 especies pertenecientes a cuatro Órdenes, de los cuales, los Mesostigmata estuvieron bien representados a nivel de familia, ya que constituyó el 33.3% del total, siguiéndole Prostigmata y

Cryptostigmata con 27.8% cada uno. En cuanto a diversidad, la mayor le correspondió a Prostigmata con 32.1%, seguido de Mesostigmata con 28.6%, luego Cryptostigmata con 21.4%, y por último, Astigmata con 17.9% del total de especies.

El presente estudio formó parte del programa “Entomología Básica y Aplicada” en la Dirección de Estudios Profesionales (DEPI) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), con la clave DEPI933589, que se realizó en el Laboratorio de Acarología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, durante el periodo 1993-1996. El interés por la realización de este proyecto partió del hecho de la importancia que tiene la cuenca del río Estórax como parte de las zonas áridas del país, además, de la poca atención que se ha prestado al estudio de la diversidad de los ácaros del suelo en este ambiente. Del proyecto derivaron varios trabajos que se presentaron en diferentes foros académicos tanto nacionales como internacionales (Sánchez y Bassols, 1993, 1994a, b, c; Sánchez, 1995, 1996, 2001, 2007; Sánchez y Palacios, 1996), con el fin dar a conocer algunos aspectos taxonómicos y ecológicos de los ácaros edáficos de la zona árida de Querétaro.

II. JUSTIFICACIÓN

Como ya se indicó, las zonas áridas y semiáridas en nuestro país cubren más del 50% del territorio nacional y la mayoría de los estudios realizados en ellas han sido llevados a cabo sobre vegetación, es por ello que con el presente estudio se hace una contribución al número de registros hechos de los ácaros edáficos, en este tipo de ambiente, en especial en la zona árida de Querétaro, la cuenca del río Estórax, además, de dar a conocer datos sobre la variación espacial y temporal en cinco sitios, la diversidad y la relación de las comunidades de ácaros en el suelo con parámetros ambientales.

Considerando los hábitos alimentarios, así como información sobre sus estrategias reproductivas y sensibilidad a las perturbaciones naturales y antrópicas del medio (Socarrás, 2013), los ácaros según Behan-Pelletier (1999) son indicadores potencialmente poderosos, tanto de la naturaleza como de la perturbación del ecosistema, ya que presentan una gran abundancia, diversidad taxonómica y trófica además de que son fáciles de coleccionar y preservar; de tal forma que la relevancia de este trabajo se relaciona con el uso de los ácaros como indicadores de alguna condición particular del lugar o bien para poner de manifiesto la recuperación de sitios alterados.

III. OBJETIVOS

General:

Analizar la variación espacial y temporal de la estructura de la comunidad de ácaros edáficos de cinco sitios con diferente tipo de matorral xerófilo en la cuenca del Río Estórax, Querétaro.

Particulares:

1. Describir la estructura de la comunidad de ácaros edáficos en cinco tipos de matorral xerófilo en la cuenca del Río Estórax.
2. Comparar la diversidad espacial y temporal de las comunidades de ácaros edáficos en la cuenca del Río Estórax.
3. Determinar la influencia de los factores ambientales (cantidad de materia orgánica, pH, humedad y temperatura) del suelo sobre la comunidad de ácaros edáficos de la cuenca del Río Estórax.

IV. ZONA DE ESTUDIO

4.1. Localización

Los rasgos de la cuenca del Río Estórax han sido descritos por Zamudio (1984) y Zamudio *et al.* (1992), según se exponen a continuación.

La cuenca hidrográfica del Río Estórax se encuentra enclavada en una depresión formada por los cañones de los ríos Tolimán y Estórax en la parte media del estado de Querétaro. Comprende de manera parcial los municipios de Cadereyta de Montes (1131.0 km²), Peñamiller (694.90 km²) y Tolimán (724.7 km²). Está delimitada geográficamente por los meridianos 99° 37' y 100° 01' oeste y los paralelos 20° 45' y 21° 12' de norte (Fig.1).

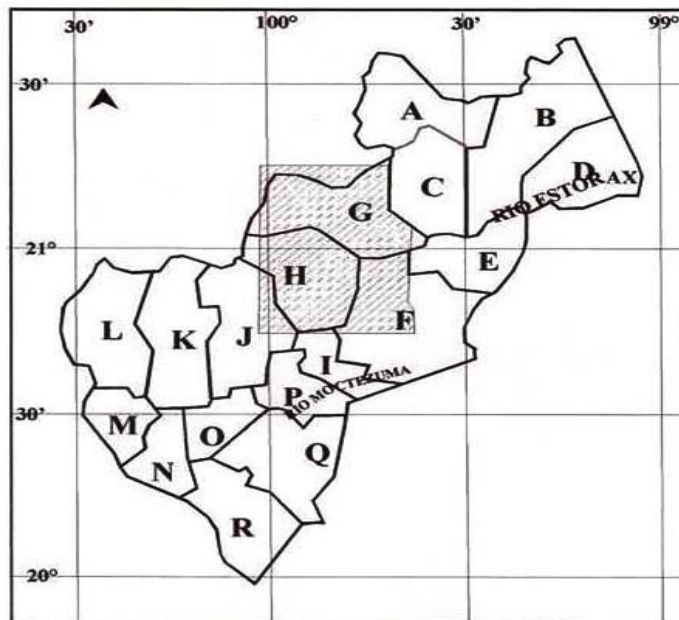


Figura 1. Localización del área de estudio en el estado de Querétaro. Municipios de Cadereyta de Montes (F), Tolimán (H) y Peñamiller (G). Los demás municipios son: Arroyo seco (A), Jalpan (B), Amoles (C), Landa de Matamoros (D), San Joaquín (E), Ezequiel Montes (I), Colón (J), el Márquez (K), Querétaro (L), Corregidora (M), Huimilpan (N), Pedro Moreno (O), Tequisquiapan (P), San Joaquín del Río (Q) y Amealco (Tomada de Zamudio, 1984).

El área de estudio queda comprendida en la zona árida de Querétaro, la que, abarca una superficie de casi 1,269 km². Las sierras que circundan a esta zona forman un complejo montañoso que recibe el nombre general de “Sierra Gorda de Querétaro”. Las características de la cubierta vegetal de la cuenca están

estrechamente relacionadas con los factores ambientales, lo que propicia al igual que en el estado de Querétaro en su conjunto, se presenten numerosos contrastes.

4.2. Fisiografía

La cuenca está ubicada en el límite oriental del Altiplano Mexicano Rzedowski (1978), su topografía es principalmente montañosa. La cuenca, también es considerada una zona de transición entre las regiones fisiográficas Altiplano Mexicano y la Sierra Madre Oriental, ya que presenta características geológicas y topográficas de ambas; la parte baja se asemeja a la primera región en muchos aspectos, y la parte alta, sobre todo las montañas del noreste es muy parecida a la segunda región.

Se presenta una diferencia altitudinal muy marcada entre la parte baja de la cuenca (1 260 msnm) y la parte alta de la misma (3 190 msnm) en la cima del Cerro Pingüical. Este cerro, junto con el Cerro de la Calentura (3 060 msnm), representan las máximas alturas del estado de Querétaro. A partir de los límites de la cuenca, la altitud desciende abruptamente hasta el fondo del cañon del río.

Entre estas elevaciones son muy escasos los sitios planos extensos; los más importantes son los que se encuentran en los alrededores de San Pablo y Tolimán; en Higuierillas, al sur de Peña Blanca en la vecindad del Arroyo, el Derramadero y el plano de Vizarrón.

La orografía tan compleja que presenta esta región refleja los numerosos pliegues que han sufrido las rocas del área durante su historia geológica, y la intensa erosión a la que han estado expuestas.

4.3. Geología

En la cuenca del Río Estórax, como en todo el Estado, predominan las rocas volcánicas y sedimentarias marinas. En Cadereyta, afloran las andesitas.

Las rocas sedimentarias, en sus formas de lutitas y calizas, se encuentran desde Tolimán, Vizarrón, El Doctor y hacia el noreste del estado. Las primeras cubren extensiones más amplias en la región de Vizarrón y Peñamiller, así como

algunos sitios del municipio de Cadereyta. Estas rocas, al estar en capas, por lo general, forman un paisaje ondulado y por su escasa dureza son fácilmente desprendibles (Zamudio *et al.*, 1992).

Las rocas metamórficas están bien representadas a lo largo de la carretera de San Pablo a Higuierillas, donde prevalecen afloramientos de gneiss.

4.4. Hidrografía

La cuenca del Río Estórax, junto con la de los Ríos San Juan, Moctezuma, Santa María-Acapulco, Conzá, Ayutla y Jalpan forman el sistema de drenaje del estado de Querétaro, que desagua a través del río Pánuco en el Golfo de México.

El sistema de drenaje del área de estudio está formado por los ríos Tolimán y Estórax, así como numerosos arroyos y barrancas que conducen el agua de lluvia por medio de los cerros hacia su cauce.

El río Estórax se origina en el estado de Guanajuato, donde recibe el nombre de Xichú, sigue su curso con dirección oeste-sureste hasta unirse con el río Tolimán; a partir de aquí el río recibe el nombre de Estórax, sigue aproximadamente hacia el este pasando por los pueblos de Estórax, Peñamiller, Peña Blanca, Higuera y Bucareli hasta juntarse con el río Moctezuma, que sirve de límite entre los estados de Querétaro e Hidalgo.

Aunque se considera que los ríos Tolimán y Estórax tienen un caudal permanente, en la época más seca del año la corriente llega a desaparecer, y al menos en el Río Estórax continúa subterránea por debajo del lecho rocoso.

4.5. Suelos

De los diversos tipos de suelo registrados para la región, los más extensos son las rendzinas, los litosoles, los regosoles y los feozem, mientras que, los vertisoles, los xerosoles y los luvisoles tienen una distribución muy localizada y ocupan áreas pequeñas.

En la evolución de los suelos de la parte seca, la erosión juega un papel muy importante, ya que en cuanto se presentan las lluvias, el suelo es arrastrado con facilidad por las laderas de los cerros, porque se encuentra poco protegido por

la escasa cubierta vegetal. El alto grado de erosión al que están expuestos no permite la acumulación continua de materia orgánica.

4.6. Clima

Existen dos tipos generales de climas, los secos o áridos BS (por lo común se distribuyen por debajo de los 2 400 msnm) y los templados subhúmedos C(w) (que se encuentran en general en altitudes superiores a los 2 400 m), con una variedad de subtipos locales que se distribuyen siguiendo un gradiente altitudinal. Este hecho, se explica si se recuerda que el área está enclavada en una región montañosa en donde, por influencia de la topografía accidentada, los factores climáticos (principalmente la temperatura y la humedad) se modifican en distancias relativamente cortas. Tal gradiente se puede ver claramente en el camino que conduce de Cadereyta a Pinal de Amoles.

Para las localidades de Tolimán y Peñamiller se ha registrado un clima seco o árido, el más seco de los climas BS, semicálido, con régimen de lluvias de verano, presencia de sequía intraestival y escasa lluvia invernal (menor del 5% anual), con oscilación térmica extrema de 7.7 °C y la marcha de la temperatura de tipo Ganges, o sea el mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano. La fórmula que describe este clima es $BS_0hw''(w)(e)g$, de acuerdo con García (1981). Este clima prevalece, en general, en la parte baja de la Cuenca y está delimitado aproximadamente por la cota de los 2 000 msnm.

En Cadereyta de Montes, el clima registrado es el menos seco del tipo BS; templado, con verano cálido, régimen de lluvias de verano, presencia de sequía intraestival y escasa lluvia invernal; la oscilación térmica es de 7.5 °C cuya fórmula climática (García, 1981) es $BS_1kw''(w)(e)$. Este clima es en general, el característico de la parte media de la cuenca, considerada entre los 2 000 a 2 4000 msnm, aproximadamente en función de la exposición. Es el clima propio del Valle de Cadereyta y Ezequiel Montes que se extiende hacia Vizarrón.

La parte más seca y cálida se encuentra en el fondo de la Cuenca y, aunque Cadereyta tiene una precipitación equiparable a la de Peñamiller, su temperatura media anual es más baja (4°C menor que en Tolimán y 5.5°C que en

Peñamiller). En las demás estaciones se observa que al aumentar la altitud, la temperatura disminuye de manera constante, mientras que la precipitación aumenta. Desafortunadamente las estaciones meteorológicas no son abundantes en el área para mostrar con detalle lo gradual de los cambios; sin embargo, la vegetación que es un buen indicador del clima, refleja este gradiente con más detalle.

La época de lluvias se inicia a finales del mes de mayo y se prolonga hasta la primera quincena de octubre. En el mes de mayo las lluvias son escasas y aumentan en junio. En julio se presenta una ligera disminución conocida como canícula o sequía intraestival según registros de las estaciones meteorológicas de Cadereyta de Montes y Peñamiller, en Toluca este fenómeno se observa en el mes de agosto.

En los meses de agosto y septiembre, la cantidad de lluvias aumenta nuevamente para sufrir en octubre un descenso brusco, que es el preámbulo de la temporada seca invernal. En los meses húmedos del año, que son de junio a septiembre, se concentra de 65% a 74% del total de la precipitación anual, hecho que denota la existencia de una temporada húmeda y otra seca en el año en toda la cuenca.

Durante la época seca del año, que corresponde a los meses de noviembre a abril, se presentan algunas lluvias aisladas, generalmente en enero, que no rebasan el 5% del total de la precipitación anual. En abril se presenta una precipitación que es un adelanto eventual de la temporada de lluvias.

En la parte seca de la cuenca, la precipitación promedio anual más baja es de 377 mm en Toluca y la más alta de 471 mm en Peñamiller. Cadereyta, pese a estar a mayor altitud que Peñamiller, tiene una precipitación anual media de 477 mm, debido a el efecto de sombra orográfica de las sierras Pinal de Amoles y El Doctor.

La marcha de la temperatura media mensual sigue un comportamiento algo parecido a la curva de la precipitación en las estaciones revisadas. En enero, el promedio mensual de temperatura es el más bajo del año, durante los meses de

febrero a abril la temperatura muestra un aumento constante hasta alcanzar en mayo su máxima, con la excepción de Toluimán, en donde la temperatura máxima promedio es hasta junio. En los meses de junio y julio la temperatura disminuye ligeramente, que se ve interrumpida por un ligero aumento en agosto, este nuevo incremento coincide con la sequía intraestival. A partir de agosto, la temperatura desciende rápidamente hasta alcanzar sus valores más bajos en diciembre y enero .

En términos generales, la cuenca se ubica en una zona térmica cálida, en particular en las localidades que se encuentran por debajo de los 2,000 msnm, en donde la temperatura promedio fluctúa entre 20.2°C en Toluimán y 22°C en Peñamiller. En la cuenca no hay heladas.

4.7. Flora y vegetación

Zamudio (1984), reporta 715 especies, 387 géneros y 100 familias para la cuenca del río Estórax, pero esta lista representa sólo parcialmente la riqueza florística de la cuenca, ya que la mayoría de las colectas provienen de los matorrales xerófilos. Esta región semiárida del centro de Querétaro constituye una zona de gran importancia ecológica, debido a que en ella se encuentran representadas varias comunidades vegetales.

La cuenca alberga nueve tipos de vegetación distribuidos a lo largo de un gradiente altitudinal de más de 1 000 msnm. En respuesta a los cambios climáticos que ocurren en este gradiente, la vegetación se sucede en una serie de comunidades que van desde los matorrales xerófilos característicos de la parte baja de la Cuenca, hasta los bosques de ambientes templados de pino y abeto, situados en su parte más alta en donde existe una mayor humedad. Además de los efectos del gradiente climático sobre la vegetación, ésta se ve modificada por otros factores como la geología del área, el tipo de suelo y la exposición e inclinación de las laderas de los cerros.

La vegetación característica de la zona de estudio es el matorral xerófilo, el que agrupa varias comunidades arbustivas que se desarrollan en las regiones árida y semiárida.

El matorral xerófilo, por sus características fisonómicas, Zamudio (1984), lo divide en cuatro grupos principales: matorral desértico micrófilo, matorral crasicaule, matorral submontano y matorral desértico rosetófilo. El presente estudio se realizó en los matorrales micrófilo, crasicaule y rosetófilo que se describen a continuación.

1.- Matorral desértico micrófilo. Se desarrolla sobre los depósitos aluviales profundos en los lugares planos del fondo de la cuenca o sobre las laderas con ligera inclinación de los lomeríos formados por lutitas del Cretácico Superior, son matorrales subinermes o en ocasiones espinosos, los elementos más altos miden de 3 a 4 m, es muy grande la diversidad de arbustos que lo componen. Su límite altitudinal inferior se encuentra a 1 450 msnm, mientras que el límite superior alcanza los 2 100 msnm, aproximadamente a 4 km al norte de Vizarrón, en donde se encuentra una pequeña población de *Larrea tridentata* (Moc. y Sessé ex DC.) Coville. El suelo en el que se encuentra corresponde por lo general a rendzinas con textura migajón arcillo-arenosa, de menos de 10 cm de grosor y pobre en materia orgánica. Se distinguen tres asociaciones que difieren en su composición florística: *Larrea tridentata* Coville y *Acacia vernicosa* Standl., *Prosopis laevigata* (Hum. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst., *Myrtillocactus geometrizans* (Martd.) Console, además de *Fouquieria splendens* Engelman.

2.- Matorral crasicaule. Ocupa un área amplia en la parte sur, oeste y noroeste de la cuenca. Se establece sobre laderas y abanicos aluviales de cerros formados por rocas volcánicas y en parte sobre lutitas, calizas y conglomerados del Jurásico Superior. Este matorral está conformado por cactáceas columnares o multidendricales que le confieren una fisonomía peculiar y que le vale el nombre común de cardonal o nopalera. Dentro de esta formación se distinguen, las siguientes tres asociaciones que difieren claramente en su fisonomía y composición florística: Matorral crasicaule de *Opuntia-Zaluzania-Mimosa*, matorral crasicaule de *Stenocereus dumortieri* (Scheidw.) Buxb. y matorral crasicaule de *Opuntia-Zaluzania-Yucca*.

3.- Matorral submontano. Se extiende ampliamente en la cuenca, se establece sobre las laderas inclinadas de los cerros en los abánicos coluviales y en las

cañadas profundas. La fisonomía y composición florística de este matorral son muy variables, ya que cambian de un sitio a otro y sólo en las cañadas profundas se presenta como un matorral alto parecido al de San Luis Potosí y Tamaulipas. Se pueden citar como dominantes a: *Helietta parvifolia* (Gray) Benth, *Acacia berlandieri* Benth, *Morkillia mexicana* (Moc. y Sessé) Rose y Painter, Smiths, *Acacia sororia* Standl., *Neopringlea integrifolia* (Hemsl.) S. Watson, y *Mimosa biuncifera* Benth.

4.- Matorral rosetófilo. Se establece en las laderas de mayor declive de las barrancas y cerros formados por lutitas calcáreas del Cretácico Superior, en la parte sureste de la cuenca. En este matorral predominan las especies con hojas carnosas y coriáceas, dispuestas en una roseta basal o apical entre las que destacan especies pertenecientes a los géneros: *Agave*, *Hechtia*, *Dasyllirion* y *Yucca*. Su fisonomía depende del género dominante por lo que pueden ser densos o muy espaciados.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1. Selección de sitios

El presente estudio se realizó en octubre de 1992, enero, mayo y agosto de 1993. Con la información obtenida, se establecieron cinco localidades o sitios de estudio con diferentes asociaciones de vegetación xerófila en la cuenca del Río Estórax, Querétaro. Se realizaron cuatro salidas a campo para la recolecta de las muestras de suelo, que fueron a: finales de la época de lluvias (octubre, 1992), mediados de la época de secas (enero, 1993), inicio de la época de lluvias del siguiente año (mayo, 1993) y mediados de la época de lluvias del siguiente año (agosto, 1993), entre las 11.00-14.00 h. Asimismo, en cada una de las localidades recolectó una muestra de suelo para realizar los análisis edáficos.

La ubicación de los sitios de estudio (I, II, III, IV y V) se muestra en la Fig. 2.



Figura 2. Ubicación de los sitios de estudio en el estado de Querétaro.

Con base en las descripciones de los matorrales xerófilos de la cuenca por Zamudio (1984), los sitios de estudio se caracterizan como se muestra en el cuadro 1, y las figuras de cada una de ellos se muestran de la 3 a la 7.

Cuadro 1. Caracterización de los sitios de estudio en la cuenca del Río Estórax, Qro.

| Sitio | Matorral y símbolos | Ubicación | Asociación vegetal | Altitud (msnm) |
|-------|---|--|---|----------------|
| I | Rosetófilo de <i>Fouquieria-Acacia</i> (MR) | 4 Km después de Vizarrón hacia el norte, rumbo a Jalpan | <i>Fouquieria splendens</i> , <i>Acacia vernicosa</i> y <i>Hechthia glomerata</i> | 1,660 |
| II | Micrófilo de <i>Prosopis-Myrtillocactus</i> (MMP) | 18 Km después de Vizarrón hacia el norte, rumbo a Jalpan | <i>Prosopis laevigata</i> , <i>Myrtillocactus geometrizans</i> y <i>Larrea tridentata</i> | 1,920 |
| III | Transición de <i>Hechthia-Acacia</i> (MT) | 22 Km después de Vizarrón hacia el norte, rumbo a Jalpan (2 km después de Peña Blanca) | <i>Hechthia glomerata</i> , <i>Acacia vernicosa</i> , <i>Fouquieria splendens</i> | 1,310 |
| IV | Micrófilo de <i>Larrea-Acacia</i> (MML) | 2 Km después de la desviación a Tolimán hacia el oeste, (alrededores de Higuierillas) | <i>Larrea tridentata</i> , <i>Acacia vernicosa</i> , <i>Fouquieria splendens</i> | 1,510 |
| V | Crasicuale de <i>Stenocereus</i> (MC) | 6 Km después de Higuierillas hacia el norte, sobre la carretera Higuierillas-Tolimán | <i>Stenocereus durmotieri</i> | 1,630 |



Figura 3. Matorral rosetófilo de *Fouquieria-Acacia* (MR).



Figura 4. Matorral micrófilo de *Prosopis-Myrtillocactus* (MMP).



Figura 5. Matorral de transición de *Hechthia-Acacia* (MT).



Figura 6. Matorral micrófilo de *Larrea-Acacia* (MML).



Figura 7. Matorral crasicaule de *Stenocereus* (MC).

5.2. Muestreo

Se recolectaron cinco muestras de suelo en cada localidad en cuatro muestreos con un cilindro metálico de 0.5 dm³ que se introdujo a una profundidad de 10 cm de la superficie del suelo, ayudándose de un martillo, así como de una espátula metálica que se colocó en la parte inferior del tubo con el fin de evitar la pérdida de suelo. Estas 100 muestras se utilizaron para extraer a los ácaros. Otras cinco muestras del mismo volumen se obtuvieron para determinar con ellas las propiedades fisicoquímicas. Todas las muestras se colocaron en bolsas de plástico debidamente etiquetadas. Se registró y se tomaron ejemplares de herbario de las plantas asentadas en un radio de 25 cm alrededor del punto en que se muestreo el suelo para extraer los ácaros. En esa misma vecindad se hicieron registros de temperatura y de humedad, utilizando un termómetro de mercurio de varilla Taylor 6331 y un un higrómetro Barigo 3518H.

5.3. Extracción e identificación de ácaros

La fauna se extrajo mediante embudos de Berlese-Tullgren durante 15 días a temperatura ambiente. Una vez obtenida la fauna acarológica se preservó en viales con alcohol al 70%; para después separar y cuantificar a nivel de morfoespecies con ayuda de un microscopio estereoscópico; para la posterior identificación de dichos morfos, se montaron los ejemplares en preparaciones semipermanentes en líquido de Hoyer. Para aquellos ácaros que requirieron ser aclarados se utilizó, según fuera el caso, solución de potasa (KOH) al 10% en frío y/o en caliente, lactofenol y líquido de Kono. Las preparaciones elaboradas se secaron en una estufa a 30°C durante un lapso de 15 días para después ser rotuladas y selladas correctamente.

Las determinaciones taxonómicas en su mayoría fueron realizadas por la autora hasta nivel de familia, género o especie, empleando las claves taxonómicas que se indican en el Cuadro 2. Algunos ejemplares fueron revisados por especialistas, como fueron las especies de la familia Bdellidae, por la Dra. B. E. Mejía-Recamier del Lab. de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, y las de la familia Nanorchestidae, por el Dr. I. M. Vázquez del Laboratorio de Acarología

“Anita Hoffmman”, ambos de la Facultad de Ciencias, UNAM. El material acarológico de este estudio se encuentra depositado en la Colección Científica del Laboratorio de Acarología “Dra. Isabel Bassols Batalla” de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N.

La clasificación de ácaros, en la que se basó el presente trabajo fue la de Krantz 1970, dada la facilidad de su manejo. Sin embargo, es conveniente considerar que dentro de la clasificación de Krantz *et al.* (2009), el Suborden Prostigmata es un Suborden del Orden Trombidiformes, y en el caso del Suborden Astigmata constituye el Cohorte Astigmatina del Supercohorta Desmonomatides del Suborden Oribatida.

Cuadro 2. Material bibliográfico utilizado para la identificación de los ácaros del suelo árido de la cuenca del Río Estórax, Qro.

| Familia | Autores de la clave de identificación |
|------------------------------|--|
| Suborden Mesostigmata | |
| Ascidae | Lindquist y Evans (1965), Lindquist (1975), Krantz y Ainscough (1990) |
| Rhodacaridae | Krantz y Ainscough (1990) |
| Ameroseiidae | Krantz y Ainscough (1990) |
| Laelapidae | Krantz y Ainscough (1990) |
| Digamasellidae | Lindquist (1975), Krantz y Ainscough (1990) |
| Ologamasidae | Krantz y Ainscough (1990) |
| Suborden Prostigmata | |
| Bimichaeliidae | Grandjean (1942, 1943), Kethley (1986a) |
| Nanorchestidae | Theron y Ryke (1969), Block (1979), McDaniel y Bolen (1981), Kethley (1986a), Oliver y Theron (1989) |
| Terpnacaridae | Kethley (1986a) |
| Nanorchestidae | Theron y Ryke (1969), Block (1979), McDaniel y Bolen (1981), Kethley (1986a), Oliver y Theron (1989) |
| Terpnacaridae | Kethley (1986a) |
| Adamystidae | McDaniel y Bolen (1983) |

Cuadro 2. (Continúa)

| Familia | Autores de la clave de identificación |
|--|--|
| Eupodidae | Kethley (1980a) |
| Rhagidiidae | Kethley (1980a), Rivas de la Barrera (1985) |
| Penthalodidae | Kethley (1980a) |
| Paratydeidae | Kethley (1986b), Theron <i>et al.</i> (1969) |
| Tydeidae | Lindquist (1980a) |
| Bdellidae | Atyeo (1960), Wallace y Mahon (1972), Mejía (1986), Kethley (1978) |
| Cunaxidae | Baker y Hoffmman (1948), Smiley (1975) |
| Pygmephoridae | Mahunka (1970) |
| Microdispidae | Mahunka (1970) |
| Tarsonemidae | Lindquist (1977, 1980b, 1986) |
| Tarsocheylidae | Atyeo y Baker (1964), Kethley (1986c) |
| Raphignathidae | Atyeo <i>et al.</i> (1961) |
| Cryptognathidae | Luxton (1973) |
| Stigmaeidae | Kethley (1980b) |
| Caligonellidae | Summers y Schlinger (1959), Kethley (1986d) |
| Camerobiidae | Gerson (1972) |
| Cheyletidae | Summers y Price (1970), Hoffmann (1998) |
| Tetranychidae | Tuttle <i>et al.</i> (1976) |
| Tenuipalpidae | Pritchard y Baker (1958), Lindquist (1979) |
| Linotetranaidae | Baker y Pritchard (1953), Smith y Ueckermann (1997), Beard y Walter (2004) |
| Caeculidae | Mulaik (1945), Coineau (1969), Kethley (1984) |
| Teneriffiidae | McDaniel <i>et al.</i> (1976), Kethley (1986e) |
| Erythraeidae | Southcott (1961), Welbourn y Young (1987) |
| Smaridiidae | Southcott (1961,1963) |
| Suborden Astigmata | |
| Acaridae | Hughes (1976) |
| Suborden Cryptostigmata | |
| Norton (1990), Balogh y Balogh (1992a,b) | |

5.4. Análisis físicos y químicos del suelo

El análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo se efectuó por la Dra. Josefina Paredes, del laboratorio de Química Orgánica de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Las propiedades que se evaluaron de acuerdo con la disponibilidad de reactivos fueron: el contenido de materia orgánica por el método del ácido crómico; la textura mediante la técnica del higrómetro de Bouyoucos; la humedad relativa con la técnica de diferencia de peso, y el pH con potenciómetro.

5.5. Identificación de material vegetal

La identificación del material vegetal junto al cual se tomaron las muestras de suelo fue realizada por la Dra. María Concepción Rodríguez del Laboratorio de Fanerógamas del Departamento de Botánica, de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional.

5.6. Análisis de datos

Como parámetros utilizados para conocer la estructura de la comunidad de ácaros se calculó la abundancia relativa y absoluta, la densidad, la frecuencia y los índices de diversidad alfa (α) y beta (β).

La frecuencia de las especies, se obtuvo con base a los criterios de Karppinen (1972) y Moraza *et al.* (1980), puesto que consideran la frecuencia de las especies en tres categorías: especies fundamentales, cuando las especies tienen valores mayores de 51%; especies accesorias o frecuentes, las que están entre un 26% y un 50% y, especies accidentales, aquellas que tienen menos del 26%.

Para la diversidad *alfa*, o grado de diversidad, se calculó tanto la riqueza específica, como los índices de Shannon (H') con logaritmo natural, de Equitatividad de Pielou (J') y el de Simpson (D) (Magurran, 1988).

Para el índice de diversidad de Shannon, se empleó la siguiente fórmula:

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Donde:

s es el número de especies

p_i es la abundancia relativa de la especie i

\ln es la abreviatura de logaritmo.

Mientras que para la dominancia, se utilizó el índice de Simpson con la siguiente fórmula:

$$D = \sum_{i=1}^s p_i^2$$

Donde:

s = número de especies

p_i = proporción de cada especie en la población

Dentro de la diversidad *beta*, para comparar las comunidades entre sitios se utilizó el índice de similitud de Sørensen, en el que se relaciona el número de especies en común con la media aritmética de las especies en ambos sitios.

Se utilizó la prueba de ANOVA de dos vías para determinar si existía un efecto significativo de la localidad de estudio y de las épocas de muestreo sobre la comunidad de ácaros. La prueba *post hoc* de Tukey se empleó para conocer las diferencias entre los sitios de estudio.

El efecto de los datos de temperatura y humedad ambiental sobre la comunidad de ácaros se evaluó mediante un análisis de correlación múltiple.

Mediante una prueba de t modificada (Magurran, 1988) se compararon los índices de diversidad obtenidos para averiguar si había diferencias entre los sitios de estudio.

Los análisis se realizaron con el programa estadístico PAST (Hammer *et al.*, 2001); el de correlación múltiple fue con el programa STATISTICA ver. 6.0 (StatSoft, 1999).

VI. RESULTADOS

6.1. Riqueza y composición

Se registraron en total 69 familias, 118 géneros y 127 especies de ácaros pertenecientes a cuatro Subórdenes de la Subclase Acari. Con base en la información taxonómica reportada por Rojas (1986), Hoffmann y López-Campos (2000) y Pastrana-Ruiz (2009), se reconocieron nuevos registros de tres familias, 26 géneros y 26 especies para México; de 61 familias, 114 géneros y 120 especies, para el suelo árido de Querétaro (Cuadro 3). El Suborden Prostigmata contribuyó con el mayor número de taxa, que varió del 45% a familia, el 55% a género y 56% a especie. Los ácaros Cryptostigmata ocuparon el segundo lugar, con 43% a familia, 36% a género y a especie. Los grupos Mesostigmata y Astigmata presentaron escasa riqueza de taxa (Fig. 8).

Cuadro 3. Lista taxonómica de familias y géneros de ácaros del suelo de la cuenca del Río Estórax, Qro.

(^HHoffmann y López-Campos, 2000; *Reportado por Rojas; (1986); +Reportado por Pastrana-Ruiz, (2009); °Nuevo registro para México; ^Q Nuevo registro para Querétaro).

Subclase Acari

Orden Parasitiformes

Suborden Mesostigmata

Rhodacaridae^{H+}

Rhodacarus sp.^Q

Digamasellidae^{H*}

Digamasellus sp.^Q

Ologamasidae^{H*}

Gamasellus sp.^{° Q}

Ascidae^{H+}

Asca sp.^Q

Proctolaelaps sp.^Q

Ameroseiidae^{HQ}

Ameroseius sp.^{° Q}

Phytoseiidae^{HQ}

Amblyseius sp.^Q

Laelapidae^{H*+}

Androlaelaps sp.^Q

Pseudoparasitus sp.^Q

Suborden Prostigmata

- Bimichaelidae^{HQ}
Bimichaelia sp.^Q
Petrallychus sp.^Q
- Nanorchestidae^{HQ}
Nanorchestes sp.^Q
Neonanorchestes sp.^Q
Speleorchestes meyerereae^Q
Speleorchestes potchfstroomensis^Q
Speleorchestes sp.^Q
- Terpnacaridae^{HQ}
Terpnacarus sp.^Q
- Pediculochelidae^{HQ}
Pediculochelus sp.^{° Q}
- Eupodidae^H
Claveupodes sp.^Q
Eupodes ereynetoides^Q
Protereynetes sp.^Q
- Penthalodidae^{H Q}
Penthalodes sp.^Q
Stereotydeus sp.^Q
- Rhagidiidae^{HQ}
Coccorhagidia sp.^Q
Rhagidia sp.^Q
- Tydeidae^{H*}
Apotriophtydeus sp.^{° Q}
Coccotydaeolus sp.^Q
Lorryia sp.^Q
Metalorryia sp.^{° Q}
Metatriophtydeus sp.^{° Q}
Meyerella sp.^{° Q}
Paratriophtydeus sp.^Q
Pseudotriophtydeus sp.^{° Q}
Reckytydeus sp.^{° Q}
Tydaeolus sp.^Q
Tydeus sp.^Q
Tyndareus sp.^{° Q}
- Bdellidae^{HQ}
Bdella longicornis^Q
Cyta latirostris^Q
Spinibdella sp.^Q
S. cronini^Q
S. depressa^Q
- Cunaxidae^{HQ}
Cunaxa sp.^Q
Cunaxoides sp.^Q
Neocunaxoides sp.^Q

Pulaeus sp.^Q
 Raphignathidae^{HQ}
 Raphignathus sp.^Q
 Eupalopsellidae^{o Q}
 Eupalopsellus sp. ^{o Q}
 Cryptognathidae^{HQ}
 Cryptognathus sp.^Q
 Stigmaeidae^{HQ}
 Ledermuelleriopsis sp.^Q
 Caligonellidae^{HQ}
 Caligonella sp. ^{o Q}
 Coptocheles sp.^Q
 Molothrognathus sp.^Q
 Neognathus sp.^Q
 Camerobiidae^{HQ}
 Neophyllobius sp.^Q
 Cheyletidae^{H*}
 Eucheyletia sp. ^Q
 Hemicheyletia sp.^{*}
 Microcheyla sp.^Q
 Cheyletiellidae^{HQ}
 Ornithocheyletia sp. ^Q
 Tetranychidae^{H*}
 Schizotetranychus sp.^Q
 Tetranychus sp. ^{*}
 Tenuipalpidae^{H*}
 Aegyptobia sp.^Q
 Brevipalpus sp. ^Q
 Linotetranidae^{HQ}
 Linotetranus sp.^Q
 Tarsocheylidae^{HQ}
 Hoplocheylus sp.^Q
 Pygmephoridae^{HQ}
 Bakerdania sp. ^{o Q}
 Siteroptes sp.^Q
 Microdispidae^Q
 Brennandania sp.^Q
 Tarsonemidae^{*}
 Tarsonemus^{*} sp.
 Teneriffiidae^Q
 Parateneriffia hirsti^Q
 Teneriffia sp.^Q
 Adamystidae^Q
 Adamystis sp.^Q
 Caeculidae^Q
 Allocaeculus sp. ^{o Q}
 Microcaeculus sp.^Q

Paratydeidae^Q
 Scolotydeus sp.^Q
 Tanytydeus sp.^Q
 Sp.1^Q
Erythraeidae^Q
 Augustsonella sp.^Q
Smarididae^Q
 Fessonia sp.^Q

Suborden Astigmata

Acaridae^{H*}
 Tyrophagus putrescentiae*^Q

Suborden Cryptostigmata

Aphelacaridae^{HQ}
 Aphelacarus sp.^Q
Cosmochthoniidae^{H*}
 Cosmochthonius sp.^Q
 Trichthonius sp.
Sphaerochthoniidae^{H*}
 Sphaerochthonius sp.^Q
Haplochthoniidae^{HQ}
 Haplochthonius sp.^Q
Brachychthoniidae^{HQ}
 Brachychthonius sp.^Q
 Liochthonius sp.^Q
Euphthiracaridae^{H*}
 Rhysotritia sp.^Q
Lohmanniidae^{HQ}
 Torpacarus sp.^Q
Epilohmanniidae^{HQ}
 Epilohmannia sp.^Q
Thripochthoniidae^{HQ}
 Archegozetes sp.^Q
Liodidae^H
 Liodes sp.^Q
Gymnodamaeidae^H
 Joshuella sp.^Q
Plateremaeidae^{HQ}
 Allodamaeus sp.^Q
 Pedrocortesella sp.^{° Q}
Pheroliodidae^{HQ}
 Licnoliodes sp.^{° Q}
Licnodamaeidae^Q
 Licnodamaeus sp.^Q
Damaeidae^{HQ}
 Epidamaeus sp.^Q

Cepheidae^{HQ}
 Reticulocepheus sp.^{°Q}
 Charassobatidae^{HQ}
 Ametroproctus sp.^{°Q}
 Eremaeozetidae^{HQ}
 Eremaeozetes sp.^Q
 Carabodidae^{HQ}
 Carabodes sp.^Q
 Oppiidae^{H*}
 Amerioppia sp.^Q
 Arcoppia sp.^Q
 Gratoppia sp.^{°Q}
 Ramusella sp.^Q
 Suctobelbidae^{HQ}
 Suctobelba sp.^Q
 Cymbaeremaeidae^{HQ}
 Scapheremaeus sp.^Q
 Scutoverticidae^{HQ}
 Hypovortex sp.^{°Q}
 Scutovertex sp.1^{°Q}
 Scutovertex sp.2^{°Q}
 Mochlozetidae^{HQ}
 Mochloribatula sp.^{°Q}
 Oribatulidae^{H*}
 Gerloubia sp.^{°Q}
 Jornadia sp.^{°Q}
 Lucoppia sp.^{°Q}
 Oribatula sp.^Q
 Zygoribatula borelensis^Q
 Haplozetidae^{H*}
 Mancoribates sp.^Q
 Rostrozetes sp.^Q
 Scheloribatidae^{HQ}
 Scheloribates sp.1^Q
 Scheloribates sp.2^Q
 Ceratozetidae^{HQ}
 Ceratozetes sp.^Q
 Galumnidae^{HQ}
 Acrogalumna sp.^{°Q}
 Galumna sp.1^Q
 Galumna sp. 2^Q
 Xilobatidae^Q
 Phenoxylobates sp.^{°Q}

La riqueza de géneros y especies varió en los diferentes grupos de ácaros.
 En Mesostigmata, destacaron Ascidae y Laelapidae con dos géneros y dos

especies. Del grupo Prostigmata, sobresalieron Tydeidae con 12 géneros y 12 especies, Caligonellidae y Cunaxidae con cuatro géneros y cuatro especies; Cheyletidae, Eupodidae, Bdellidae y Nanorchestidae con tres géneros cada una de ellas, en tanto que, a nivel de especie las dos primeras tuvieron tres y las otras dos restantes presentaron cinco. De Cryptostigmata, fueron Oribatulidae con cinco géneros y cinco especies, Oppiidae con cuatro géneros y cuatro especies, Scutoverticidae con tres géneros y tres especies, y Galumnidae con dos géneros y tres especies. El 37% de las familias registradas presentaron una sola especie (Cuadro 3).

Se determinaron diez especies, de las cuales ocho fueron de Prostigmata (*Speleorchestes meyeriae*, *S. potchefstromensis*, *Eupodes ereynetoides*, *Bdella longicornis*, *Cyta latirostris*, *Spinibdella cronini*, *S. depressa*, *Parateneriffia hirsti*), una de Astigmata (*Tyrophagus putrescentiae*) y una de Cryptostigmata (*Zygoribatula borelensis*).

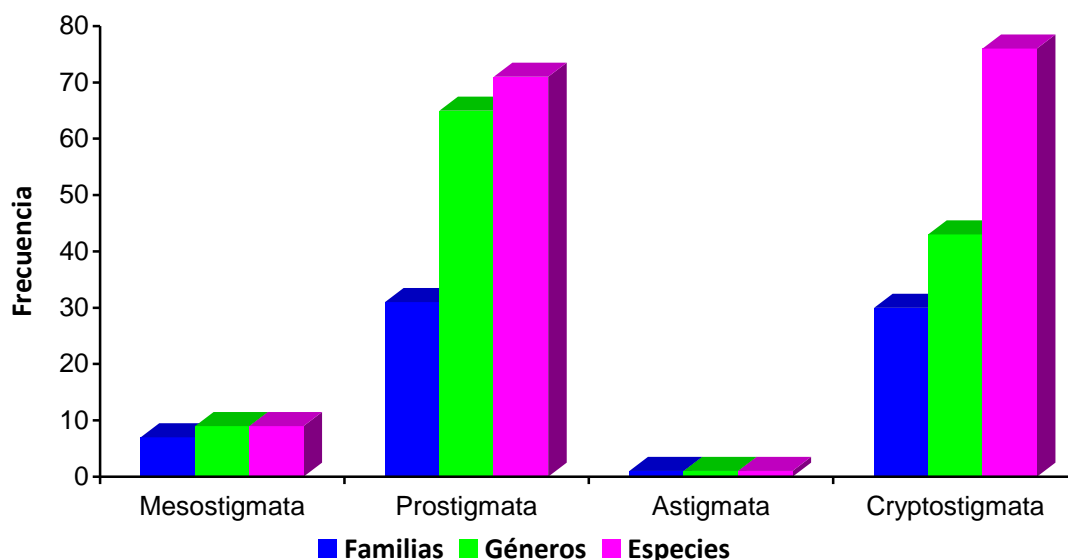


Figura 8. Número de familias, géneros y especies de los Subórdenes de Acari en la cuenca del Río Estórax, Qro.

6.2. Abundancia relativa y densidad

Se recolectaron 3 012 ácaros del suelo árido de la cuenca del Río Estórax. Los ácaros prostigmados presentaron la mayor abundancia (64.3%), seguidos de los (33.2%), luego los mesostigmados (2.1%), y al último los astigmados (0.4%) (Fig. 9). Del total de organismos encontrados, a los juveniles les correspondió el 5.24% (1.76% para larvas y 3.48% para ninfas) de los cuatro grupos de ácaros (criptostigmados con 2.65%, prostigmados con 2.19%, mesostigmados con 0.36% y astigmados con 0.04%).

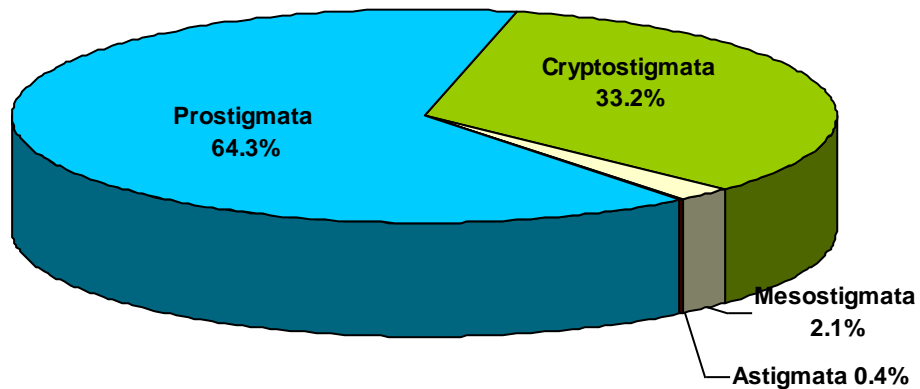


Figura 9. Abundancia relativa de los Subórdenes de Acari. N=3012.

La abundancia relativa de las familias y de las especies de los grupos de ácaros, se presenta en el Apéndice 1, sólo algunas taxa alcanzaron más del 3% de abundancia relativa, de tal forma que del grupo Prostigmata fueron Nanorchestidae con *Speleorchestes meyeriae*, *Speleorchestes potchefstomensis* y *Speleorchestes* sp, Tydeidae con *Tydeus* sp., la familia Bdellidae, Caligonellidae con *Molothrognathus* sp. y Linotetránidae con *Linotetranus* sp.; de Oribatida sobresalieron Aphelacaridae con *Aphelacarus* sp., Cosmochthoniidae con *Cosmochthonius* sp., Charassobatidae con *Ametroproctus* sp. y la familia Oribatulidae (Apéndice 1).

La densidad promedio total de ácaros fue de 5994 ind/m² siendo los prostigmados el grupo mejor representado con 3855 ind/m², seguido de los criptostigmados con 1988 ind/m², luego los mesostigmados con 127 ind/m², y el valor más bajo fue para los astigmados con 24 ind/m² (Fig. 10).

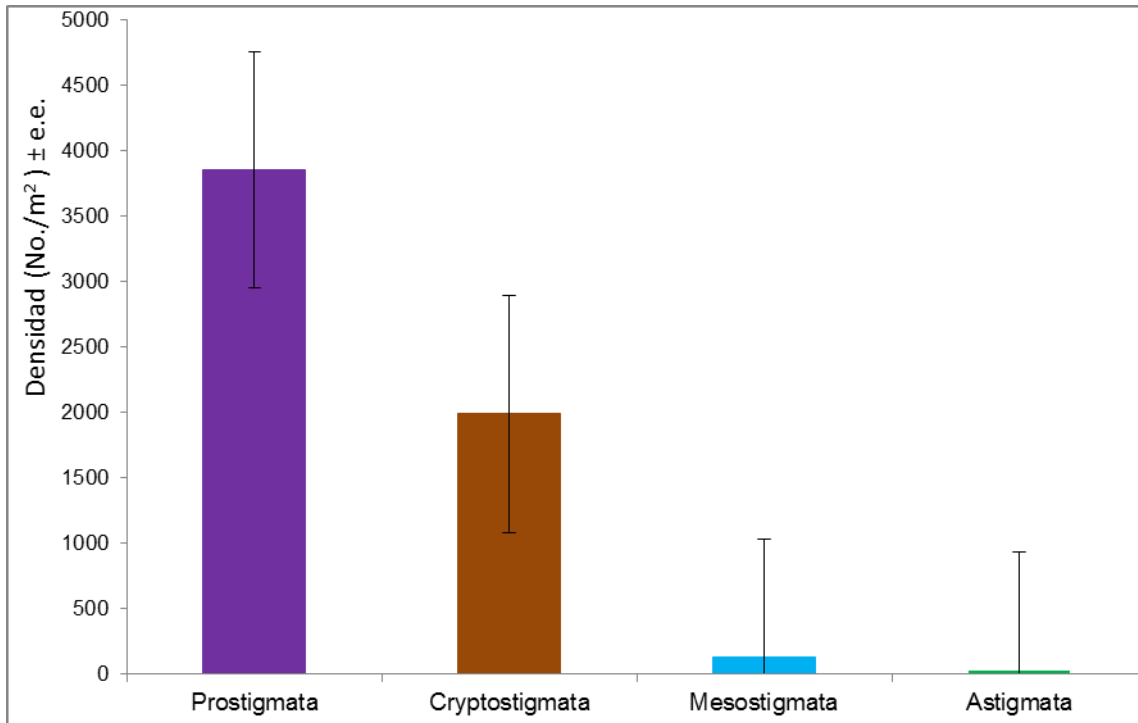


Figura 10. Densidad promedio de los Subórdenes de Acari. N=100.

6.3. Coeficiente de frecuencia

De acuerdo a Karppinen (1972) y Moraza *et al.* (1980), la única especie que resultó ser fundamental fue *Aphelacarus* sp., que también fue la especie más abundante de este estudio (Apéndice 1). Las especies frecuentes fueron *Speleorchestes* sp., *Tydeus* sp., *Molothrognathus* sp., *Linotetranus* sp., *Cosmochthonius* sp., y *Oribatula* sp. La mayoría de las especies encontradas resultaron ser accidentales (Apéndice 1).

6.4. Diversidad de especies

El matorral MR resultó ser el más abundante, y al igual que el MC registraron mayor diversidad ($H' = 3.58$) (Cuadro 4). De acuerdo al análisis de *t*, se encontró que las diferencias entre los índices de diversidad de los cinco matorrales fueron menos significativas entre los matorrales MR y MC ($t_{1264} = 0.37$ $p > 0.05$) (Cuadro 5).

Cuadro 4. Abundancia, riqueza, índices de diversidad, similitud y equitatividad de los ácaros edáficos asociados a MR: matorral rosétofilo de *Fouquieria-Acacia*; MMP: matorral micrófilo de *Prosopis-myrtillocaustus*; MT: matorral de transición de *Hechthia-Acacia*; MML: matorral micrófilo *Larrea-Acacia*; MC: matorral crasicaule de *Stenocereus* en la cuenca del Río Estórax, Qro. (Datos agrupados de octubre de 1992 a agosto de 1993).

| | Formación Vegetal | | | | |
|------------------------|-------------------|------|------|------|------|
| | MR | MMP | MT | MML | MC |
| No. de individuos | 1086 | 543 | 400 | 385 | 628 |
| Riqueza (S) | 86 | 60 | 52 | 35 | 71 |
| Índice de Shannon (H') | 3.58 | 3.40 | 3.25 | 2.87 | 3.58 |
| Índice de Simpson (D) | 0.95 | 0.95 | 0.94 | 0.92 | 0.96 |
| Equitatividad (J) | 0.80 | 0.83 | 0.82 | 0.81 | 0.84 |

Cuadro 5. Prueba de t ($p < 0.05$) para la comunidad de ácaros en MR: matorral rosétofilo de *Fouquieria-Acacia*; MMP: matorral micrófilo de *Prosopis-Myrtillocaustus*; MT: matorral de transición de *Hechthia-Acacia*; MML: matorral micrófilo de *Larrea-Acacia*; MC: matorral crasicaule de *Stenocereus* de la cuenca del Río Estórax, Qro. (Estadísticamente significativo* y no significativo**).

| | MMP | MT | MML | MC |
|----|-----------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------------|
| MR | $t_{1263.7} = 3.46^*$ | $t_{658.28} = 5.15^*$ | $t_{780.05} = 11.30^*$ | $t_{1264} = 0.37$ ** $p > 0.05$ |
| | MMP | $t_{713.32} = 2.20^*$ | $t_{812.02} = 7.74^*$ | $t_{1126.3} = -2.73^*$ |
| | | MT | $t_{723.09} = 4.63^*$ | $T_{770.85} = -4.45^*$ |
| | | | MML | $t_{874.24} = -9.95^*$ |
| | | | | MC |

El índice de Simpson de los cinco matorrales nos mostró que los individuos entre los taxa presentes están distribuidos de manera uniforme, ya que sus valores variaron entre 0.92 a 0.96. (Cuadro 4).

De acuerdo con los resultados de equitatividad se tiene que los matorrales MC y MMP son más homogéneos ($E= 0.84-0.83$), es decir, las especies que los componen están representadas por un número de individuos muy parecido, mientras que MR y MML resultó ser heterogéneo, o sea, algunas especies tienen más individuos que otras ($E= 0.80-0.81$) (Cuadro 4); por lo tanto, los taxa que pudieron haber influido para esta situación fueron: Nanorchestidae con 212 individuos y en especial *Speleorchestes meyeriae* con 79 ácaros para el MR; Nanorchestidae con 70 ácaros destacando *Speleorchestes potchefstroomensis* con 45 ácaros para el MML (Apéndice 2). La riqueza de especies de Mesostigmata, Astigmata y Cryptostigmata se asemeja entre los distintos matorrales no así las abundancias (excepto en Astigmata). Para el grupo Prostigmata tanto la riqueza de especies como la abundancia no se asemejó entre los distintos matorrales. Se encontraron más especies y organismos de Prostigmata en el MR, mientras que las especies de Cryptostigmata destacaron en el MC (Apéndice 2). Al comparar la abundancia y la riqueza en los distintos matorrales, se encontró que en el MR se presentaron los valores más altos (1086 y 86, respectivamente); en cambio, en el MML se presentaron los valores más bajos (385 y 35, respectivamente) (Cuadro 4). Cabe destacar que 19 morfotipos y 16 familias fueron comunes a todos los matorrales.

Los matorrales más parecidos entre sí fueron el MR y el MMP ya que compartieron el 65% de las especies, en cambio los menos parecidos el MR y el MML quienes sólo tuvieron en común el 44% de las especies que conforman la comunidad (Cuadro 6). En general, este último matorral presentó los valores más bajos de semejanza faunística con respecto a los demás matorrales xerófilos.

Posiblemente la baja diversidad de especies en el MML se deba a que en este matorral las condiciones ambientales así como algunas propiedades edáficas necesarias para las poblaciones de ácaros fueron limitadas, ya que por ejemplo, la textura del suelo fue del tipo arenoso aunado a que la vegetación estaba distribuida de manera espaciada, ya que había grandes espacios de suelo descubierto, y también pudo haber influido la cercanía de la localidad al poblado de Higuierillas, haciéndola susceptible de ser perturbada por el hombre.

Cuadro 6. Coeficiente de similitud de Sørensen entre MR: matorral rosétofilo de *Fouquieria-Acacia*; MMP: matorral micrófilo de *Prosopis-myrtillocaactus*; MT: matorral de transición de *Hechthia-Acacia*; MML: matorral micrófilo de *Larrea-Acacia*; MC: matorral crasicaule de *Stenocereus*.

| | MMP | MT | MML | MC |
|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| MR | 0.65 | 0.50 | 0.44 | 0.57 |
| | MMP | 0.57 | 0.52 | 0.58 |
| | | MT | 0.50 | 0.58 |
| | | | MML | 0.49 |
| | | | | MC |

Las comunidades de ácaros, además de diferir en el número de individuos por taxa, los hábitos alimentarios de los taxa encontrados parecen seguir este patrón (Cuadro 7), ya que la riqueza y la abundancia de los taxa de acuerdo con los hábitos alimenticios en los que fueron clasificados variaron en los distintos matorrales; en el caso del número de taxa por matorral, casi fue semejante entre los distintos matorrales, pero en la abundancia si hubo diferencias entre ellos. El hábito depredador facultativo fue el que en su mayor parte presentaron los ácaros encontrados en este estudio (1,109 ácaros) y prevaleció en cuatro de los cinco matorrales. También estuvo bien representado el hábito depredador (709 ácaros) y fue común en tres matorrales (Cuadro 7). Los hábitos necrófagos y parásitos estuvieron poco representados. Un gran número de ácaros registrados se desconoce sus hábitos alimentarios. En el matorral MRFA se presentó la abundancia más alta de depredadores, depredadores facultativos, microfitófagos obligados y fitófagos (251, 477, 172 y 125 respectivamente) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Riqueza (S) y abundancia (N) de los taxa encontrados en MR: matorral rosétofilo de *Fouquieria-Acacia*; MMP: matorral micrófilo de *Prosopis-myrtillocaactus*; MT: matorral de transición de *Hechthia-Acacia*; MML: matorral micrófilo de *Larrea-Acacia*; MC: matorral crasicaule de *Stenocereus* de acuerdo con el hábito alimentario en los que fueron clasificados.

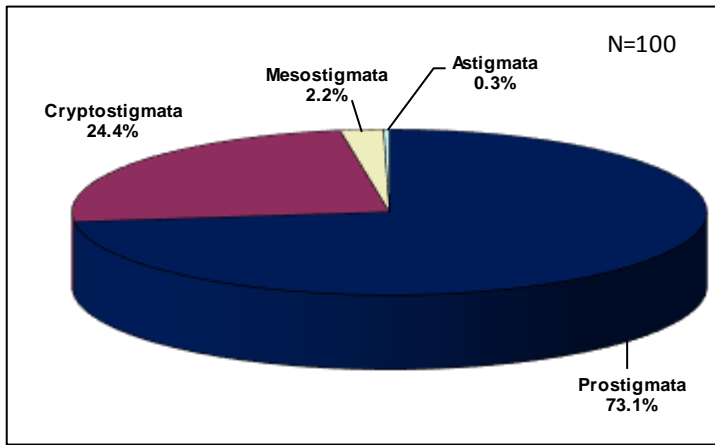
| | MR | | MMP | | MT | | MML | | MS | | Total | |
|------------------------|----|--------------|-----|------------|----|------------|-----|------------|----|------------|-------|--------------|
| | S | N | S | N | S | N | S | N | S | N | S | N |
| Depredador | 23 | 251 | 17 | 159 | 15 | 82 | 14 | 83 | 20 | 127 | 89 | 702 |
| Depredador facultativo | 6 | 477 | 9 | 178 | 8 | 143 | 6 | 115 | 13 | 196 | 42 | 1 109 |
| Microfitófago obligado | 15 | 172 | 13 | 127 | 10 | 81 | 7 | 116 | 11 | 151 | 56 | 647 |
| Fitófago | 3 | 125 | 3 | 54 | 2 | 28 | 1 | 45 | 2 | 62 | 11 | 314 |
| Necrófago | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 9 | 1 | 6 | 2 | 2 | 6 | 18 |
| Parásito | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Desconocido | 4 | 38 | 2 | 22 | 3 | 16 | 1 | 15 | 4 | 50 | 14 | 141 |
| Juveniles | | 21 | | 3 | | 11 | | 8 | | 37 | | 80 |
| Total | | 1 086 | | 543 | | 370 | | 388 | | 625 | | 3 012 |

6.5. Distribución espacial

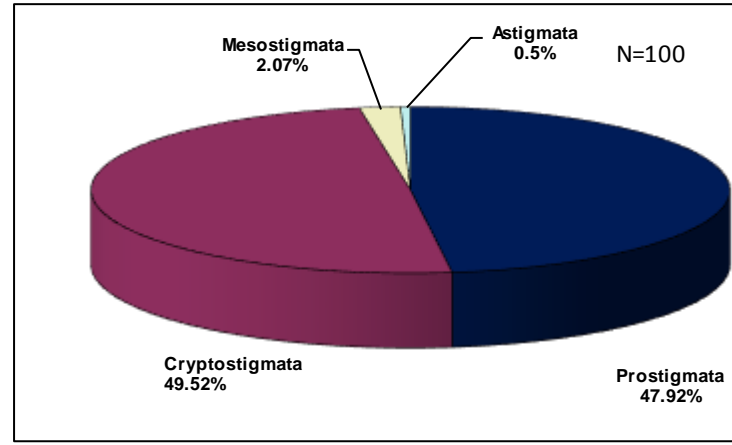
La riqueza en los distintos matorrales fue de la siguiente manera: el MR presentó el mayor número de especies, 85, le siguió el MC con 71, luego el MMP con 60, después el MT con 52 y en último lugar estuvo el MML con sólo 35 especies. Quince especies estuvieron presentes en todas las localidades, en cambio 53 especies se presentaron en un tipo de matorral (Apéndice 2).

La abundancia relativa de las poblaciones de ácaros en los diferentes matorrales de la cuenca del río Estórax mostró el subsecuente patrón: En el MR se registró el valor más alto con 36.05%, le siguió el MCS con 20.84%, luego el MMP con 18.03%, después el MML con 12.78%, y por último, con poca diferencia con el último matorral, el MT con 12.27%. A excepción del MC, en los otros cuatro matorrales el grupo Prostigmata fue consistentemente el de mayor abundancia, más del 50%, alcanzando el valor más alto, en el MR (73.11%). En el MC, los ácaros Prostigmata y Cryptostigmata codominaron, ya que presentaron abundancia de 47.92% y 49.52% respectivamente. Los Cryptostigmata presentaron baja abundancia en el matorral desértico rosetófilo, a diferencia de los

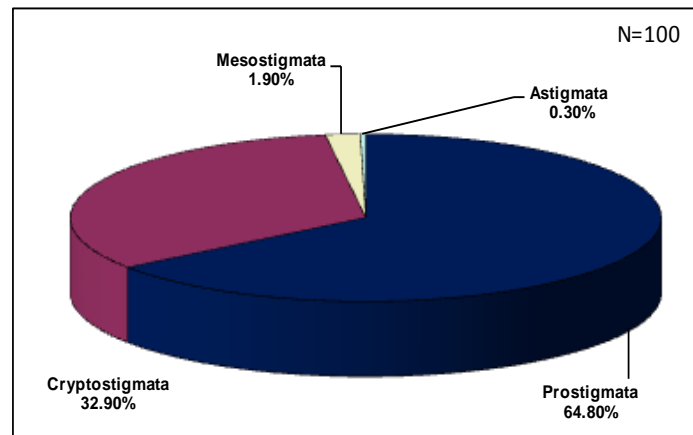
ácaros Prostigmata, que dominaron en este matorral, como se mencionó anteriormente. Los ácaros mesostigmados y astigmados estuvieron pobremente representados en todos los matorrales (Fig. 11). Con respecto a los juveniles, el 49% correspondió al MC, el 30% al MR, el 12% al MT, el 6% al MMP y el 3% al MML.



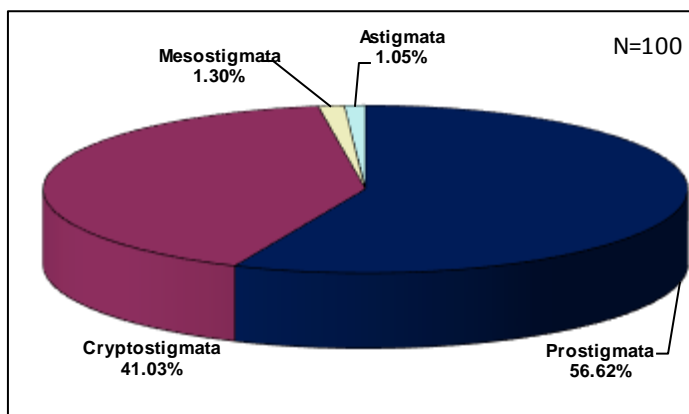
MR



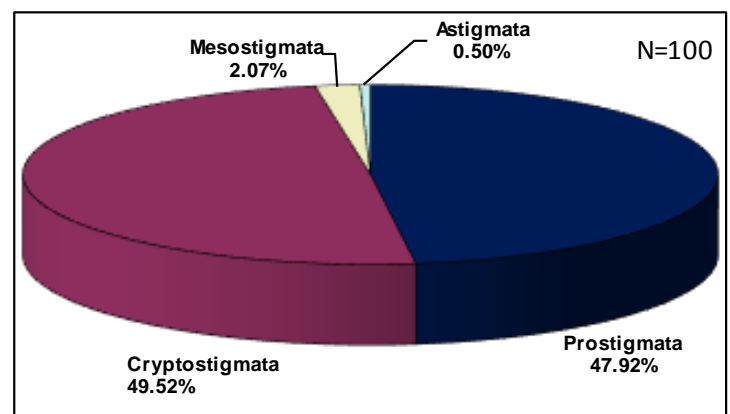
MMP



MT



MML



MC

Figura 11. Abundancia relativa de los diferentes grupos de ácaros en MR: matorral rosétofilo de *Fouqueiria-Acacia*; MMP: matorral micrófilo de *Prosopis-myrtillocactus*; MT: matorral de transición de *Hechthia-Acacia*; MML: matorral micrófilo de *Larrea-Acacia*; MC: matorral crasicale de *Stenocereus* de la cuenca del Río Estórax, Qro.

En el MR se encontró un total de 27 familias de prostigmados, siendo Nanorchestidae la familia mejor representada (26.7%) seguida de Tydeidae (17.6%), en el MMPM fueron 22 familias, con Tydeidae (18.8%) como la mejor representada, seguida de Nanorchestidae (17.2%); en el MT se registraron 17 familias donde Nanorchestidae (33.3%) resultó ser la más abundante seguida de Tydeidae (17.5%); en el MML se obtuvieron 14 familias siendo Nanorchestidae (32.1%) la más común seguida por Linotetranidae (20.6%) y, en el MC se reportan 20 familias con Nanorchestidae (20.9%) como la más abundante seguida de Linotetranidae (19.9%). Se tiene que *Speleorchestes* fue el género más abundante en todos los matorrales estudiados (23%, 17%, 33.3%, 31.2% y 20.9% respectivamente). Los géneros *Tydeus* y *Linotetranus* también destacaron por su abundancia (Apéndice 2). La abundancia de las familias menos comunes varío entre 1-99 ácaros para el MR, 1-48 organismos para el MMP, 1-26 ácaros para el MT, 1-27 ejemplares para el MML y 1-42 individuos para el MC. Entre las familias raras de este grupo fueron Pediculochelidae, Cheyletiellidae y Erythraeidae que sólo fueron encontradas en el MR, Penthelodidae en el MT y Terpnacaridae en el MC (Apéndice 2).

El grupo Cryptostigmata contribuyó en gran medida a la abundancia del MC (49.28%) (Fig. 11). En el MR se encontraron 17 familias, siendo Aphelacaridae la mejor representada (33.6%) siguiéndole Oribatulidae (16.2%) (Apéndice 2); en el MMP se registraron 15 familias donde resultó Aphelacaridae como la familia más abundante (36.4%) seguida de Oribatulidae (14%); en el MT se obtuvieron 15 familias en donde destacó Aphelacaridae (32.8%) seguido por Cosmochthoniidae (16.4%); en el MML se presentaron 10 familias sobresaliendo Aphelacaridae (34.2%) seguida de Cosmochthoniidae (23.6%), y en el MC se registraron 20 familias siendo la más abundante Aphelacaridae (18%) seguida de Charassobatidae (13.5%). El género más común en todos los matorrales fue *Aphelacarus* (33.6%, 36.4%, 32.8%, 34.2% y 18% respectivamente). Los géneros *Cosmochthonius*, *Oribatula*, *Ametroproctus*, *Schelorbates* y *Zygoribatula* también sobresalieron en abundancia. Entre las familias raras estuvieron Thrypochthoniidae, Pheroliodidae y Suctobelbidae que sólo se encontraron en el

MR, Damaeidae en el MMP, Sphaerochthoniidae, Liodidae y Eremaeozetidae en el MT, Cepheidae en el MML, Euphthiracaridae, Epilohmannidae, Carabodidae, Ceratozetidae y Xilobatidae en el MC (Apéndice 2).

El grupo Mesostigmata, en el MR se presentaron cinco familias, en donde Ascidae y Laelapidae fueron las familias más abundantes (29.2%); en el MMP se registraron cuatro familias, con Digamasellidae como la familia mejor representada (66.7%); en el MT fueron tres familias registradas, con Ascidae (57%) como la familia dominante; en el MML, Rhodacaridae y Ascidae fueron las familias más abundantes (40%), y en el MC se hallaron cinco familias siendo Ascidae (30.8%) la familia mejor representada (Apéndice 2). El género más común en todos los matorrales fue *Asca* sp. (29.2%, 6.6%, 57%, 40% y 23.1%, respectivamente).

Las especies de prostigmados más comunes en los distintos matorrales, fueron *Tydeus* sp., que dominó en el MR y MT, *Molothrognathus* sp. en MMP y MC, *Linotetrans* sp. y *Speleorchestes potchesfstroomensis* en el MML y *Linotetrans* sp. en el MC (Cuadro 8). *Linotetrans* sp. ocupó el segundo lugar en el MR, *Speleorchestes meyeriae* figuró entre los tres primeros lugares en MR, MMP, MT y MC. *Speleorchestes* sp. destacó en el MR. La abundancia relativa más alta (21%) fue para *Speleorchestes potchesfstroomensis* y *Linotetrans* sp. en el MMP (Cuadro 8).

Las especies dominantes de los oribátidos fueron *Aphelacarus* sp. que dominó en todos los matorrales con valores de abundancia entre 18% y 36%. *Oribatula* sp. ocupó el segundo lugar en MR y MMP; en tanto que *Cosmochtonius* sp. también fue el segundo lugar en MT y MML. *Licnodamaeus* sp. alcanzó su abundancia más alta en MR y MMP. *Ametroproctus* sp. fue más abundante en MR, MML y MC. *Zygoribatula borelensis* destacó en el MC (Cuadro 8).

De los mesostigmados, las especies que destacaron por su abundancia en los distintos matorrales fueron, *Digamasellus* sp. en el MMP, *Asca* sp. en el MR. *Amblyseius* sp. ocupó el segundo lugar en el MR (Apéndice 2).

En el caso de los astigmados, *Thyrophagus putrescentiae*, la única especie encontrada, estuvo mejor representada en el MML, siguiéndole MR y MC (Apéndice 2).

Cuadro 8. Abundancia de cada especie dominante de ácaro Prostigmata y Cryptostigmata en MR: matorral rosétifilo de *Fouqueiria-Acacia*; MMP: matorral micrófilo de *Prosopis-myrtilocactus*; MT: matorral de transición de *Hechthia-Acacia*; MML: matorral micrófilo de *Larrea-Acacia*; MC: matorral crasicaule de *Stenocereus*.

| Especie | MR | MMP | MT | MML | MC |
|---|-----|-----|----|-----|----|
| Prostigmata | | | | | |
| <i>Tydeus</i> sp. | 108 | 35 | 40 | 23 | 21 |
| <i>Linotetrans</i> sp. | 99 | 28 | 26 | 45 | 60 |
| <i>Speleorchestes meyererae</i> | 79 | 31 | 32 | 1 | 28 |
| <i>Molothrognathus</i> sp. | 20 | 46 | 9 | 21 | 35 |
| <i>Speleorchestes potchefstromensis</i> | 39 | 18 | 16 | 45 | 28 |
| <i>Speleorchestes</i> sp. | 65 | 16 | 32 | 22 | 7 |
| <i>Spinibdella depressa</i> | 34 | 26 | 16 | 0 | 8 |
| Cryptostigmata | | | | | |
| <i>Aphelacarus</i> sp. | 89 | 52 | 40 | 55 | 56 |
| <i>Oribatula</i> sp. | 33 | 15 | 6 | 8 | 6 |
| <i>Licnodamaeus</i> sp. | 20 | 11 | 7 | 0 | 6 |
| <i>Cosmochthonius</i> sp. | 29 | 12 | 19 | 38 | 35 |
| <i>Ametroproctus</i> sp. | 16 | 11 | 6 | 15 | 42 |
| <i>Zygoribatula borelensis</i> | 1 | 2 | 5 | 9 | 21 |

6.6. Distribución temporal

Se observaron variaciones tanto en la densidad como en la riqueza en el desarrollo del estudio del suelo árido de la cuenca del Río Extórax, Qro. En general, las mayores densidades del suelo se presentaron en enero (6990 ± 1192 ind/m²) y agosto (6638 ± 937 ind/m²), la densidad más baja fue en mayo (4712 ± 759 ind/m²) y la de octubre (5635 ± 767 ind/m²) fue superior a la de mayo (Fig. 12). La densidad de los juveniles varió también en los muestreos, ya que sobresalieron

en agosto ($100 \pm 13 \text{ ind/m}^2$), luego en octubre ($90 \pm 8 \text{ ind/m}^2$), después en enero ($72 \pm 16 \text{ ind/m}^2$), y por último en mayo ($54 \pm 13 \text{ ind/m}^2$).

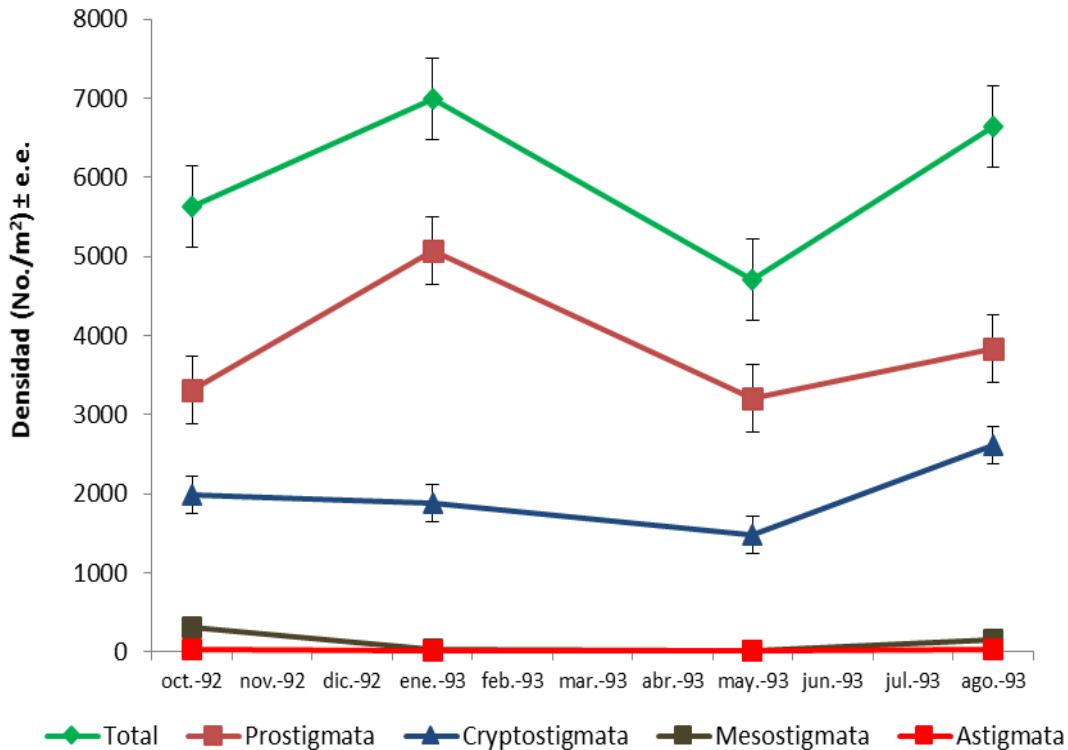


Figura 12. Distribución temporal de la densidad total y de los grupos de ácaros.

Al comparar la densidad poblacional entre los grupos de ácaros, el grupo Prostigmata fue el más dominante en todos los muestreos, le siguió Cryptostigmata, tanto Mesostigmata como Astigmata estuvieron pobremente representados en los muestreos (Fig. 12). Los prostigmados alcanzaron la mayor densidad poblacional en enero, en cambio la más baja fue en mayo, este grupo contribuyó en gran medida a la densidad total de los ácaros edáficos. Los criptostigmados fueron más abundantes en agosto y menos en mayo. De los mesostigmados se puede decir que, su densidad más alta fue en octubre y la más baja en mayo. Los valores de astigmados estuvieron pobremente representados (Fig. 12).

En cuanto a la riqueza de familias y especies en los distintos muestreos se tiene lo siguiente: en octubre se obtuvo la mayor riqueza, 55 familias y 89 especies, le siguió el de agosto con 50 familias y 76 especies, después fue el de mayo con 39 familias y 55 especies, y en el de enero con 38 familias y 61 especies (Apéndice 3).

A continuación se presenta la fluctuación temporal de las especies comunes de los diferentes grupos de ácaros.

Prostigmata

En octubre se registraron 29 familias siendo Nanorchestidae la más abundante con 732 ind/m², siguiéndole Linotetranidae con 382 ind/m² y luego Tydeidae con 364 ind/m². En enero, se registraron 22 familias, en el que sobresalió Tydeidae con 1640 ind/m², después Nanorchestidae con 1328 ind/m² y luego Linotetranidae con 469 ind/m². En mayo, se obtuvieron 19 familias, en el que destacaron Nanorchestidae con 820 ind/m², Linotetranidae con 525 ind/m² y Tydeidae con 469 ind/m². En agosto se encontraron 23 familias, en el que sobresalieron Nanorchestidae con 1027 ind/m², Linotetranidae con 677 ind/m² y Tydeidae con 446 ind/m². El género *Speleorchestes* alcanzó su densidad poblacional más alta en todos los muestreos realizados (668 ind/m², 1241 ind/m², 820 ind/m² y 924 ind/m², respectivamente) (Apéndice 3). En el muestreo de octubre, destacaron *Linotetranus* sp., *Speleorchestes meyereae*, *Tydeus* sp. y *Molothrognathus* sp.; en el de enero fueron *Tydeus* sp., *Speleorchestes meyereae* y *Linotetranus* sp.; en el de mayo fueron *Linotetranus* sp., *Speleorchestes potchefstroomensis*, *Molothrognathus* sp. y *Tydeus* sp. y, en el mes de agosto fueron *Linotetranus* sp., *Speleorchestes potchefstroomensis*, *Speleorchestes* sp. y *Molothrognathus* sp. (Fig. 13).

Cryptostigmata

En el muestreo de octubre, se registraron 18 familias sobresaliendo, Aphelacaridae con 470 ind/m², le siguió Cosmochthoniidae con 358 ind/m² y luego Oribatulidae con 276 ind/m². En enero se encontraron 13 familias, en él que destacó Aphelacaridae con 716 ind/m² siguiéndole Charassobatidae con 270 ind/m² y luego Cosmochthoniidae con 230 ind/m². En mayo se hallaron 18 familias,

en el que Aphelacaridae obtuvo 565 ind/m², siguiéndole Oribatulidae con 198 ind/m² y luego Cosmochthoniidae con 167 ind/m². En agosto se obtuvieron 21 familias siendo Aphelacaridae la familia más sobresaliente con 573 ind/m², le siguieron Oribatulidae y Scheloribatidae con 279 ind/m² y después Cosmochthoniidae con 239 ind/m² (Anexo 3).

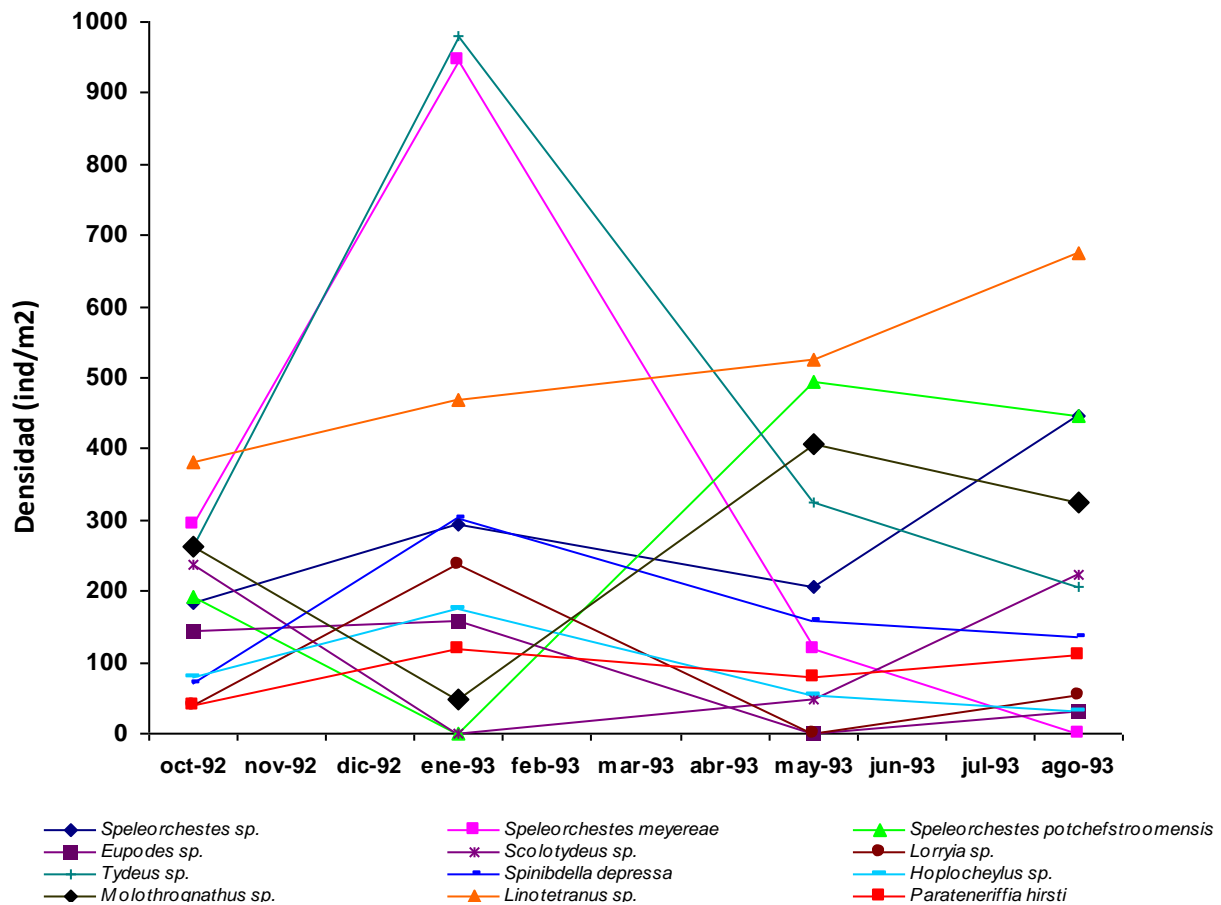


Figura 13. Variación temporal de la densidad de las especies dominantes de Prostigmata.

En octubre las especies que destacaron fueron *Aphelacarus* sp., *Cosmochthonius* sp., *Joshuella* sp. e *Hypovortex* sp.; en octubre fueron *Aphelacarus* sp. y *Cosmochthonius* sp.; en el de enero correspondió a *Aphelacarus* sp., *Ametroproctus* sp., *Cosmochthonius* sp. y *Zygoribatula borelensis*; en el de

mayo fueron *Aphelacarus* sp. *Cosmochthonius* sp. y *Oribatula* sp., y en el de agosto fueron *Aphelacarus* sp., *Ametroproctus* sp., *Cosmochthonius* sp. y *Schelorbates* sp. 2 (Fig. 14).

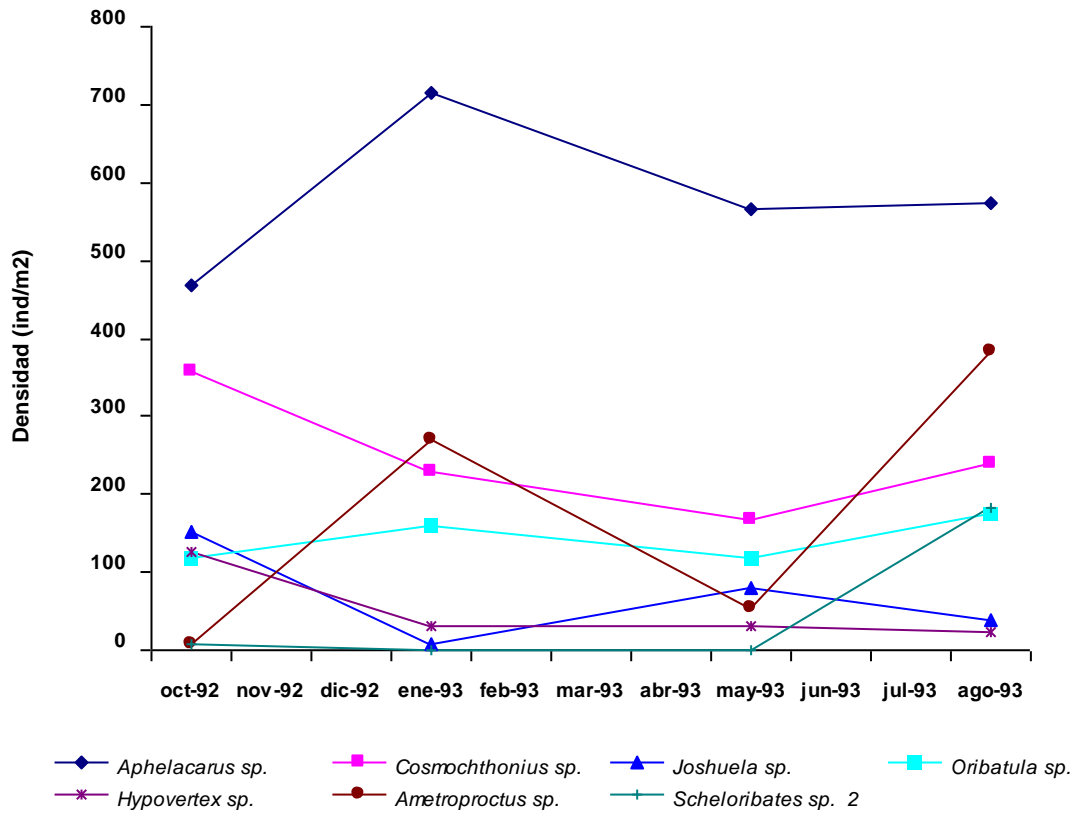


Figura 14. Variación temporal de la densidad de las especies dominantes de Cryptostigmata.

Mesostigmata

Este grupo de ácaros en octubre presentó siete familias, de las cuales Digamasellidae tuvo la densidad más alta, 103 ind/m², le siguió Ascidae con 63 ind/m². En enero se registraron dos familias, Digamasellidae y Laelapidae con 16 ind/m² cada una. En mayo sólo se encontró a Laelapidae con 16 ind/m². En agosto fueron cinco familias destacando Ascidae con 87 ind/m² seguida de Digamasellidae con 23 ind/m² (Apéndice 3). *Digamasellus* sp., *Asca* sp. y *Androlaelaps* sp. se presentaron en todos los muestreos. *Digamasellus* sp.

sobresalió en octubre, *Asca* sp. en agosto y *Androlaelaps* sp. en enero y mayo, en esta última fecha fue la única especie que se registró en la área de estudio (Fig. 15).

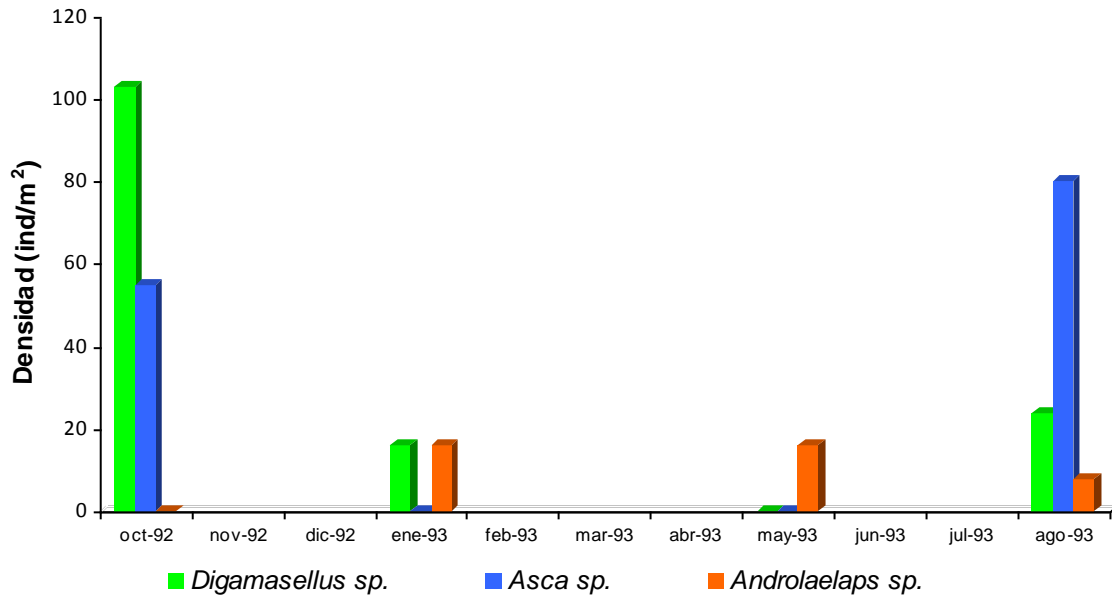


Figura 15. Variación temporal de la densidad de las especies más comunes de Mesostigmata.

6.7. Rasgos ambientales

Con respecto a los parámetros edáficos, se distinguió poca diferencia en el porcentaje de las partículas de suelo, ya que en el MMLy el MC se observó mayor porcentaje de arenas en comparación con el MR y el MT donde se presentó una textura del suelo migajón arcillo-arenosa, en cambio, en el MMP se presentó una textura de tipo migajón-limosa. Del análisis fisicoquímico de las muestras de suelo, los valores de humedad fueron bajos y variaron entre 2%-3.3%, los del pH oscilaron alrededor de 7.7, como puede observarse no hubo grandes diferencias en estos parámetros entre los matorrales estudiados (Cuadro 9). El contenido de materia orgánica fue muy bajo siendo el MT con el 6.3% y el MC con sólo 3.8% (Cuadro 9). Las especies de plantas xerófilas junto a la cuales se recolectaron las muestras de suelo se muestran en el mismo cuadro.

En las muestras de suelo, los registros de temperatura variaron entre 13.5°C – 44.5°C y de humedad entre 10% - 62% (n=100).

Cuadro 9. Valores de pH, materia orgánica, textura del suelo y plantas dominantes de MR: matorral rosétofilo de *Fouquieria-Acacia*; MMP: matorral micrófilo de *Prosopis-Myrtillocactus*; MT: matorral de transición de *Hechthia-Acacia*; MML: matorral micrófilo de *Larrea-Acacia*; MC: matorral crasicaule de *Stenocereus*. (*e.e.= error estándar; N=20).

| Matorral | Ph Rango \pm e.e* | % Materia Orgánica Rango \pm e.e* | Textura del suelo | Especie de planta junto a la cual se colectó el material acarológico |
|----------|------------------------|---|--------------------------------|--|
| MR | 7.5-7.6 \pm 0.024 | 4.6-5.3 \pm 0.090 | Migajón arcillo- arenosa | <i>Dasyilirion</i> , <i>Agave</i> sp., <i>Condalia mexicana</i> , <i>Larrea tridentata</i> y <i>Echinocactus</i> sp. |
| MMP | 7.7-7.8 \pm 0.024 | 4.8-5.9 \pm 0.201 | Migajón limosa | <i>Prosopis juliflora</i> , <i>Acacia</i> <i>constricta</i> , <i>Myrtillocactus</i> sp., <i>Larrea tridentata</i> y <i>Fouquieria splendens</i> . |
| MT | 7.6-7.9 \pm 0.051 | 3.1-6.4 \pm 0.560 | Migajón arcillo- arenosa | <i>Hechthia</i> sp., <i>Acacia</i> <i>constricta</i> , <i>Karwinskia</i> <i>mollis</i> , <i>Fouquieria</i> <i>splendens</i> y <i>Agave</i> sp. |
| MML | 7.8-7.9 \pm 0.024 | 3.3-5.4 \pm 0.360 | Arenosa | <i>Hechthia</i> sp., <i>Larrea</i> <i>tridentata</i> , <i>Jatropha</i> <i>dioica</i> , <i>Acacia constricta</i> y <i>Croton ehrenbergii</i> . |
| MC | 7.3-7.8 \pm 0.086 | 3.8-5.3 \pm 0.260 | Arenosa | <i>Stenocereus dumortierii</i> , <i>Hechthia</i> sp., <i>Prosopis</i> <i>juliflora</i> , <i>Cassia</i> sp. y <i>Prosopis juliflora</i> . |

6.8. Analisis de Regresión

De acuerdo con el análisis de regresión múltiple efectuado entre la abundancia total y de los Subórdenes de ácaros con la temperatura y la humedad relativa ambientales, no se encontró una correlación significativa entre ellos (Cuadro 10).

Cuadro 10. Resultados de la Regresión Múltiple de la abundancia total de ácaros y los Subórdenes de ácaros. (g.l.=2,97).

| Abundancia | r² | F | P |
|-------------------|----------------------|----------|----------|
| Total | 0.026 | 1.318 | 0.272 |
| Prostigmata | 0.034 | 1.747 | 0.179 |
| Cryptostigmata | 0.007 | 0.370 | 0.691 |
| Mesostigmata | 0.0009 | 0.044 | 0.956 |
| Astigmata | 0.004 | 0.216 | 0.956 |

6.9. Análisis estadísticos

De la prueba ANOVA de dos vías, se encontró un efecto significativo de los tipos de matorrales sobre la abundancia total de ácaros así como para cada uno de los grupos de ácaros, en cambio, el efecto de la temporada de muestreo sobre la abundancia de los organismos no fue significativo ($F_{3,92} = 0.76$; $p > 0.05$) (Cuadro 11).

Cuadro 11. Prueba de ANOVA de dos vías entre el tipo de matorral y la época de muestreo con la abundancia de ácaros.

Abundancia total

| Fuente de variación | <i>F</i> | g.l. | <i>P</i> | Significancia |
|--------------------------------------|--------------|----------|----------------|---------------|
| Tipo de matorral | 4.798 | 4 | 0.00140 | * |
| Época de muestreo | 0.757 | 3 | 0.520 | |
| Tipo de matorral * época de muestreo | 102.53 | 1 | 0.00 | |

Prostigmata

| Fuente de variación | <i>F</i> | g.l. | <i>P</i> | Significancia |
|--------------------------------------|--------------|----------|--------------|---------------|
| Tipo de matorral | 4.912 | 4 | 0.001 | * |
| Época de muestreo | 0.812 | 3 | 0.490 | |
| Tipo de matorral * época de muestreo | 66.053 | 1 | 0.000 | |

Cryptostigmata

| Fuente de variación | <i>F</i> | g.l. | <i>P</i> | Significancia |
|--------------------------------------|--------------|----------|--------------|---------------|
| Tipo de matorral | 3.316 | 4 | 0.013 | * |
| Época de muestreo | 1.364 | 3 | 0.258 | |
| Tipo de matorral * época de muestreo | 95.798 | 1 | 0.000 | |

Mesostigmata

| Fuente de variación | <i>F</i> | g.l. | <i>P</i> | Significancia |
|--------------------------------------|--------------|----------|--------------|---------------|
| Tipo de matorral | 1.331 | 4 | 0.264 | * |
| Época de muestreo | 5.305 | 3 | 0.002 | |
| Tipo de matorral * época de muestreo | 19.404 | 1 | 0.000 | |

Astigmata

| Fuente de variación | <i>F</i> | g.l. | <i>P</i> | Significancia |
|--------------------------------------|--------------|----------|--------------|---------------|
| Tipo de matorral | 0.731 | 4 | 0.572 | * |
| Época de muestreo | 0.487 | 3 | 0.691 | |
| Tipo de matorral * época de muestreo | 6.555 | 1 | 0.012 | |

La prueba *pos hoc* de Tukey ($p < 0.05$), mostró que las diferencias de abundancia, se encuentran entre el grupo A (MR) con el grupo B (MMP, MT y MML), y el grupo AB (MC) se asemeja a los dos grupos anteriores (Fig. 16).

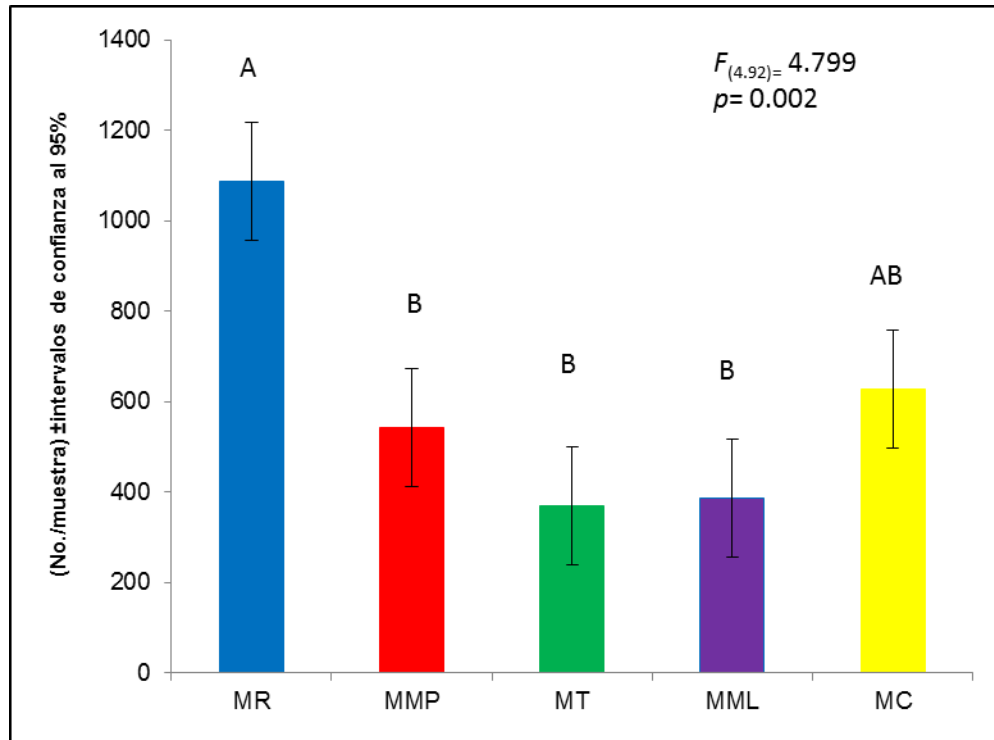


Figura 16. Comparación de la abundancia entre MR: matorral rosétofilo de *Fouquieria-Acacia*; MMP: matorral micrófilo de *Prosopis-Myrtillocactus*; MT: matorral de transición de *Hechthia-Acacia*; MML: matorral micrófilo de *Larrea-Acacia*; MC: matorral crasicale de *Stenocereus*. Las distintas letras denotan diferencias significativas con $p < 0.05$ (Prueba de Tuckey).

VII. DISCUSIÓN

7.1. Acarofauna edáfica y adaptaciones a la vida en suelos áridos

En los ecosistemas desérticos, donde los procesos biológicos están controlados principalmente por estrés de factores físicos y químicos, más que por interacciones biológicas, se cree que hay menor diversidad de especies (Noy-Mier, 1985), considerando esta idea, Schnürer *et al.* (1985) mencionan que la biomasa de microorganismos en el suelo es proporcional a la materia orgánica, de tal forma que los suelos minerales de las regiones áridas generalmente soportan poca cantidad de microorganismos. Esta es una primera explicación de la baja abundancia de microartrópodos en la zona árida de estudio en comparación con otros ambientes. Si bien las densidades absolutas de microartrópodos edáficos en zonas áridas pueden ser bajas en comparación con aquellas que se presentan en suelos forestales, los suelos áridos pueden mostrar comunidades de microartrópodos relativamente ricas en número de especies sorprendentemente bien adaptadas a la rigurosidad climática del ambiente (Cepeda y Whitford, 1990a, b; Wallwork *et al.*, 1984, 1986). En el presente estudio se distinguieron formas particulares dentro de los individuos de cada taxa, además de su pequeño tamaño, como fueron rhodacaridos, tideidos; características que pueden estar relacionadas con modificaciones que les permiten sobrevivir en las condiciones áridas donde se encuentran. Podría considerarse, también, que algunos ácaros presentarán ecomorfosis, fenómeno que implica cambios en algunos caracteres morfológicos y anatómicos que afectan su tamaño y forma general del individuo como consecuencia de modificaciones en las condiciones ambientales, como es el caso de los nanorquestidos, afelaridos y cosmoctoniidos, que figuraron como los ácaros más comunes de este estudio (Palacios-Vargas, 1980).

7.2. Composición de la acarofauna edáfica en el Río Estorax y relación con otras zonas áridas

Son muy pocos los estudios realizados sobre microartrópodos de zonas áridas. En Norte América destacan los efectuados en el Desierto Chihuahuense y Mojave así como el del Valle de Tehuacán y el desierto de Baja California Sur. Autores como

Kamill *et al.* (1985), Noble *et al.* (1996) y Villarreal (2012) reportan un total de 22, 30 y 25 familias de ácaros respectivamente, estos resultados contrastan con las 69 familias de ácaros encontradas en el presente trabajo. Sin embargo, otros investigadores como Estrada *et al.* (1988), Neher *et al.* (2009) registraron, un total de 53 y 55 familias de ácaros, riqueza similar encontrada en el presente trabajo. Dichas variaciones pueden ser atribuidas a las distintas metodologías empleadas.

Varios investigadores han puesto de manifiesto la similitud que, de manera general, hay entre la fauna de microartrópodos edáficos presentes en zonas áridas, de las regiones del norte de América, Chile, África y Australia (Noble *et al.*, 1996). Los taxa encontrados en los matorrales xerófilos de la cuenca del Río Estórax apoyan dichos resultados, con 15 de 16 familias de ácaros reportadas por Elkins y Whitford (1984), con 35 de 51 familias de ácaros encontradas por Neher *et al.* (2009); con 56 de 62 familias registrados por Cepeda y Whitford (1990a). Las familias Nanorchestidae, Tydeidae, Bdellidae, Cunaxidae, Caligonellidae, Pygmephoridae, Aphelacaridae entre otras, también fueron reportadas por Estrada *et al.* (1988), Cepeda y Whitford (1990a), Steinberger (1990), Noble *et al.* (1996), Neher *et al.* (2009), y Villarreal (2012), pero Ameroseiidae, Cheyletiellidae, Euphthiracaridae, Thrypochthoniidae, Pheroliodidae, Licnodamaeidae, Damaeidae, Charassobatidae, Eremaeozetidae, Carabodidae, Suctobelbidae, y Xilobatidae no fueron encontradas en ninguno de estos estudios. Eupalopsellidae, Terpnacaridae, Microdispidae, Ephilohmannidae, Mochlozetidae, Scheloribatidae, no fueron registradas en los distintos trabajos efectuados en el Desierto Chihuahuense.

Por otra parte, las familias Adamystidae, Caligonellidae, Caeculidae, Linotetranidae, Nanorchestidae, Paratydeidae, Teneriffiidae, Tydeidae y Aphelacaridae están asociadas con condiciones áridas, mientras que Bdellidae, Tetranychidae, Acaridae son de amplia distribución (McDaniel, 1979; Whitford, 1984; Suhardjono y Greenslade, 1994; Walter *et al.*, 2009).

Algunas de las familias encontradas no son propias del suelo, pudiéndose considerar como accidentales, tal es el caso de los ácaros de las familias Smaridiidae y Erythraeidae que son protelios ya que en estado larvario son

parásitos de invertebrados y vertebrados, pero como ninfa y adulto son depredadores que se mueven en el suelo; Cheyletiellidae comprende a parásitos de aves; Pygmephoridae comprende especies foréticas de animales invertebrados y vertebrados; Tetranychidae y Tenuipalpidae son familias fitófagas, principalmente de ramas y hojas (Krantz, 1978). La presencia de estas familias en el suelo, se puede explicar a que en el momento de la recolecta de las muestras del mismo, en el caso de los ectoparásitos, los huéspedes hayan transitado por ahí; para los fitófagos, se puede decir, que se movieron hojas y ramas de las plantas y los ácaros cayeron al suelo ó también a que muchas especies de fitófagos en su intento de buscar otra planta huésped se dispersan por el viento y caen al suelo.

Para la mayoría de las investigaciones sobre microartrópodos en zonas áridas y semiáridas como son los trabajos de Estrada *et al.* (1988), Cepeda y Whitford (1989a), Cepeda y Whitford (1990a), Noble *et al.* (1996), Shepherd *et al.* (2002) y Neher *et al.* (2009) se ha presentado un patrón general, que es la dominancia de Prostigmata sobre Cryptostigmata. En este estudio se observó también la misma tendencia a nivel de riqueza de especies y abundancia, la cual podría atribuirse a las distintas preferencias de alimento entre estos grupos (Evans, 1992; Seastedt, 1984). Los ácaros oribátidos, comúnmente son más abundantes en suelos ricos en materia orgánica porque ingieren directamente hojarasca y hongos. En los suelos de zonas áridas, la cantidad de materia orgánica es menor, por lo que estos ácaros son reemplazados por los prostigmados, cuya alimentación es más variada, ya que se alimentan perforando y succionando el citoplasma de plantas, hongos, bacterias o células microfaunales. Cepeda y Whitford (1990a) consideran que los ácaros Prostigmata, están bien adaptados a las condiciones extremas de los ambientes, a pesar de, ser de tamaño relativamente pequeño y de cuerpo blando.

Los 71 taxa de Prostigmata encontrados en este trabajo superan a lo reportado en hábitats similares tanto de Norteamérica y Australia (10-50 especies; Franco *et al.*, 1979; Estrada *et al.*, 1988; Cepeda y Whitford, 1989b; Kinnear, 1991); lo que posiblemente se relacione al muestreo realizado.

Para Cryptostigmata, Estrada *et al.* (1988), Neher *et al.* (2009), y Villarreal (2012), reportaron una riqueza de 23, 18 y cuatro familias respectivamente; de ellas, 16, 13 y cuatro se encontraron en el matorral xerófilo de este estudio. La similitud de la alta riqueza de esta investigación con los estudios previamente realizados, puede adjudicarse a que en algunas de las localidades se acumuló la suficiente hojarasca, que es la principal fuente de alimento para los oribátidos. Otros taxa como Brachychthoniidae, Ephilohmanniidae y Sphaerochthoniidae también fueron registrados por Estrada *et al.* (1988). La familia Aphelacaridae parece estar muy bien adaptada a las condiciones áridas, con *Aphelacarus sp.* que fue reportada como la especie más abundante en los estudios realizados por Wallwork *et al.* (1986), Cepeda y Whitford (1990a), Noble *et al.* (1996), Neher *et al.* (2009) y Villarreal (2012).

Se encontró que la mayoría de las familias de ácaros fueron depredadores facultativos, destacando entre ellas Nanorchestidae y Tydeidae. Neher *et al.* (2009) y Villarreal (2012) registraron diferentes gremios tróficos, ácaros microfitófagos y saprofitófagos. Para la zona de estudio, el que se haya encontrado mayor abundancia de depredadores facultativos en cuatro de los cinco matorrales es un indicio de que en estos sitios los ácaros encontraron mayor cantidad de alimento o protección, elementos que favorecen su desarrollo; también puede considerarse que esta diferencia se debió a que en este estudio sólo se trabajó material acarológico proveniente de suelo mientras que Neher *et al.* (2009) y Villarreal (2012) realizaron sus investigaciones tanto en costras rugosas como suelo descubierto. Para la zona de estudio, los microfitófagos ocuparon el tercer lugar, ya que en todos los matorrales predominaron los ácaros depredadores facultativos. Posiblemente, lo anterior nos indica que en estos sitios los microartrópodos encontraron mayor cantidad y tipo de alimento o protección, favoreciendo así su desarrollo. En el MML los depredadores facultativos y microfitófagos tuvieron valores de abundancia muy similares siendo Aphelacaridae y Cosmochthoniidae las familias microfitófagas más dominantes. Por tanto, la disponibilidad del alimento en cada una de los distintos matorrales y las

preferencias alimentarias de los taxa son factores importantes en la estructura particular de las comunidades de ácaros.

Otros resultados, que fortalecen la idea de que las preferencias alimentarias de los taxa encontrados influyen en su presencia en cada una de las localidades también se presentaron en este estudio. Según Neher *et al.* (2009), las especies de Aphelacaridae son microfitófagos estrictos y fue la familia más abundante en su estudio de los 0-10 cm en donde la biomasa de hongos y algas es mayor. Para el presente trabajo, *Aphelacarus* sp. y *Linotetranus* sp. que también es fitófago estricto, fueron más abundantes en el MR. Nanorchestidae, con *Speleorchestes* sp., que probablemente se alimenta primordialmente de cianobacterias (Steinberger y Whitford, 1985) fue más abundante en el MR y de menor cantidad en los demás matorrales. Este género también fue común en los estudios de Santos y Whitford (1983), Estrada *et al.* (1988) y Kay *et al.* (1999). La familia Tydeidae, según Neher *et al.* (2009), es un depredador facultativo que se puede alimentar de algas, hongos, polen, y otros artrópodos que en su estudio fue abundante de los 0-10 cm; Santos y Whitford (1981) reportan a estos ácaros como los primeros ácaros presentes, en las etapas tempranas de descomposición de hojarasca en el desierto de Chihuahua. Para el presente estudio, esta familia fue abundante en el MR. Tanto Bdellidae y Caligonellidae, son ácaros depredadores que están bien representados en los suelos de zonas áridas (Elkins y Whitford, 1984; Cepeda y Whitford, 1990a; Noble *et al.*, 1996); en el presente trabajo, fueron abundantes en los distintos matorrales, pero en especial en el MR, donde se puede adjudicar que en este lugar las condiciones físicas son más apropiadas para el desarrollo de los microartrópodos. Es importante mencionar que la similitud en cuanto a la riqueza en cada condición puede estar relacionado con las interacciones entre las distintas especies de la comunidad.

Por otro lado, Astigmata y Mesostigmata, en los trabajos de Cepeda y Whitford (1990a) y Neher *et al.* (2009) fueron poco comunes y diversos. Noble *et al.* (1996) sólo encontraron ácaros Astigmata en pequeños números en microhábitats con relativamente altos niveles de materia orgánica; O'Connor (1982) considera que estos ácaros evolucionaron para vivir en ambientes diferentes del

suelo. En este estudio fue el grupo menos representado tanto en abundancia como en diversidad. En lo que respecta a los ácaros Mesostigmata, éstos prefieren ecosistemas más húmedos (Pastrana-Ruiz, 2009), ya que en suelos forestales ocupan el 20% de la acarofauna (Klompen, 2002) y en otros sitios, como el suelo árido llegan a ocupar el tercer lugar en abundancia del total de ácaros encontrados (Cepeda y Whitford, 1990a; Sánchez, 2001). Registros sobre su distribución indican que una proporción sustancial del grupo se presenta en el suelo mineral debajo de las capas de hojarasca (Krantz y Ainscough, 1990), por lo que, en este estudio, su número fue bajo puesto que no se forma una capa de hojarasca bien definida además de que las muestras recolectadas fueron tomadas de suelo mineral. Ascidae fue la familia más abundante de mesostigmados en este trabajo, comprende especies depredadoras, en su mayoría de colémbolos, psocópteros y larvas de insectos (Lindquist *et al.*, 2009); es dominante en suelo de vegetación arbustiva y se relacionan positivamente con la temporada de lluvias (Gbarakoro *et al.*, 2010). Santos y Whitford (1983) registraron a esta familia como una de las más abundantes en el suelo del desierto de Nuevo México, principalmente bajo arbustos, lo cual puede considerarse que coincide con lo encontrado bajo los arbustos de matorral desértico rosétofilo a mediados de la época de lluvias (octubre).

Existe información limitada sobre la alimentación de los juveniles, en especial de las ninfas de oribátidos, Mitchel y Parkinson (1976) reportan que los estados inmaduros se alimentan activamente de hongos y que son más abundantes en los estratos inferiores del suelo, donde se reportan más micelios, mientras que, los adultos de oribátidos predominan en la hojarasca. Esto podría explicar su dominancia en los matorrales MC y MR.

En la distribución espacial de las poblaciones de ácaros, se puede atribuir a que en el MR las especies de ácaros encontraron mayor cantidad y diversidad de recursos (p. e. alimento o protección) así como las posibles condiciones ambientales necesarias para su desarrollo, como es la estructura del suelo y el grado de exposición del hábitat, en especial la radiación solar y viento. En cambio, en el MT, la baja abundancia de ácaros, pudo deberse a que las poblaciones

estuvieron más expuestos a la radicación solar y posiblemente migraron a suelo más profundo. Lo anterior, nos puede indicar que son varios los factores que pueden influir en la presencia y abundancia de los organismos, por ejemplo, la estructura trófica particular de las comunidades de ácaros, la disponibilidad y calidad de alimento, el microclima y sus preferencias alimenticias.

Por lo que respecta a la distribución temporal de las poblaciones de ácaros, el muestreo de mayo fue el que presentó el valor más bajo de densidad, probablemente ocasionado por las condiciones ambientales ya correspondió al inicio de lluvias, que de acuerdo a Wallwok *et al.* (1986), algunas especies tienden a migrar a suelo profundo para realizar actividad reproductora. En cambio en el de enero, posiblemente la lluvia intermitente favoreció las condiciones ambientales, cantidad de materia orgánica y radiación solar permitiendo así que los ácaros pudieran contar con recursos para su desarrollo, además de que aumentan las poblaciones de ácaros.

El hecho de que *Aphelacarus* sp. destacó entre los ácaros más abundantes en los muestreos de octubre, mayo y agosto posiblemente se deba a que a pesar de la poca acumulación de hojarasca se presentaron las condiciones ambientales que le permitió cubrir sus necesidades alimentarias; sin embargo, su abundancia no fue muy evidente en el muestreo de enero, ya que en esta época destacaron *Speleorchestes meyerae* y *Tydeus* sp. que tienen otros hábitos alimentarios como el de ser algóvoros y depredadores facultativos, respectivamente. La dominancia de *Linotetranus* sp. en el muestreo de agosto se atribuye a que en esta fecha se acumuló materia orgánica que permitió cubrir las necesidades alimenticias de este fitófago estricto.

7.3. Diversidad de especies

Posiblemente la baja diversidad de especies en MML, a diferencia de MR y MC, se deba a que este matorral no proporcionó las condiciones ambientales así como algunas propiedades edáficas necesarias para las poblaciones de ácaros ya que la textura registrada fue de tipo arenoso aunado a que la vegetación de este sitio

estaba distribuida de tal forma que presentaban espacios grandes de suelo descubierto y también puede considerarse que al estar esta localidad cerca del poblado de Higuierillas pudo haber sido susceptible a ser perturbada por el hombre.

Los valores obtenidos del índice de Simpson para la dominancia confirman que en todos los matorrales no hubo diferencias en la diversidad ya que hay pocas taxa con gran número de individuos (Cuadro 6), los taxa que pueden estar influenciando este resultado son Nanorchestidae con 212 individuos para el MR y en especial *Speleorchestes meyerae* con 79 ácaros; Tydeidae con 72 ácaros destacando *Tydeus* sp. con 35 individuos para el MMP; Nanorchestidae con 80 individuos con dos especies de *Speleorchestes* con 32 ácaros cada una para el MT; Nanorchestidae con 70 ácaros destacando *Speleorchestes potchefstromensis* con 45 ácaros para el MML, y Nanorchestidae con 63 organismos con dos especies de *Speleorchestes* con 28 organismos cada una para el MC (Apéndice 2). La riqueza de especies de Mesostigmata, Astigmata y Cryptostigmata se asemeja entre los distintos matorrales no así las abundancias (excepto en Astigmata). Para el grupo Prostigmata tanto la riqueza de especies como la abundancia no se asemejó entre los distintos matorrales. Se encontraron más especies y organismos de Prostigmata en el MR, mientras que en el MC fueron los ácaros Cryptostigmata.

7.4. Relación de la acarofauna y los parámetros ambientales

La correlación no significativa entre la abundancia total y de los grupos de ácaros con la temperatura y la humedad relativa ambientales, probablemente se deba a que, los registros de dichos parámetros ambientales no se realizaron a nivel de microambiente, además de que no fueron de manera continua en el día. Es importante considerar, que en los ambientes desérticos las variaciones de temperatura y humedad ambientales no son constantes en el transcurso del día, por lo que, es conveniente que para futuros estudios se hagan registros de estos parámetros ambientales a nivel de microambiente, con el fin de obtener datos más relacionados con las comunidades de ácaros.

VIII. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se formularon las siguientes conclusiones:

1.- La comunidad de ácaros del suelo de la cuenca del Río Estórax, está compuesta por 69 familias, 118 géneros y 126 especies. Los nuevos registros para el estado de Querétaro son 61 familias, 114 géneros y 120 especies y para el país, 26 géneros y 26 especies.

2.- El grupo Prostigmata estuvo bien representado tanto en riqueza de especies como en abundancia. Las familias más abundantes fueron Nanorchestidae y Tydeidae. Los géneros más abundantes fueron *Speleorchestes* y *Aphelacarus*. *Aphelacarus* sp. resultó ser la especie más abundante y fundamental en este estudio. Los ácaros depredadores facultativos fueron los más abundantes y estuvieron representados por las familias Nanorchestidae y Tydeidae.

3.- El matorral rosetófilo de *Fouqueiria-Acacia* fue el que contribuyó con mayor abundancia de ácaros y mayor riqueza específica a este estudio; este matorral y el matorral micrófilo de *Prosopis-Myrtillocactus* presentaron la mayor semejanza faunística. La relación de diversidad significativa se presentó entre el matorral rosetófilo de *Fouqueiria-Acacia* y el matorral crasicaule de *Stenocereus*. *Tydeus* sp. destacó en el matorral rosetófilo de *Fouqueiria-Acacia* y de transición de *Hechthia-Acacia*. *Aphelacarus* sp. en los matorrales micrófilos de *Prosopis-Acacia* y de *Larrea-Acacia*. *Linotetranus* sp. fue en el matorral crasicaule de *Stenocereus*.

4.- El muestreo de enero presentó la mayor abundancia de especies y el de octubre fue el de mayor riqueza de especies. *Aphelacarus* sp. fue el ácaro más común en octubre de 1992, mayo y agosto de 1993.

5.- No hubo correlación significativa entre los parámetros ambientales y las comunidades de ácaros.

Consideraciones finales

Para futuras investigaciones sería conveniente considerar el microclima, la disponibilidad de recursos, estudiar la fauna edáfica de la hojarasca de manera independiente del suelo, así como también explorar la presencia de costras biológicas en el lugar, utilizar otros métodos de extracción para otra fauna, como por ejemplo nematodos, además estudiar más la taxonomía de los ácaros así como su historia de vida con el fin de comprender de manera más amplia su papel dentro del ecosistema suelo.

Literatura citada

- Alvarado, A. M. 2010. Caracterización de la interacción entre insectos polinizadores y flores. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Querétaro. 72 p.
- Andrén, O. y J. Lagerlöf. 1983. Soil faune (microarthropods, enchytraeids, nematodes) in Swedish agricultural cropping systems. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 33: 33-52.
- Arriaga, L. y Y. Maya. 2007. Spatial variability in decomposition rates in a desert scrub of Northeastern Mexico. *Plant Ecology*, 189: 213-225.
- Atyeo, W. T. 1960. A revision of the mite family Bdellidae in North and Central America (Acarina, Prostigmata). *University of Kansas Science Bulletin*, 40 (8): 345-499.
- Atyeo, W. T. y E. W. Baker. 1964. Tarsocheylidae, a new family of prostigmatic mite (Acarina). *Bulletin of University of Nebraska State Museum*, 4(11): 243-256.
- Atyeo, W. T., E. W. Baker y D. A. Crossley. 1961. The genus *Raphignathus* Dugés (Acarina, Raphignathidae) in the United States with notes on the old world species. *Acarologia*, 3(1): 14-20.
- Bachelier, G. 1978. Le faune des sols, son ecologie et son action. Initiations- Documentations techniques, No. 38. Office de recherche scientifique et technique d'outre-mer, París. 291 p.
- Badejo, M. y B. Ola-Adams. 2000. Abundance and diversity of soil mites of fragmented habitats in a biosphere reserve in southern Nigeria. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35: 2121-2128.
- Baker, W. E. y A. Hoffmann. 1948. Acaros de la familia Cunaxidae. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, 5(12): 1291-1314.
- Baker, W. E. y A. E. Pritchard. 1953. The family categories of Tetranychoid mites with a review of the new families Linotetranychidae and Tuckerellidae. *Annals of the Entomological Society of America*, 46(2): 243-258.
- Balogh, J. y P. Balogh. 1992a. The oribatid mites genera of the world. Vol. 1. Hungarian National Museum Press. Budapest. 263 p.
- Balogh, J. y P. Balogh. 1992b. The oribatid mites genera of the world. Vol. 2. Hungarian National Museum Press. Budapest. 373 p.
- Barros, E., P. Curmi, V., Hallaire, A. Chauvel y P. Lavelle. 2001. The role of macrofauna in the transformation and reversibility of soil structure of an oxisol in the process of forest to pasture conversion. *Geoderma*, 100: 193-213.
- Beard, J. J. y D. W. Walter. 2004. Cryptic false spider mites: *Austrolinus*, and a review of the family Linotetranychidae (Acari: Prostigmata: Tetranychoidae). *Invertebrate Systematics*, 18: 593-606.

- Bedano, J. C., M. P. Cantu y M. E. Doucet. 2006. Influence of three different land management practices on soil mite (Arachnida: Acari) densities in relation to a natural soil. *Applied Soil Ecology*, 32: 293-304.
- Behan-Pelletier, V. M. 1999. Oribatid mites biodiversity in agroecosystems: role for bioindication. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 411-423.
- Block, W. 1979. *Nanorchestes antarcticus* Strandtmann (Prostigmata) from Antarctic ice. *Acarologia*, 21(2): 173-176.
- Brown, G. G. y C. Fragoso. 2003. El uso de la macrofauna edáfica en la agricultura del siglo XXI: problemas y perspectivas. pp.11-19. En: Brown, G. G., Fragoso, C. y L. J. Oliveira, (eds.). O Uso da macrofauna edáfica na Agricultura do século XXI: a importância dos Engenheiros do solo. Londrina EMBRAPA, Brasil. Documento 224.
- Cepeda, P. J. y W. G. Whitford. 1989a. Spatial and temporal variability of higher microarthropod taxa along a transect in a northern Chihuahuan desert watershed. *Pedobiologia*, 33: 101-111.
- Cepeda, P. J. y W. G. Whitford. 1989b. Species abundance distribution patterns of microarthropods in surface decomposing leaf-litter and mineral soil on a desert watershed. *Pedobiologia*, 33: 254-268.
- Cepeda P. J. y W. G. Whitford. 1990a. Microartrópodos edáficos del desierto chihuahuense, al norte de México. *Folia Entomologica Mexicana*, 78: 257-272.
- Cepeda, P. J. y W. G. Whitford, 1990b. Decomposition patterns surface litter of six plant species along a Chihuahuan desert watershed. *American Midland Naturalist*, 123(2): 319-330.
- Clapperton, M. J., D. A. Kanashiro y M. Behan-Pelletier. 2002. Change in abundance and diversity of microarthropods associated with Fescue Prairie grazing regimes. *Pedobiologia*, 46: 496-511.
- Coineau, Y. 1969. Contribution à l'étude des Caeculidae. Sixième série. *Microcaeculus salbulicosa* Franz 1952. Redescription, chétotaxie et répartition. *Acarologia*, 11(2): 207-221.
- Coleman, D. C. y D. A. Crossley. 1996. Fundamentals of Soil Ecology. Academic Press., San Diego, California, 205 p.
- Coleman, D. C., D. A. Crossley y P. F. Hendrix. 2004. Fundamentals of Soil Ecology. Segunda Edición. Elsevier Academic Press. San Diego California, 386 p.
- Chaires, G. M. P. 2006. Gamasidos (Acari: Mesostigmata) en suelo asociado al cultivo de ajo (*Allium sativum*) durante un ciclo fenológico, en el estado de Guanajuato, México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 122 p.

- De la Garza, J. 2003. Efecto de las prácticas sobre la mesofauna edáfica con énfasis en Collembola. Tesis Profesional, Universidad Nacional Autónoma, México.
- Dindal, D. L. 1990. Introduction. En: Soil Biology Guide. Dindal D. L. (ed.). Wiley Interscience Publication John Wiley y Sons. New York. 1349 p.
- Elkins N. Z. y W. G. Whitford. 1984. The effects of high salt concentration on desert soil microarthropods density and diversity. *The Southwestern Naturalist*, 239-241.
- Estrada, V. E., I. Sánchez e I. Bassols. 1988. Ácaros del suelo de dos zonas del Valle de Tehuacán, Puebla, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 76: 225-236.
- Estrada-Venegas, E. G., 2007. Ácaros del suelo en diversos ecosistemas. *Entomología Mexicana*, 6(2): 95-99.
- Evans, G. O. 1992. Principles of Acarology. Centre for Agricultural Bioscience International, Wallingford. 563 p.
- Fernandez, D. P., J. C. Neff, J. Belnap y R. L. Reynolds. 2006. Soil respiration in the cold desert environment of the Colorado Plateau (Estados Unidos): abiotic regulators and thresholds. *Biogeochemistry*, 78: 247-65.
- Franco, P. J., E. B. Edney y J. F. McBrayer. 1979. The distribution and abundance of soil arthropods in the Northern Mojave Desert. *Journal of Arid Environments*, 2: 137-149.
- Freckman, D. W., y R. Mankau. 1977. Distribution and trophic structure of nematodes in desert soils. *Ecological Bulletin*, 25: 511-514.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de Clasificación Climática de Koeppen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. Offset Larios. México. 246 p.
- García, S. A. J. 2002. Identificación de los ácaros con mayor abundancia en un transecto del volcán "La Malintzin", Estado de Tlaxcala, Universidad Autónoma Metropolitana. Tesis Licenciatura de Biología. Unidad Xochimilco, México. 48 p.
- Gaston, K. J. 1992. Regional numbers of insect and plant species. *Functional Ecology*, 6(3): 243-247.
- Gbarakoro, T. N., S. N. Okiwelu, M. A. Badejo y O. C. Umeozor. 2010. Soil microarthropods in a secondary rainforest in Rivers State, Nigeria. -I- Seasonal variations in species richness, vertical distribution and density in an undisturbed habitat. *Scientia Africana*, 9 (1): 48-56.
- Gerson, U. 1972. A new species of *Camerobia* Southcott, with a redefinition of the family Camerobiidae (Acari: Prostigmata). *Acarologia*, 13(3): 502-508.
- Gôrres, J. H., M. J. Dichiario, J. B. Lyons y J. A. Amador. 1998. Spatial and temporal patterns of soil biological activity in a forest and an old field. *Soil Biology and Biochemistry*, 30(2): 219-230.

- Grandjean, F. 1942. Quelques genres d'acariens appartenant au groupe des Endeostigmata (2^a. Ser.) Première Partie. *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie Series*, 11(4): 85-135.
- Grandjean, F., 1943. Quelques genres d'acariens appartenant au groupe des Endeostigmata (2^a. Ser.). Deuxième partie. *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie Series*, 11(5): 1-59.
- Guzmán-Sánchez, H. y R. Iglesias-Mendoza. 2009. Registro de ácaros oribátidos (Acari: Oribatei) de los sótanos "El Salto" y "Tilaco", Querétaro y "Ahuihuitzcapa", Veracruz, México. *Mundos Subterráneos*, 20: 14-21.
- Hammer, Ø., D. A. T. Harper y P. D. Ryan. 2001. Paleontología Electrónica, 4: 9. Disponible en: <http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>
- Hättenschwiler, S., A. V. Tiunov y S. Scheu. 2005. Biodiversity and litter decomposition in terrestrial ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 36: 191-218.
- Hagvar, S. 1988. Decomposition studies in an easily-constructed microcosm: effects of microarthropods and varying soil pH. *Pedobiología*, 31(5-6): 293-303.
- Heneghan, L. y T. Bolger. 1998. Soil microarthropod contribution to forest ecosystem processes: the importance of observational scale. *Plant and Soil*, 205: 113-124.
- Heneghan, L., D. C. Coleman, X. Zou, D. A. Crossley y B. L. Haines. 1999. Soil microarthropod contributions to decomposition dynamics: tropical-temperate comparisons of a single substrate. *Ecology*, 80: 1873-1882.
- Hernández, H. M. 2006. La vida en los desiertos mexicanos. Fondo de Cultura Económica. México. 188 p.
- Hernández, H. M. y R. T. Bárcenas. 1996. Endangered Cacti in the Chihuahua Desert: Distribution Patterns. *Biological Conservation*, 10: 1200-1209.
- Hoffmann, A. 1998. Acaros queilétidos de México (Prostigmata: Cheyletidae). *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, 44: 19-26.
- Hoffmann, A. y G. López-Campos. 2000. Biodiversidad de los ácaros en México. Universidad Nacional Autónoma de México y Conabio, México. 230 p.
- Hopkin, S. 1997. Biology of Springtails (Insecta: Collembola). Oxford University Press. Londres. 330 p.
- Hugh, A. L., H. K. Brizgys y C. B. Field. 2008. Litter decomposition in a California annual grassland: Interactions between Photodegradation and Litter Layer Thickness. *Ecosystems*, 11: 545-554.

- Hughes, M. A., 1976. The mites of stored food and houses. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Technical Bulletin, 9. Her Majesty's Stationary Office, Londres. 400 p.
- Kamill, B. W., Y. Steinberger y W. G. Whitford. 1985. Soil microarthropods from the Chihuahuan Desert of New Mexico. *Journal of Zoology*, 205: 273-286.
- Karppinen, E., 1972. Studies on the oribatid fauna of Spruce-hardwood peatlands In Southern Finland. I. *Annales Entomologici Fennici*, 38 (2): 96-99.
- Kay, F. R., H. M. Sobhy y W. G. Whitford. 1999. Soil Microarthropods as Indicators of Exposure to Environmental Stress in Chihuahuan Desert Rangelands. *Biology and fertility of soils*, 28: 121-128.
- Kethley, J. B. 1978. Key to genera of Bdellidae. Notes for use in the Acarology Summer Program. June. 1978.
- Kethley, J. B. 1980a. Key to Eupodoidea. Prepared for the Summer Institute of Acarology Teaching Program. June 1980. Not for publication (with 6 plates).
- Kethley, J. B. 1980b. Key to the genera of Stigmaeidae. Prepared for the Summer Institute of Acarology Teaching Program. June 1980. Not for publication.
- Kethley, J. B. 1984. Provisional key to the genera of Caeculidae. Prepared for the Acarology Summer Program, June 1984. Not for publication.
- Kethley, J. B. 1986a. Key to the families and genera of Endeostigmata. For use in the Acarology Summer Program, June 1986. Not for publication.
- Kethley, J. B. 1986b. A provisional key to females (?) Paratydeidae, examined or in lit. For use in the Summer Institute of Acarology Program, June 1986. Not for publication.
- Kethley, J. B. 1986c. Key to genera of Tarsocheylidae Atyeo y Baker, 1964. For the Acarology summer Program of Institute of Acarology, June 1986. Not for publication.
- Kethley, J. B. 1986d. Key to genera of Caligonellidae and Xenocaligonellidae. For the Acarology Summer Program. June 1986. Not for publication.
- Kethley, J. B. 1986e. Key to the genera and species of Teneriffiidae modificate of Eller, R. and R. Strandtmann (1963), Strandtmann, R. (1965) and Ehara, S. (1965). For the Acarology Summer Program. June 1986.
- Kethley, J. 1990. Acarina Prostigmata (Actinedida). pp. 667-756. En: Dindal D. L. (ed.). Soil biology guide. John Wiley and Sons. Nueva York.
- Kinnear, A. 1991. Acarine communities of semi-arid soils from the Eastern goldfields region of Western Australia. *Pedobiologia*, 35: 273-283.
- Krantz, G. W. 1970. A manual of Acarology. Oregon State University Book Stores, Inc.

- Corvallis, Oregon. 335 p.
- Krantz, G. W. 1978. A Manual of Acarology. Oregon State University Book Stores. Inc. Second Printing (emended 1986). Corvallis, Oregon, 599 p.
- Krantz, G. W. y D. E. Walter. 2009. A manual of Acarology. Texas Tech University Press, Texas. 816 p.
- Krantz, W. G. y B. D. Ainscough. 1990. Acarina: Mesostigmata (Gamasida). pp. 583-665. en: Soil Biology Guide. Dindal, D. L. (ed.). John Wiley y Sons. Nueva York.
- Klompen, H. 2002. Mites. pp. 837-89. En: Encyclopedia of Soil Science. Lal, R. (ed.). Marcel Dekker Inc. New York.
- Lindquist, E. E. 1975. *Digamasellus Berlese, 1905 and Dendrolaeopas Halbert, 1915* with descriptions of new taxa of Digamasellidae (Acarina: Mesostigmata). *The Canadian Entomologist*, 107(1): 1-43.
- Lindquist, E. E. 1977. Key to the genera of Tarsonemidae for Acarology Laboratory Teaching Program. Not for publication.
- Lindquist, E. E. 1979. Key to the subfamilies, Tribes, Genera and Subgenera of the Tenuipalpidae. Modified from V. I. Mitrofanov (1973a, 1973b). Prepared for the Acarology Laboratory Teaching Program. Ohio State University. Not for publication.
- Lindquist, E. E. 1980a. Key to genera of Tydeidae. Based on Baker's 1965 review of the genera of Tydeidae. Modified and adaptated for Acarology Laboratory Teaching Program. Ohio State University. Not for publication.
- Lindquist, E. E. 1980b. Key to the genera and subgenera of Tarsonemidae for Acarology Laboratory Teaching Program. Ohio State University. Not for publication.
- Lindquist, E. E. 1986. The world genera of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata): a morphological, phylogenetic, and systematic revision, with a classification of family-group taxa in the Heterostigmata. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 118: 517 p.
- Lindquist, E. E. y G. O. Evans, 1965. Taxonomic concepts in the Ascidae with a modified setal nomenclature (Acarina: Mesostigmata). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 47: 64 p.
- Lindquist, E. E., G. W. Krantz y D. E. Walter. 2009. Order Mesostigmata. pp. 124-233. En: A manual of Acarology. Krantz G. W. y Walter D. E. (eds.). 3ra edición. Texas.
- López-Campos, M.G., I. M. Vázquez y M. A. Hernández. 2006. Ácaros edáficos (Acrida: Prostigmata) asociados a oasis en Baja California Sur. *Entomología Mexicana*, 5(1): 68-73.
- Luxton, M. 1973. Mites of the genus *Cryptognathus* from Australia, New Zealand and Niue Island. *Acarologia*, 15(1): 53-75.

- Madej, G. y P. Skubala. 2002. Colonization of a dolomitic dump by mesostigmatid mites (Acari: Mesostigmata). pp: 175-184. En: Bernini, F., Nanneli, R., Nuzzaci, G. y De Lillo, E. (eds.). *Acarid phylogeny and evolution. Adaptations in mites and ticks. Proceedings of the IV symposium of the European Association of Acarologists.* Dordrecht, Kluwer Academic.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement.* Croom Helm, London 179 p.
- Mahunka, S. 1970. Considerations on the systematics of the Tarsonemina. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 16: 145-153.
- Marchiori, C., C. Silva, E. Caldas, C. Vieira, K. Almeida, F. Teixeira y A. Linhares. 2000. Artrópodos asociados con carcaça de suíno em Itumbiara, sul de Goiás. *Arquivos do Instituto Biológico*, 67: 167-170.
- McDaniel, B. 1979. *How to know the mites and ticks. The pictured key nature.* Series Wm. C. Brown Company Publishers. Iowa. 335 p.
- McDaniel, B. y E. G. Bolen. 1981. A new genus and two new species of Nanorchestidae from Padre Island, Texas (Acari: Prostigmata). *Acarologia*, 22(39): 253-256.
- McDaniel, B. y E. G. Bolen. 1983. A new species of *Adamystis* (Acari: Adamystidae) from the Southern high plains of Texas. *Proceedings of Entomological Society of Washington*, 85(1): 177-179.
- McDaniel, B., D. Morihana y J. K. Lewis. 1976. The family Teneriffiidae Thor, with a new species from Mexico. *Annals of the Entomological Society of America*, 69(3): 527-537.
- Megías A. G., F. Sánchez-Piñero y J.A. Hódar. 2011. Trophic interactions in an arid ecosystem: from decomposers to top-predators. *Journal of Arid Environments*, 75: 1333-1341.
- Mejía-Recamier, B. E. 1986. Sistemática, distribución geográfica y aspectos ecológicos de los Bdellidae (Acarida: Prostigmata) mexicanos. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 119 p.
- Mejía-Recamier, B. E. 1997. Aspectos ecológicos de los ácaros de la familia Bdellidae de Chamela, Jalisco. Tesis de Maestría en Ciencias (Biología). Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 78 p.
- Mejía-Recamier, B. E. y G. Castaño-Meneses. 2007. Estructura de la comunidad de cunaxidos (Acarina) edáficos de una selva baja caducifolia en Chamela, México. *Revista de Biología Tropical*, 55 (3-4): 911-930.
- Mejía-Recamier, B. E., I. M. Vázquez, A. Callejas Ch. y E. G. Estrada V. 2013. Cunaxidae (Acari: Prostigmata) diversity and population dynamics in garlic (*Allium sativum*) crop fields. *Experimental and Applied Acarology*, 61: 221-230.

- Mineiro, J. y J. Moraes. 2002. Actinedida e Acaridida (Arachnida: Acari) edáficos de Piracicaba, Estado de Sao Paulo. *Neotropical Entomology*, 31(1): 67-73.
- Mitchel, M. J. y D. Parkinson. 1976. Fungal feeding of oribatid mites (Acari: Cryptostigmata) in an aspen woodland soil. *Ecology*, 57: 302-312.
- Montiel-Parra, G. y G. A. Villegas-Guzmán. 1997. Artrópodos de nidos de *Neotoma albigula* Hartley, 1894 (Rodentia: Muridae) de Hervideros, Durango. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. México, 107 p.
- Moraza, M. L., L. Herrera y C. Perez-Iñigo. 1980. Estudio faunístico del Macino de Quinto Real I: Ácaros Oribátidos (Acari, Oribatei). *Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra*, 1: 1-65.
- Moreno, M. J. A. 1985. Análisis de la variación estacional de los ácaros del suelo en la comunidad de bosque de *Pinus hartwegii* Lindl. del volcán Popocatepetl en el Estado de México. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México. 149 pp.
- Mulaik, S. 1945. New mites in the family Caeculidae. Biological Series, Vol. III, No 6. *Bulletin of the University of Utah*, 35(17): 2-23.
- Murphy, D. W., 1955. Long-terme changes in Collembolan populations with special reference to moorland soils. pp.157-165. En: Soil Zoology. Kevan D. K. M. (ed.). Londres.
- Najt, J. 1976. Algunos conceptos sobre la biología de los suelos como ciencia de nuestro tiempo. IDIA. *Suplemento*, 29: 97-105.
- Navone, S. y E. Abraham. 2006. Chapter 4. State and trends of the world's deserts. pp: 73-88 En: Ezcurra E. (ed.). *Global Deserts Outlook*. United Nations Environment Programme. Nairobi.
- Neher, D. y M. Barbercheck. 1999. Diversity and function of soil mesofauna. pp. 27-47. En: Collins W. and Qualset C. (eds.). *Biodiversity in agroecosystems*. Washington.
- Neher, D. A., S. A. Lewis, T. R. Weich y B. J. Darby. 2009. Microarthropod communities associated with biological soil crusts in the Colorado Plateau and Chihuahuan deserts. *Journal of Arid Environmental*, 73 (6-7): 672-677.
- Noble, J. C., W. G. Whitford y M. Kaliszweski. 1996. Soil and litter microarthropod populations from two contrasting ecosystems in semi-arid eastern Australia. *Journal of Arid Environmental*, 32: 329-346.
- Norton, R. A. 1990. Acarina: Oribatida. pp. 779-803. En: *Soil Biology Guide*. Dindal D.L. (ed). Nueva York.
- Noy-Mier, I. 1985. Desert ecosystem structure and function. pp. 93-103. En: *Hot deserts and arid shrublands*. Everani A, M., Noy-Meir I. y Goodall D.W. (eds.). Amsterdam.

- O'Connor, B. H. 1982. Evolutionary ecology of astigmatid mites. *Annual Review of Entomology*, 27: 385-409.
- Olfert, O., G. D. Johnson, S. A. Brandt y A. G. Thomas. 2002. Use of arthropod diversity and abundance to evaluate cropping systems. *Agronomy Journal*, 94: 210-216.
- Oliver, P. A. S. y P. D. Theron. 1989. A new species of *Speleorchestes* (Nanorchestidae: Prostigmata) from a savanna biotope in South Africa. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Dierkunde*, 24(4): 356-360.
- Osler, G. H. R. y A. J. Beattie. 2001. Contribution of oribatid and mesostigmatid soil mites in ecologically based estimates of global species richness. *Austral Ecology*, 26: 70-79.
- Palacios-Vargas, J. G. 1980. Problemas taxonómicos en Collembola debidos a la variación intraespecífica. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, 23: 85-95.
- Palacios-Vargas, J. G. 1981. Collembola asociados a *Tillandsia* en el Derrame Lávico del Chichinautzin, Morelos, México. *Southwest Entomologist*, 6(2): 87-98.
- Palacios-Vargas, J. G. 1982. Microartrópodos asociados a Bromeliáceas. *Zoologia Neotropical*, Actas del VIII Congreso Latinoamericano de Zoología, 1: 535-545.
- Palacios-Vargas, J. G. 1985. Microartrópodos del Popocatepetl (Aspectos ecológicos y biogeográficos de los ácaros oribátidos e insectos colémbolos. Tesis de Doctorado en Ciencias. (Biología). Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 132 p.
- Palacios-Vargas, J. G. y B. E. Mejía. 2007. Técnicas de colecta, preservación y montaje de microartrópodos. Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 74 p.
- Pastrana-Ruiz, L. G. 2009. Ácaros mesostigmados (Acari: Mesostigmata) de la Sierra Gorda de Querétaro, México. *Entomología Mexicana*, 8: 70-74.
- Petersen, H. 1982. Structure and size of animal populations. *Oikos*, 39: 306-329.
- Petersen, H. y M. Luxton 1982. A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. *Oikos*, 39: 287-388.
- Pritchard, A. E y E. W. Baker. 1958. The false spider mites (Acarina: Tenuipalpidae). *University of California Publications in Zoology*, 14(3): 175-274.
- Prieto, D., M. Vázquez y C. Rodríguez. 1999. Comunidades de la mesofauna edáfica en una selva baja inundable de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. *Revista de Biología Tropical*, 47: 489-492.
- Prieto, D., V. González y T. Tcherva. 2005. Microartrópodos asociados a la hojarasca de un bosque semidecíduo de Bacunayagua, Matanzas. Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*, 19(1-2): 57-65.

- Rivas de la Barrera, B. I. 1985. Contribución al estudio de los Rhagidiidae (Acarida, Prostigmata) de México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 143 p.
- Rojas, F. P. 1986. Artrópodos de las acumulaciones de detritos de *Atta mexicana* (F. Smith) en una zona árida del Centro de México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 104 p.
- Ruf, A. 1998. A maturity index for predatory soil mites (Mesostigmata: Gamasina) as an indicator of environmental impacts of pollution on forest soils. *Applied Soil Ecology*, 9: 447-452.
- Russell, D. J. y G. Alberti. 2009. Actinedid mite community diversity in a succession gradient in continental sand-dune habitats of central Europe. pp. 135-142. En: Sabelis M. W. y Bruin J. (eds.). Trends in Acarology. (Proceedings of the 12th International Congress of Acarology. Amsterdam 2006). Springer-Science + Business Media B. V. Dordrecht.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México. 432 p.
- Salmane, I. y S. Heldt. 2000. Predatory soil mites (Acari, Mesostigmata, Gamasina) from the Western Baltic Coast of Latvia. *Acarología*, 41: 295-301.
- Sánchez, R. I. 1995. Ácaros oribátidos de la cuenca del Río Estórax, Qro. XXX Congreso Nacional de Entomología, Texcoco, Edo. de México. México.
- Sánchez, R. I. 1996. La familia Nanorchestidae (Acari: Prostigmata) del suelo árido del estado de Querétaro. V Encuentro de Entomólogos y acarólogos del IPN y 1ª Reunión Regional de Entomología. Durango, Dgo. México.
- Sánchez, R. I. 2001. Ácaros Mesostigmata del suelo árido de Querétaro. pp. 157-162. Vargas M., Polaco, O. J. y Zúñiga G. (Coord.). Contribuciones Entomológicas. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México.
- Sánchez, R. I. 2007. Ácaros de las familias Nanorchestidae y Tydeidae (Acari: Prostigmata) del suelo de la cuenca del Río Estórax, Querétaro, *Entomología Mexicana* 6(2): 19-23.
- Sánchez, R. I. y M. Quintero. 1990. Ácaros del suelo de zonas áridas de Querétaro, Hidalgo y San Luis Potosí. México. XXV Congreso Nacional de Entomología. Oaxaca.
- Sánchez, R. I. e I. Bassols B. 1993. Los microartrópodos del suelo de una zona árida del centro de México. XXVIII Congreso Nacional de Entomología, Cholula, Pue.
- Sánchez, R. I. e I. Bassols, B. 1994a. Ácaros endeostigmata de una zona árida del centro de México. XXIX Congreso Nacional de Entomología, Monterrey, Nuevo León.
- Sánchez, R. I. e I. Bassols, B. 1994b. Mites inhabiting the soil of the Estórax Basin, Qro. 15th World Congress of soil science. Acapulco, Guerrero.

- Sánchez, R. I. e I. Bassols, B.1994c. Ácaros Prostigmata del suelo en una zona árida del centro de México. IV Encuentro de Entomólogos del Instituto Politécnico Nacional. México, D. F.
- Sánchez, R. I. y J. G. Palacios-Vargas. 1996. Edaphic mites (Acari: Prostigmata) from Queretaro State, México. (Abstract). XII International Colloquium on Soil Zoology, Dublin, Irlanda.
- Sandor, M. y A. Maxim, 2008. Considerations regarding the role and function of soil biodiversity in agroecosystems. *Proenvironment*, 1: 44-49.
- Santos, P. F., E. y W. G. Whitford. 1981. The effects of microarthropods on litter decomposition in a Chihuahuan desert ecosystem. *Ecology*, 62: 654-663.
- Santos, P. F., E. y W. G. Whitford. 1983. Seasonal and spatial variation in the soil microarthropod fauna of the White Sands National Monument. *The Southwestern Naturalist*, 28 (4): 417-421.
- Santos, P. F., E. de Pree y W. G. Whitford. 1978. Spatial distribution of litter and microarthropods in a Chihuahuan desert ecosystem. *Journal of Arid Environments*, 1: 41-48.
- Santoyo, M. J. 2003. Ácaros mesostigmados (Acari: Mesostigmata) asociados a madera en descomposición de *Spondias nornbin* (Anacardiaceae) y *Bursera simaruba* (Burseraceae) en la Mancha, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 52 p.
- Santoyo-Morales, J. y E. Estrada-Venegas. 2002. Ácaros de la familia Rhodacaridae en la Mancha Veracruz. *Entomología Mexicana*, 47-51.
- Schnürer, J., M. Clarholm y T. Rosswall. 1985. Microbial biomass and activity in an agricultural soil with different organic matter contents. *Soil Biology and Biochemistry*, 17: 611-618.
- Seastedt, T. R. 1984. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. *Annual Review of Entomology*, 29: 25-46
- Shepherd, U. L., S. L. Brantley y C. A. Tarleton. 2002. Species richness and abundance patterns of microarthropods on cryptobiotic crusts in a piñon-juniper habitat: a call for greater knowledge. *Journal of Arid Environments*, 52: 349-360.
- Silva, S. I. 1987. How deep do mites go in the desert? pp. 9. En: Progamas y Resúmenes del XXII Congreso Nacional de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología, Ciudad Juárez, Chihuahua.
- Smiley, R. L. 1975. A generic revision of the mites of the family Cunaxidae (Acarina). *Annals of Entomological Society of America*, 68(2): 227-244.
- Smith, R. L. y T. M. Smith. 2001. Ecología. Cuarta edición. Pearson Educación, S. A. Madrid. pp. 374-386.

- Smith, M. K. P y E. A. Ueckermann. 1997. A review of some species of the families Allochaetophoridae, Linotetranychidae and Tuckerellidae (Acari: Tetranychoidae). *International Journal of Acarology*, 23(2): 67-92.
- Socarrás, A. 2013. Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. *Pastos y Forrajes*, 36 (1): 5-13.
- Southcott, R. V. 1961. Studies on the systematics and biology of the Erythraeoidea (Acarina), with a critical revision of the genera and subfamilies. *Australian Journal of Zoology*, 9(3): 367-610.
- Southcott, R. V. 1963. The Smarididae of North and Central America and some other countries. *Transactions of the Royal Society of South Australia*, 86: 159-245.
- StatSoft, Inc. 1999. Statistical user guide. Complete Statistical System Statsoft. Oklahoma.
- Steinberger, Y. 1990. Acarofauna of a Negev desert loes plain. *Acarologia*, 31: 313-319.
- Steinberger, Y. 1991. Biology of arid region soils faunal components: pp: 173-192. En: Skujins J. (ed.). *Semiarid lands and deserts: Soil resource and reclamation*. Marcel Dekker Inc. New York.
- Steinberger, Y. y W. G. Whitford. 1984. Spatial and temporal relationships of soil microarthropods on a desert watershed. *Pedobiología*, 26: 275-284.
- Steinberger, Y. y W. G. Whitford. 1985. Microarthropods of a desert tabosa grass (*Hilaria mutica*) swale. *American Midland Naturalist*, 114: 225-234.
- Suhardjono, Y. R. y P. Greenslade. 1994. *Folsomides arnoldi* n. sp. (Isotomidae): a new collembolan abundant in arid Australia, with a redescription of *Folsomides denisi* (Womersley). *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales*, 114: 21-27.
- Summers, F. M. y E. I. Schlinger. 1959. Mites of the family Caligonellidae (Acarina). *Hilgardia*, 12(23): 539-561.
- Summers, F. M. y D. W. Price. 1970. Review of the mite family Cheyletidae. *University of California Publications in Entomology*, 61: 1-153.
- Theron, P. D. y P. A. J. Ryke. 1969. The family Nanorchestidae (Acari: Prostigmata) with descriptions of new species from South African soils. *Journal of Entomological Society of Southern Africa*, 32(1): 31-60.
- Theron, P. D., P. M. K. Meyer y P. A. J. Ryke. 1969. Two new genera of the family Paratydeidae (Acari, Prostigmata) from South African soils. *Acarologia*, 11(4): 697-710.
- Thibaud, J. M. y J. G. Palacios-Vargas. 2001. Collemboles interstitiels des sables littoraux de Mexique (Collembole). *Revue française d' Entomologie* (N. S.), 23: 1981-184.

- Tuttle, M. D., E. W. Baker y M. J. Abatiello. 1976. Spider mites of Mexico (Acari, Tetranychidae). *International Journal of Acarology*, 2(2): 108 p.
- Vázquez, G. M. M. 1999. Catálogo de los ácaros oribátidos edáficos de Sian Ka'an Quintana Roo. México. Universidad de Quintana Roo y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 126 p.
- Vázquez, G. M. M., 2008. Microartrópodos edáficos litorales. *Dugesiana*, 15(1): 7-15.
- Vázquez, I. M. 1996. Especie nueva de *Nanorchestes* (Endeostigmata; Nanorchestidae) de arena de playa en la Mancha, Veracruz, México. Universidad Nacional Autónoma de México. *Anales del Instituto de Biología*, 67(2): 205-211.
- Vázquez, R. I. M. 2002. Prostigmata (Acarida) edáficos de una zona litoral del Golfo de México. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 96 p.
- Villani, M. G., L. L. Alle, A. Díaz y P. S. Robbins. 1999. Adaptative strategies of edaphic arthropods. *Annual Review of Entomology*, 44: 233-256.
- Villarreal, R. J. 2012. Comunidades de microartrópodos en relación con costras biológicas de suelo de matorral sarcocaula en Baja California Sur. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 37 p.
- Vreeken-Buijs, M. J., J. Hassink, y L. Brussaard. 1998. Relationships of soil microarthropod biomass with organic matter and pore size distribution in soils under different land use. *Soil Biology and Biochemistry*, 30: 97-106.
- Vu, Q. M. y T. T. Nguyen. 2000. Microarthropod community structures (Oribatei and Collembola) in Tam Dao National Park, Vietnam. *Journal of Bioscience*, 25(4): 379-386.
- Wallace, M. M. H. y J. A. Mahon. 1972. The taxonomy and biology of Australian Bdellidae (Acari). I. Subfamilies Bdellinae, Spribdellinae and Cytinae. *Acarología*, 14: 544-580.
- Wallwork, J. A. 1972a. Distribution patterns and population dynamics of microarthropods on a desert soil in Southern California. *Journal of Animal Ecology*, 41: 291-310.
- Wallwork, J. A. 1972b. Mites and other microarthropods from the Joshua Tree National Monument California. *Journal of Zoology*, 168: 91-105.
- Wallwork, J. A. 1976. The distribution and diversity of soil fauna. Academic Press. Londres. 356 p.
- Wallwork, J. A., B. W. Kamill y W. G. Whitford. 1984. Life styles of desert litter Dwelling microarthropods: a reappraisal based on the reproductive behaviour of Cryptostigmatid mites. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Wetenskap*, 80: 163-169.

- Wallwork, J. A., M. MacQuitty, S. Silva y W. G. Whitford. 1986. Seasonality of some Chihuahuan Desert soil oribatid mites (Acari: Cryptostigmata). *Journal of Zoology*, 208: 403-416.
- Walter, D. E y H. C. Proctor. 1999. Mites: Ecology, Evolution and Behaviour. University Of New Wales Press and Agricultural Bioscience International. Willingford. 322 p.
- Walter, D. E., E. E Lindquist, I. M. Smith, D. R. Cook y G. W. Krantz. 2009. Order Trombidiformes. pp: 233-420. En: Krantz G. W. y Walter D. E. (eds.). A manual of Acarology. 3ra. Edition. Texas Tech University Press. Lubbock, Texas.
- Welbourn, W. C. y O. P. Young. 1987. New genus and species of Erythraeinae (Acari: Erythraeidae) from Mississippi with a key to the genera of North American Erythraeidae. *Annals of the Entomological Society of America*, 80(2): 230-242.
- Whitford, W. G. 1984. The effects of high salt concentration on desert soil microarthropod density and diversity. *The Southwestern Naturalist*, 29: 239-242.
- Whitford, W. G. 1996. The importance of the biodiversity of soil biota in arid ecosystems. *Biodiversity and Conservation*, 5: 185-195.
- Whitford, W. 2002. Ecology of desert systems. Academic Press. New York. 343 p.
- Wood, T. G. 1971. The distribution and abundance of *Folsomides deserticola* Wood (Collembola: Isotomidae) and other microarthropods in arid populations. *Pedobiologia*, 11: 446-486.
- Xin, W.D., X. Q. Yin y B. Song. 2012. Contribution of soil fauna to litter decomposition in Songnen Sandy lands in northeastern China. *Journal of Arid Environments*, 77: 90-95.
- Zamudio, S. R. 1984. La vegetación de la cuenca del Río Estórax, en el Estado de Querétaro y sus relaciones fitogeográficas. Tesis Profesional. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 275 p.
- Zamudio, S. R., E. Carranza, G. Rzedowski y G. De Rzedowski, C. 1992. La vegetación del Estado de Querétaro. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro, Qro. 92 p.

www.inegi.gob.mx.

Apéndice 1. Abundancias absoluta y relativa, densidad y frecuencia de los taxa de ácaros del suelo de la cuenca del Río Estórax. Qro.

| Taxon | Abundancia Absoluta | Abundancia Relativa (%) | Densidad (No/m ²) | Frecuencia (%) N=100 |
|-------------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Suborden Mesostigmata | 64 | 2.12 | 127 | |
| Rhodacaridae | 8 | 0.27 | 15 | |
| <i>Rhodacarus</i> sp. | 8 | 0.27 | 15 | 5 |
| Digamasellidae | 18 | 0.60 | 35 | |
| <i>Digamasellus</i> sp. | 18 | 0.60 | 35 | 7 |
| Ologamasidae | 1 | 0.03 | 2 | |
| <i>Gamasellus</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 1 |
| Ascidae | 19 | 0.63 | 37 | |
| <i>Asca</i> sp. | 17 | 0.56 | 33 | 7 |
| <i>Proctolaelaps</i> sp. | 2 | 0.06 | 4 | 2 |
| Phytoseiidae | 6 | 0.20 | 12 | |
| <i>Amblyseius</i> sp. | 6 | 0.20 | 12 | 2 |
| Ameroseiidae | 3 | 0.09 | 6 | |
| <i>Ameroseius</i> sp. | 3 | 0.09 | 6 | 4 |
| Laelapidae | 9 | 0.30 | 18 | |
| <i>Androlaelaps</i> sp. | 6 | 0.20 | 12 | 4 |
| <i>Pseudoparasitus</i> sp. | 3 | 0.09 | 6 | 2 |
| Suborden Prostigmata | 1 937 | 64.31 | 3 855 | |
| Bimichaelidae | 8 | 0.27 | 16 | |
| <i>Bimichaelia</i> sp. | 6 | 0.20 | 12 | 1 |
| <i>Petralychus</i> sp. | 2 | 0.06 | 4 | 1 |
| Nanorchestidae | 491 | 16.30 | 977 | |
| <i>Nanorchestes</i> sp. | 28 | 0.93 | 56 | 9 |
| <i>Neonanorchestes</i> sp. | 4 | 4.71 | 8 | 1 |
| <i>Speleorchestes</i> sp. | 142 | 0.13 | 282 | 26 |
| <i>S. meyeriae</i> | 171 | 5.68 | 340 | 20 |
| <i>S. potchefstroomensis</i> | 146 | 4.85 | 290 | 24 |
| Terpnacaridae | 1 | 0.03 | 2 | |
| <i>Terpnacarus</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 1 |
| Pediculochelidae | 1 | 0.03 | 2 | |
| <i>Pediculochelus</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 1 |
| Adamystidae | 5 | 0.17 | 10 | |
| <i>Adamystis</i> sp. | 5 | 0.17 | 10 | 4 |
| Eupodidae | 50 | 1.66 | 100 | |
| <i>Claveupode</i> sp. | 2 | 0.06 | 4 | 2 |
| <i>Eupodes ereynetoides</i> . | 42 | 1.39 | 84 | 10 |
| <i>Protereynetes</i> sp. | 6 | 0.20 | 12 | 2 |
| Rhagidiidae | 7 | 0.23 | 14 | |
| <i>Coccorhagidia</i> sp. | 6 | 0.20 | 12 | 3 |
| <i>Rhagidia</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 1 |
| Penthalodidae | 4 | 0.13 | 8 | |
| <i>Penthalodes</i> sp. | 3 | 0.09 | 6 | 1 |
| <i>Stereotydeus</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 1 |
| Paratydeidae | 100 | 3.32 | 200 | |
| <i>Scolotydeus</i> sp. | 69 | 2.29 | 138 | 23 |
| <i>Tanytydeus</i> sp. | 2 | 0.06 | 4 | 1 |
| Sp. 1 | 13 | 0.43 | 26 | 8 |
| g.n.d. | 16 | 0.53 | 32 | 4 |

Apéndice 1. (Continúa)

| Taxon | Abundancia Absoluta | Abundancia Relativa (%) | Densidad (No/m²) | Frecuencia (%) N=100 |
|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Tydeidae | 367 | 12.18 | 734 | |
| <i>Tydeus (Afrotydeus) sp.</i> | 3 | 0.09 | 6 | |
| <i>Apotriophyteus sp.</i> | 8 | 0.27 | 16 | 2 |
| <i>Coccotydaeoulus sp.</i> | 13 | 0.43 | 26 | 4 |
| <i>Lorryia sp.</i> | 42 | 1.39 | 84 | 5 |
| <i>Metalorryia sp.</i> | 15 | 0.50 | 30 | 2 |
| <i>Metatriophyteus sp.</i> | 5 | 0.17 | 10 | 3 |
| <i>Meyerella sp.</i> | 22 | 0.73 | 44 | 4 |
| <i>Paratriophyteus sp.</i> | 14 | 0.46 | 28 | 4 |
| <i>Pseudotriophyteus sp.</i> | 3 | 0.09 | 6 | 1 |
| <i>Reckitydeus sp.</i> | 16 | 0.43 | 32 | 5 |
| <i>Tydaeolus sp.</i> | 1 | 0.03 | 2 | 1 |
| <i>Tydeus sp.</i> | 224 | 7.43 | 448 | 46 |
| <i>Tyndareus sp.</i> | 1 | 0.03 | 2 | 1 |
| Bdellidae | 132 | 4.38 | 264 | |
| <i>Bdella longicornis</i> | 14 | 0.46 | 28 | 3 |
| <i>Cyta latirostris</i> | 2 | 0.06 | 4 | 1 |
| <i>Spinibdella sp.</i> | 20 | 0.66 | 40 | 6 |
| <i>Spinibdella cronini</i> | 12 | 0.40 | 24 | 4 |
| <i>S. depressa</i> | 84 | 2.79 | 168 | 12 |
| Cunaxidae | 25 | 0.83 | 50 | |
| <i>Cunaxa sp.</i> | 5 | 0.17 | 10 | 3 |
| <i>Cunaxoides sp.</i> | 1 | 0.03 | 2 | 1 |
| <i>Neocunaxoides sp.</i> | 1 | 0.03 | 2 | 1 |
| <i>Pulaeus sp.</i> | 18 | 0.60 | 36 | 9 |
| Pygmephoridae | 22 | 0.73 | 44 | |
| <i>Bakerdania sp.</i> | 3 | 0.09 | 6 | 1 |
| <i>Siteroptes sp.</i> | 19 | 0.63 | 38 | 6 |
| Microdispidae | 24 | 0.80 | 48 | |
| <i>Brennandania sp.</i> | 24 | 0.80 | 48 | 3 |
| Tarsonemidae | 19 | 0.63 | 38 | |
| <i>Tarsonemus sp.</i> | 19 | 0.63 | 38 | 8 |
| Tarsocheylidae | 43 | 1.29 | 86 | |
| <i>Hoplocheylus sp.</i> | 43 | 1.29 | 86 | 14 |
| Raphignathidae | 2 | 0.06 | 4 | |
| <i>Raphignathus sp.</i> | 2 | 0.06 | 4 | 2 |
| Cryptognathidae | 3 | 0.09 | 6 | |
| <i>Cryptognathus sp.</i> | 3 | 0.09 | 6 | 3 |
| Eupalopsellidae | 8 | 0.24 | 16 | |
| <i>Eupalopsellus sp.</i> | 8 | 0.24 | 16 | 3 |
| Stigmaeidae | 19 | 0.63 | 38 | |
| <i>Ledermuelleropsis sp.</i> | 19 | 0.63 | 38 | 6 |
| Caligonellidae | 151 | 5.01 | 302 | |
| <i>Caligonella sp.</i> | 2 | 0.06 | 4 | 1 |
| <i>Coptocheles sp.</i> | 4 | 0.13 | 8 | 2 |
| <i>Molothrognathus sp.</i> | 131 | 4.35 | 262 | 30 |
| <i>Neognathus sp.</i> | 14 | 0.46 | 28 | 9 |
| Camerobiidae | 10 | 0.33 | 20 | |
| <i>Neophyllobius sp.</i> | 10 | 0.33 | 20 | 5 |
| Cheyletidae | 61 | 2.03 | 122 | |
| <i>Eucheyletia sp.</i> | 7 | 0.23 | 14 | 2 |
| <i>Hemicheyletia sp.</i> | 7 | 0.23 | 14 | 2 |
| <i>Microcheyla sp.</i> | 47 | 1.56 | 94 | 10 |
| Cheyletiellidae | 1 | 0.03 | 20 | |
| <i>Ornithocheyletia sp.</i> | 1 | 0.03 | 20 | 1 |

Apéndice 1. (Continúa)

| Taxon | Abundancia Absoluta | Abundancia Relativa (%) | Densidad (No/m²) | Frecuencia (%) N=100 |
|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Tetranychidae | 38 | 1.26 | 76 | |
| <i>Schizotetranychus</i> sp. | 36 | 1.20 | 72 | 4 |
| <i>Tetranychus</i> sp. | 2 | 0.06 | 4 | 1 |
| Tenuipalpidae | 18 | 0.60 | 36 | |
| <i>Aegyptobia</i> sp. | 13 | 0.43 | 26 | 6 |
| <i>Brevipalpus</i> sp. | 5 | 0.17 | 10 | 2 |
| Linotetranaidae | 258 | 8.56 | 516 | |
| <i>Linoteranus</i> sp. | 258 | 8.56 | 516 | 38 |
| Caeculidae | 20 | 0.66 | 40 | |
| <i>Allocaeculus</i> sp. | 4 | 0.13 | 8 | 2 |
| <i>Microcaeculus</i> sp. | 12 | 0.40 | 24 | 7 |
| g.n.d. | 4 | 0.13 | 8 | 2 |
| Teneriffiidae | 45 | 1.49 | 90 | |
| <i>Parateneriffia hirsti</i> | 44 | 1.46 | 88 | 14 |
| <i>Teneriffia</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 1 |
| Erythraeidae | 1 | 0.03 | 2 | |
| <i>Augustsonella</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 1 |
| Smarididae | 3 | 0.09 | 6 | |
| <i>Fessonina</i> sp. | 3 | 0.09 | 6 | 3 |
| Suborden Astigmata | 12 | 0.40 | 24 | |
| Acaridae | 12 | 0.40 | 24 | |
| <i>Thyrophagus putrescentiae</i> | 12 | 0.40 | 24 | 8 |
| Suborden Cryptostigmata | 999 | 33.16 | 1 988 | |
| Aphelacaridae | 292 | 9.69 | 584 | |
| <i>Aphelacarus</i> sp. | 292 | 9.69 | 584 | 60 |
| Cosmochthoniidae | 134 | 4.44 | 268 | |
| <i>Cosmochthonius</i> sp. | 133 | 4.41 | 266 | 41 |
| <i>Trichthonius</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 1 |
| Sphaerochthoniidae | 1 | 0.03 | 2 | |
| <i>Sphaerochthonius</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 3 |
| Haplochthoniidae | 13 | 0.43 | 26 | |
| <i>Haplochthonius</i> sp. | 13 | 0.43 | 26 | 1 |
| Brachychthoniidae | 7 | 0.77 | 14 | |
| <i>Brachychthonius</i> sp. | 2 | 0.60 | 4 | 9 |
| <i>Liochthonius</i> sp. | 5 | 0.17 | 10 | 1 |
| Euphthiracaridae | 5 | 0.17 | 10 | |
| <i>Rhysotritia</i> sp. | 5 | 0.17 | 10 | 2 |
| Lohmanniidae | 10 | 0.33 | 20 | |
| <i>Torpacarus</i> sp. | 10 | 0.33 | 20 | 2 |
| Epilohmanniidae | 1 | 0.03 | 2 | |
| <i>Epilohmannia</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 2 |
| Thrypochthoniidae | 2 | 0.06 | 4 | |
| <i>Archegozetes</i> sp. | 2 | 0.06 | 4 | 1 |
| Liodidae | 1 | 0.03 | 2 | |
| <i>Liodes</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 3 |
| Gymnodamaeidae | 35 | 1.16 | 70 | |
| <i>Joshuella</i> sp. | 35 | 1.16 | 70 | 8 |
| Plateremaieidae | 2 | 0.06 | 4 | |
| <i>Allodamaeus</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 19 |
| <i>Pedrocortesella</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 1 |

Apéndice 1. (Continúa)

| Taxon | Abundancia Absoluta | Abundancia Relativa (%) | Densidad (No/m ²) | Frecuencia (%) N=100 |
|--------------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Pherolioididae | 1 | 0.03 | 2 | |
| <i>Licnoliodes</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 1 |
| Licnodamaeidae | 44 | 1.46 | 88 | |
| <i>Licnodamaeus</i> sp. | 44 | 1.46 | 88 | 1 |
| Damaeidae | 1 | 0.03 | 2 | |
| <i>Epidamaeus</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 1 |
| Cepheidae | 6 | 0.20 | 12 | |
| <i>Reticulocephus</i> sp. | 6 | 0.20 | 12 | 1 |
| Charassobatidae | 90 | 2.99 | 180 | |
| <i>Ametroproctus</i> sp. | 90 | 2.99 | 180 | 21 |
| Eremaeozetidae | 3 | 0.09 | 6 | |
| <i>Eremaeozetes</i> sp. | 3 | 0.09 | 6 | 1 |
| Carabodidae | 3 | 0.09 | 6 | |
| <i>Carabodes</i> sp. | 3 | 0.09 | 6 | 2 |
| Oppiidae | 17 | 0.56 | 34 | |
| <i>Amerioppia</i> sp. | 5 | 0.17 | 10 | 1 |
| <i>Arcoppia</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 1 |
| <i>Graptoppia</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 5 |
| <i>Ramusella</i> sp. | 10 | 0.33 | 20 | 3 |
| Suctobelbidae | 3 | 0.09 | 6 | |
| <i>Suctobelba</i> sp. | 3 | 0.09 | 6 | 6 |
| Cymbaeremaeidae | 11 | 0.36 | 22 | |
| <i>Scapheremaeus</i> sp. | 11 | 0.36 | 22 | 8 |
| Scutoverticidae | 44 | 1.46 | 88 | |
| <i>Hypovortex</i> sp. | 27 | 0.90 | 54 | 5 |
| <i>Scutovertex</i> sp.1 | 9 | 0.30 | 18 | 4 |
| <i>Scutovertex</i> sp.2 | 8 | 0.26 | 16 | 8 |
| Mochlozetidae | 16 | 0.53 | 32 | |
| <i>Mochloribatula</i> sp. | 16 | 0.53 | 32 | 1 |
| Oribatulidae | 121 | 4.02 | 242 | |
| <i>Gerloubia</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 1 |
| <i>Jordania</i> sp. | 5 | 0.17 | 10 | 4 |
| <i>Luccopia</i> sp. | 9 | 0.30 | 18 | 5 |
| <i>Oribatula</i> sp. | 68 | 2.26 | 136 | 26 |
| <i>Zygoribatula borelensis</i> | 38 | 1.26 | 76 | 16 |
| Haplozetidae | 3 | 0.09 | 6 | |
| <i>Mancoribates</i> sp. | 2 | 0.06 | 4 | 1 |
| <i>Rostrozetes</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 1 |
| Schelorbitidae | 39 | 1.29 | 78 | |
| <i>Schelorbitates</i> sp. 1 | 15 | 0.50 | 30 | 8 |
| S. sp. 2 | 24 | 0.79 | 48 | 2 |
| Ceratozetidae | 1 | 0.03 | 2 | |
| <i>Ceratozetes</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 1 |
| Galumnidae | 12 | 0.40 | 24 | |
| <i>Acrogalumna</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 3 |
| <i>Galumna</i> sp. 1 | 6 | 0.20 | 12 | 1 |
| G. sp. 2 | 5 | 0.17 | 10 | 1 |
| Xilobatidae | 1 | 0.03 | 2 | |
| <i>Phenoxylobates</i> sp. | 1 | 0.03 | 2 | 2 |
| Juveniles | 80 | 2.65 | 160 | - |
| TOTAL | 3 012 | 100.0 | 5 992 | |

g.n.d.= género no determinado

Apéndice 2. Distribución espacial de la abundancia absoluta de las especies de ácaros en la cuenca del Río Estórax, Qro. MR: matorral rosétofilo de *Fouquieria-Acacia*; MMP: matorral micrófilo de *Prosopis-Myrtillocactus*; MT: matorral de transición de *Hechthia-Acacia*; MML: matorral micrófilo de *Larrea-Acacia*; MC: matorral crasicale de *Stenocereus*.

| TAXA/LOCALIDAD | MR | MMP | MT | MML | MC | TOTAL |
|------------------------------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|
| MESOSTIGMATA | | | | | | |
| Rhodacaridae | | | | | | |
| <i>Rhodacarus</i> sp. | 0 | 2 | 1 | 2 | 3 | 8 |
| Digamasellidae | | | | | | |
| <i>Digamasellus</i> sp. | 3 | 10 | 2 | 0 | 3 | 18 |
| Ologamasidae | | | | | | |
| <i>Gamasellus</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Ascidae | | | | | | |
| <i>Asca</i> sp. | 7 | 1 | 4 | 2 | 3 | 17 |
| <i>Protolaelaps</i> sp. | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| Phytoseiidae | | | | | | |
| <i>Amblyseius</i> sp. | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Ameroseiidae | | | | | | |
| <i>Ameroseius</i> sp. | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| Laelapidae | | | | | | |
| <i>Androlaelaps</i> sp. | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 |
| <i>Pseudoparasitus</i> sp. | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| TOTAL | 24 | 15 | 7 | 5 | 13 | 64 |
| PROSTIGMATA | | | | | | |
| Bimichaelidae | | | | | | |
| <i>Bimichaelia</i> sp. | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 6 |
| <i>Petrallychus</i> sp. | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Nanorchestidae | | | | | | |
| <i>Speleorchestes</i> sp. | 65 | 16 | 32 | 22 | 7 | 142 |
| <i>S. meyeræ</i> | 79 | 31 | 32 | 1 | 28 | 171 |
| <i>S. potchefstroomensis</i> | 39 | 18 | 16 | 45 | 28 | 146 |
| <i>Nanorchestes</i> sp. | 25 | 1 | 0 | 2 | 0 | 28 |
| <i>Neonanorchestes</i> sp. | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Terpnacaridae | | | | | | |
| <i>Terpnacarus</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Pediculochelidae | | | | | | |
| <i>Pediculochelus</i> sp. | 1 | 0 | | 0 | 0 | 1 |
| Adamystidae | | | | | | |
| <i>Adamystis</i> sp. | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 | 5 |
| Eupodidae | | | | | | |
| <i>Claveupodes</i> sp. | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Eupodes</i> sp. | 24 | 14 | 3 | 0 | 1 | 42 |
| <i>Protereynetes</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 6 |
| Rhagidiidae | | | | | | |
| <i>Coccorhagidia</i> sp. | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| <i>Rhagidia</i> sp. | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Penthalodidae | | | | | | |
| <i>Penthalodes</i> sp. | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 |
| <i>Stereotydeus</i> sp. | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Paratydeidae | | | | | | |
| <i>Sp. 1</i> | 3 | 2 | 4 | 0 | 4 | 13 |

Apéndice 2. (Continúa)

| TAXA/LOCALIDAD | MR | MMP | MT | MML | MC | TOTAL |
|--------------------------------|-----|-----|----|-----|----|-------|
| <i>Scolotydeus</i> sp. | 13 | 15 | 10 | 25 | 6 | 69 |
| <i>g.n.d.</i> | 7 | 1 | 6 | 2 | 0 | 16 |
| <i>Tanytydeus</i> sp. | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Tydeidae | | | | | | |
| <i>Tydeus (Afrotydeus)</i> sp. | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 |
| <i>Apotriophtydeus</i> sp. | 3 | 0 | 0 | 0 | 5 | 8 |
| <i>Coccotydaeoulus</i> sp. | 10 | 0 | 0 | 0 | 3 | 13 |
| <i>Lorryia</i> sp. | 8 | 34 | 0 | 0 | 0 | 42 |
| <i>Metalorryia</i> sp. | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| <i>Metatriophtydeus</i> sp. | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| <i>Meyerella</i> sp. | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 |
| <i>Paratriophtydeus</i> sp. | 3 | 1 | 0 | 0 | 10 | 14 |
| <i>Pseudotriophtydeus</i> sp. | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| <i>Reckitydeus</i> sp. | 12 | 2 | 2 | 0 | 0 | 16 |
| <i>Tydaeolus</i> sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Tydeus</i> sp. | 107 | 35 | 40 | 21 | 21 | 224 |
| <i>Tyndareus</i> sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Bdellidae | | | | | | |
| <i>Bdella longicornis</i> | 10 | 0 | 4 | 0 | 0 | 14 |
| <i>Cyta latirostris</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| <i>Spinibdella</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 11 | 9 | 20 |
| <i>S. cronini</i> | 1 | 1 | 2 | 0 | 8 | 12 |
| <i>S. depressa</i> | 34 | 26 | 16 | 0 | 8 | 84 |
| Cunaxidae | | | | | | |
| <i>Cunaxa</i> sp. | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 |
| <i>Cunaxoides</i> sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Neocunaxoides</i> sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Pulaeus</i> sp. | 3 | 9 | 4 | 1 | 1 | 18 |
| Pygmephoridae | | | | | | |
| <i>Bakerdania</i> sp. | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 |
| <i>Siteroptes</i> sp. | 1 | 4 | 4 | 0 | 10 | 19 |
| Microdispidae | | | | | | |
| <i>Brennandania</i> sp. | 2 | 22 | 0 | 0 | 0 | 24 |
| Tarsonemidae | | | | | | |
| <i>Tarsonemus</i> sp. | 9 | 5 | 0 | 2 | 3 | 19 |
| Tarsocheylidae | | | | | | |
| <i>Hoplocheylus</i> sp. | 29 | 4 | 8 | 2 | 0 | 43 |
| Raphignathidae | | | | | | |
| <i>Raphignathus</i> sp. | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Cryptognathidae | | | | | | |
| <i>Cryptognathus</i> sp. | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Eupalosellidae | | | | | | |
| <i>Eupalopsellus</i> sp. | 6 | 0 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| Stigmaeidae | | | | | | |
| <i>Ledermuelleropsis</i> sp. | 13 | 0 | 0 | 5 | 0 | 18 |
| Caligonellidae | | | | | | |
| <i>Caligonella</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| <i>Coptocheles</i> sp. | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 4 |
| <i>Molothrognathus</i> sp. | 20 | 46 | 9 | 21 | 35 | 131 |
| <i>Neognathus</i> sp. | 5 | 2 | 5 | 0 | 2 | 14 |
| Camerobiidae | | | | | | |
| <i>Neophyllobius</i> sp. | 6 | 3 | 0 | 0 | 1 | 10 |

Apéndice 2. (Continúa)

| TAXA/LOCALIDAD | MR | MMP | MT | MML | MC | TOTAL |
|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| Cheyletidae | | | | | | |
| <i>Eucheyletia</i> sp. | 0 | 3 | 0 | 0 | 4 | 7 |
| <i>Hemicheyletia</i> sp. | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| <i>Microcheylea</i> sp. | 18 | 18 | 0 | 5 | 6 | 47 |
| Cheyletiellidae | | | | | | |
| <i>Ornithocheyletia</i> sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Tetranychidae | | | | | | |
| <i>Schizotetranychus</i> sp. | 13 | 23 | 0 | 0 | 0 | 36 |
| <i>Tetranychus</i> sp. | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Tenuipalpidae | | | | | | |
| <i>Aegyptobia</i> sp. | 9 | 0 | 2 | 0 | 2 | 13 |
| <i>Brevipalpus</i> sp. | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Linotetranae | | | | | | |
| <i>Linotetranus</i> sp. | 99 | 28 | 26 | 45 | 60 | 258 |
| Caeculidae | | | | | | |
| <i>Allocaeculus</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 |
| <i>Microcaeculus</i> sp. | 4 | 1 | 1 | 2 | 4 | 12 |
| g.n.d. | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Teneriffidae | | | | | | |
| <i>Parateneriffia hirsti</i> | 33 | 4 | 0 | 3 | 4 | 44 |
| <i>Teneriffia</i> sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Erythraeidae | | | | | | |
| <i>Augustsonella</i> sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Smaridiidae | | | | | | |
| <i>Fessonnia</i> sp. | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 |
| TOTAL | 794 | 384 | 240 | 218 | 301 | 1 937 |

ASTIGMATA

| | | | | | | |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| <i>Thyrophagus</i> sp. | 3 | 1 | 1 | 4 | 3 | 12 |
| TOTAL | 3 | 1 | 1 | 4 | 3 | 12 |

CRYPTOSTIGMATA

| | | | | | | |
|-----------------------------|----|----|----|----|----|-----|
| Aphelcaridae | | | | | | |
| <i>Aphelacarus</i> sp. | 89 | 52 | 40 | 55 | 56 | 292 |
| Cosmochthoniidae | | | | | | |
| <i>Cosmochthonius</i> sp. | 29 | 12 | 19 | 38 | 35 | 133 |
| <i>Trichthonius</i> sp. | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Sphaerochthoniidae | | | | | | |
| <i>Sphaerochthonius</i> sp. | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Haplochthoniidae | | | | | | |
| <i>Haplochthonius</i> sp. | 4 | 1 | 4 | 2 | 2 | 13 |
| Brachychthoniidae | | | | | | |
| <i>Brachychthonius</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| <i>Liochthonius</i> sp. | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Euphthiracaridae | | | | | | |
| <i>Rhysotritia</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| Lohmanniidae | | | | | | |
| <i>Torpacarus</i> sp. | 1 | 0 | 8 | 0 | 1 | 10 |
| Epilohmanniidae | | | | | | |
| <i>Epilohmannia</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Thrypochthoniidae | | | | | | |
| <i>Archaeozetes</i> sp. | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |

Apéndice 2. (Continúa)

| TAXA/LOCALIDAD | MR | MMP | MT | MML | MC | TOTAL |
|--------------------------------|----|-----|----|-----|----|-------|
| Liodidae | | | | | | |
| <i>Liodes</i> sp. | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Gymnodamaeidae | | | | | | |
| <i>Joshuella</i> sp. | 13 | 19 | 3 | 0 | 0 | 35 |
| Plateremaeidae | | | | | | |
| <i>Allodamaeus</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Pedrocortesella</i> sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Pheroliodidae | | | | | | |
| <i>Licnoliodes</i> sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Licnodamaeidae | | | | | | |
| <i>Licnodamaeus</i> sp. | 20 | 11 | 7 | 0 | 6 | 44 |
| Damaeidae | | | | | | |
| <i>Epidamaeus</i> sp. | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Cepheidae | | | | | | |
| <i>Reticulocephus</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 6 |
| Charassobatidae | | | | | | |
| <i>Ametroproctus</i> sp. | 16 | 11 | 6 | 15 | 42 | 90 |
| Eremaeozetidae | | | | | | |
| <i>Eremaeozetes</i> sp. | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 |
| Carabodidae | | | | | | |
| <i>Carabodes</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 |
| Oppiidae | | | | | | |
| <i>Amerioppia</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| <i>Arcoppia</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Graptoppia</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Ramusella</i> sp. | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 | 10 |
| Suctobelbidae | | | | | | |
| <i>Suctobelba</i> sp. | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Cymbaeremaeidae | | | | | | |
| <i>Scapheremaeus</i> sp. | 0 | 5 | 1 | 0 | 5 | 11 |
| Scutoverticidae | | | | | | |
| <i>Hypovortex</i> sp. | 0 | 3 | 0 | 13 | 11 | 27 |
| <i>Scutovertex</i> sp.1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 5 | 9 |
| <i>Scutovertex</i> sp. 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 8 |
| Mochlozetidae | | | | | | |
| <i>Mochloribatula</i> sp. | 8 | 1 | 0 | 0 | 7 | 16 |
| Oribatulidae | | | | | | |
| <i>Gerloubia</i> sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Jordania</i> sp. | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 5 |
| <i>Lucoppia</i> sp. | 7 | 0 | 2 | 0 | 0 | 9 |
| <i>Oribatula</i> sp. | 33 | 15 | 6 | 8 | 6 | 68 |
| <i>Zygoribatula borelensis</i> | 1 | 2 | 5 | 9 | 21 | 38 |
| Haplozetidae | | | | | | |
| <i>Mancoribates</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| <i>Rostrozetes</i> sp. | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Schelorbitidae | | | | | | |
| <i>Schelorbitates</i> sp. 1 | 4 | 0 | 1 | 2 | 8 | 15 |
| <i>Schelorbitates</i> sp. 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 23 | 24 |
| Ceratozetidae | | | | | | |
| <i>Ceratozetes</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Galumnidae | | | | | | |
| <i>Acrogalumna</i> sp. | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Galumna</i> sp.1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 6 |

Apéndice 2. (Continúa)

| TAXA/LOCALIDAD | MR | MMP | MT | MML | MC | TOTAL |
|---------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <i>Galurnia</i> sp.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| <i>Xylobatidae</i> | | | | | | |
| <i>Phenoxylobates</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Juveniles | 21 | 3 | 11 | 5 | 40 | 80 |
| TOTAL | 265 | 143 | 122 | 158 | 311 | 999 |

g.n.d.= género no determinado.

Apéndices 3. Distribución temporal de la densidad de las especies de ácaros en la cuenca del Río Estórax, Qro.

| Muestreo | Primero Finales de la época de lluvias (octubre, 1992) | | Segundo Mediados de la época de secas (enero, 1993) | | Tercero Inicio de la época de lluvias del siguiente año (mayo, 1993) | | Cuarto Mediados de la época de lluvias del siguiente año (agosto, 1993) | | |
|--|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------|
| | Especie | Densidad (No./m ²) | Abundancia absoluta | Densidad (No./m ²) | Abundancia absoluta | Densidad (No./m ²) | Abundancia absoluta | Densidad (No./m ²) | Abundancia absoluta |
| MESOSTIGMATA | | | | | | | | | |
| <i>Rhodacarus sp.</i> | 47 | 6 | - | - | - | - | 16 | 2 | |
| <i>Digamasellus sp.</i> | 103 | 13 | 16 | 2 | - | - | 23 | 3 | |
| <i>Gamasellus sp.</i> | 8 | 1 | - | - | - | - | - | - | |
| <i>Asca sp.</i> | 55 | 7 | - | - | - | - | 79 | 10 | |
| <i>Protolaelaps sp.</i> | 8 | 1 | - | - | - | - | 8 | 1 | |
| <i>Amblyseius sp.</i> | 47 | 6 | - | - | - | - | - | - | |
| <i>Ameroseius sp.</i> | 8 | 1 | - | - | - | - | 16 | 2 | |
| <i>Androlaelaps sp.</i> | 8 | 1 | 16 | 2 | 16 | 2 | 8 | 1 | |
| <i>Pseudoparasitus sp.</i> | 15 | 2 | - | - | - | - | 8 | 1 | |
| Total | 302 | 38 | 32 | 4 | 16 | 2 | 159 | 20 | |
| PROSTIGMATA | | | | | | | | | |
| <i>Bimichaelia sp.</i> | 8 | 1 | - | - | - | - | 39 | 5 | |
| <i>Petralychus sp.</i> | 16 | 2 | - | - | - | - | - | - | |
| <i>Speleorchestes sp.</i> | 183 | 23 | 294 | 37 | 207 | 26 | 446 | 56 | |
| <i>Speleorchestes meyeræ</i> | 294 | 37 | 947 | 119 | 119 | 15 | - | - | |
| <i>Speleorchestes potchefstroomensis</i> | 191 | 24 | - | - | 494 | 62 | 478 | 60 | |
| <i>Nanorchestes sp.</i> | 32 | 4 | 87 | 11 | - | - | 103 | 13 | |
| <i>Neonanorchestes sp.</i> | 32 | 4 | - | - | - | - | - | - | |
| <i>Adamystis sp.</i> | 32 | 4 | - | - | 8 | 1 | - | - | |
| <i>Terpnacarus sp.</i> | - | - | - | - | - | - | 8 | 1 | |
| <i>Pediculochelus sp.</i> | - | - | 8 | 1 | - | - | - | - | |
| <i>Claveupodes sp.</i> | 8 | 1 | 8 | 1 | - | - | - | - | |
| <i>Eupodes sp.</i> | 143 | 18 | 159 | 20 | - | - | 31 | 4 | |
| <i>Protereynetes sp.</i> | - | - | 16 | 2 | - | - | 31 | 4 | |
| <i>Coccorhagidia sp.</i> | 23 | 3 | 23 | 3 | - | - | - | - | |
| <i>Rhagidia sp.</i> | 8 | 1 | - | - | - | - | - | - | |
| <i>Penthalodes sp.</i> | 23 | 3 | - | - | - | - | - | - | |
| <i>Stereotydeus sp.</i> | 8 | 1 | - | - | - | - | - | - | |
| <i>Scolotydeus sp.</i> | 238 | 30 | - | - | 87 | 11 | 222 | 28 | |
| <i>Tanytydeus sp.</i> | 16 | 2 | - | - | - | - | - | - | |
| <i>Sp. 1 (Paratydeidae)</i> | 16 | 2 | 39 | 5 | 47 | 6 | - | - | |
| <i>g.n.d. (Paratydeidae)</i> | - | - | 71 | 9 | 55 | 7 | - | - | |
| <i>Apotriophydeus sp.</i> | - | - | - | - | - | - | 64 | 8 | |
| <i>Coccotydaeoulus sp.</i> | 31 | 4 | 64 | 8 | - | - | 8 | 1 | |
| <i>Lorryia sp.</i> | 39 | 5 | 239 | 30 | - | - | 55 | 7 | |
| <i>Metatriophydeus sp.</i> | 8 | 1 | - | - | - | - | 32 | 4 | |

Apéndices 3. (Continúa)

| Muestreo | Primero | | Segundo | | Tercero | | Cuarto | |
|--------------------------------|--|---------------------|---|---------------------|--|---------------------|--|---------------------|
| | Finales de la época de lluvias (octubre, 1992) | | Mediados de la época de secas (enero, 1993) | | Inicio de la época de lluvias del siguiente año (mayo, 1993) | | Mediados de la época de lluvias del siguiente año (agosto, 1993) | |
| Especie | Densidad (No./m ²) | Abundancia absoluta | Densidad (No./m ²) | Abundancia absoluta | Densidad (No./m ²) | Abundancia absoluta | Densidad (No./m ²) | Abundancia absoluta |
| <i>Metalorryia</i> sp. | - | - | - | - | 79 | 10 | 40 | 5 |
| <i>Meyerella</i> sp. | - | - | 135 | 17 | 40 | 5 | - | - |
| <i>Paratriophtydeus</i> sp. | - | - | 72 | 9 | - | - | 40 | 5 |
| <i>Pseudotriophtydeus</i> sp. | - | - | 24 | 3 | - | - | - | - |
| <i>Reckitydeus</i> sp. | - | - | 127 | 16 | - | - | - | - |
| <i>Tydaolus</i> sp. | 8 | 1 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Tydeus</i> sp. | 262 | 33 | 979 | 123 | 326 | 41 | 207 | 26 |
| <i>Tydeus (Afrotydeus)</i> sp. | - | - | - | - | 24 | 3 | - | - |
| <i>Tyndareus</i> sp. | 8 | 1 | - | - | - | - | - | - |
| g.n.d.(Tydeidae) | 8 | 1 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Bdella longicornis</i> | 31 | 4 | 39 | 5 | - | - | 40 | 5 |
| <i>Cyta latirostris</i> | - | - | - | - | - | - | 16 | 2 |
| <i>Spinibdella</i> sp. | 16 | 2 | 55 | 7 | 63 | 8 | 23 | 3 |
| <i>S. cronini</i> | 23 | 3 | 8 | 1 | 63 | 8 | - | - |
| <i>S. depressa</i> | 71 | 9 | 302 | 38 | 159 | 20 | 135 | 17 |
| <i>Cunaxa</i> sp. | 8 | 1 | - | - | - | - | 31 | 4 |
| <i>Cunaxoides</i> sp. | 8 | 1 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Neocunaxoides</i> sp. | 8 | 1 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Pulaeus</i> sp. | 23 | 3 | 103 | 13 | 16 | 2 | - | - |
| <i>Bakerdania</i> sp. | 23 | 3 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Siteroptes</i> sp. | 16 | 2 | 8 | 1 | 31 | 4 | 95 | 12 |
| <i>Brennandania</i> sp. | 191 | 24 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Tarsonemus</i> sp. | 55 | 7 | 55 | 7 | - | - | 40 | 5 |
| <i>Hoplocheylus</i> sp. | 79 | 10 | 175 | 22 | 55 | 7 | 31 | 4 |
| <i>Raphignathus</i> sp. | 8 | 1 | - | - | - | - | 8 | 1 |
| <i>Cryptognathus</i> sp. | 8 | 1 | - | - | 8 | 1 | 8 | 1 |
| <i>Eupalopsellus</i> sp. | 16 | 2 | 8 | 1 | 16 | 2 | 31 | 4 |
| <i>Ledermuelleropsis</i> sp. | 55 | 7 | 31 | 4 | 16 | 2 | 40 | 5 |
| <i>Caligonella</i> sp. | - | - | 16 | 2 | - | - | - | - |
| <i>Coptocheles</i> sp. | - | - | - | - | 23 | 3 | 8 | 1 |
| <i>Molothrognathus</i> sp. | 262 | 33 | 47 | 6 | 406 | 51 | 326 | 41 |
| <i>Neognathus</i> sp. | 47 | 6 | 23 | 3 | 8 | 1 | 31 | 4 |
| <i>Neophyllobius</i> sp. | 8 | 1 | 55 | 7 | - | - | 16 | 2 |
| <i>Eucheyletia</i> sp. | - | - | - | - | 31 | 4 | 23 | 3 |
| <i>Hemicheyletia</i> sp. | 8 | 1 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Microcheyla</i> sp. | 31 | 4 | 175 | 22 | 79 | 10 | 103 | 13 |
| <i>Ornithocheyletia</i> sp. | 8 | 1 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Schizotetranychus</i> sp. | 175 | 22 | 39 | 5 | 8 | 1 | 63 | 8 |
| <i>Tetranychus</i> sp. | 16 | 2 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Aegyptobia</i> sp. | 23 | 3 | 16 | 2 | 16 | 2 | 47 | 6 |
| <i>Brevipalpus</i> sp. | - | - | - | - | - | - | 39 | 5 |
| <i>Linotetranus</i> sp. | 382 | 48 | 469 | 59 | 525 | 66 | 677 | 85 |
| <i>Allocaeculus</i> sp. | - | - | - | - | 31 | 4 | - | - |
| <i>Microcaeculus</i> sp. | 8 | 1 | 8 | 1 | 8 | 1 | 71 | 9 |
| g.n.d. (Caeculidae) | - | - | 8 | 1 | 23 | 3 | - | - |

Apéndice 3. (Continúa)

| Muestreo | Primero | | Segundo | | Tercero | | Cuarto | |
|------------------------------|--|---------------------|---|---------------------|--|---------------------|--|---------------------|
| | Finales de la época de lluvias (octubre, 1992) | | Mediados de la época de secas (enero, 1993) | | Inicio de la época de lluvias del siguiente año (mayo, 1993) | | Mediados de la época de lluvias del siguiente año (agosto, 1993) | |
| Especie | Densidad (No./m ²) | Abundancia absoluta | Densidad (No./m ²) | Abundancia absoluta | Densidad (No./m ²) | Abundancia absoluta | Densidad (No./m ²) | Abundancia absoluta |
| <i>Parateneriffia hirsti</i> | 39 | 5 | - | - | 79 | 10 | 111 | 14 |
| <i>Teneriffia sp.</i> | - | - | - | - | 8 | 1 | - | - |
| <i>Augustsonella sp.</i> | 8 | 1 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Fessonnia sp.</i> | 8 | 1 | - | - | 8 | 1 | - | - |
| Total | 3 312 | 416 | 5 072 | 637 | 3 208 | 403 | 3 829 | 481 |

ASTIGMATA

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| <i>Thyrophagus putrescentiae</i> | 39 | 5 | 8 | 1 | 16 | 2 | 31 | 4 |
| Total | 39 | 5 | 8 | 1 | 16 | 2 | 31 | 4 |

CRYPTOSTIGMATA

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|----|-----|----|-----|----|-----------|----------|
| <i>Aphelacarus sp.</i> | 470 | 59 | 716 | 90 | 565 | 71 | 573 | 72 |
| <i>Cosmochthonius sp.</i> | 358 | 45 | 230 | 29 | 167 | 21 | 239 | 30 |
| <i>Trichthonius sp.</i> | 63 | 8 | 8 | 1 | - | - | - | -- |
| <i>Sphaerochthonius sp.</i> | 8 | 1 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Haplochthonius sp.</i> | 8 | 1 | 8 | 1 | 71 | 9 | 16 | 2 |
| <i>Brachichthonius sp.</i> | - | - | - | - | 16 | 2 | - | - |
| <i>Lichthonius sp.</i> | 39 | 5 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Rhysotria sp.</i> | - | - | - | - | - | - | 40 | 5 |
| <i>Torpacarus sp.</i> | 63 | 8 | 8 | 1 | - | - | 8 | 1 |
| <i>Ephilomannia sp.</i> | - | - | 8 | 1 | - | - | - | - |
| <i>Archegozetes sp.</i> | - | - | 8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| <i>Liodes sp.</i> | - | - | - | - | 8 | 1 | - | - |
| <i>Joshuella sp.</i> | 151 | 19 | 8 | 1 | 79 | 10 | 40 | 5 |
| <i>Allodamaeus sp.</i> | - | - | - | - | - | - | 8 | 1 |
| <i>Pedrocortesella sp.</i> | - | - | - | - | 8 | 1 | - | - |
| <i>Licnoliodes sp.</i> | - | - | - | - | 8 | 1 | - | - |
| <i>Licnodamaeus sp.</i> | 55 | 7 | 79 | 10 | 71 | 9 | 143 | 18 |
| <i>Epidamaeus sp.</i> | 8 | 1 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Reticulocephus sp.</i> | - | - | - | - | 47 | 6 | - | - |
| <i>Ametroproctus sp.</i> | 8 | 1 | 270 | 34 | 55 | 7 | 382 | 48 |
| <i>Eremaeozetes sp.</i> | - | - | - | - | - | - | 23 | 3 |
| <i>Carabodes sp.</i> | - | - | - | - | - | - | 23 | 3 |
| <i>Amerioppia sp.</i> | - | - | - | - | - | - | 40 | 5 |
| <i>Arcoppia sp.</i> | - | - | 8 | 1 | - | - | - | - |
| <i>Graptoppia sp.</i> | 8 | 1 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Ramusella sp.</i> | 55 | 7 | - | - | 16 | 2 | 8 | 1 |
| <i>Suctobelba sp.</i> | 16 | 2 | 8 | 1 | - | - | - | - |
| <i>Scapheremeus sp.</i> | 8 | 1 | 23 | 3 | 23 | 3 | 31 | 4 |
| <i>Hypovortex sp.</i> | 127 | 16 | 31 | 4 | 31 | 4 | 23 | 3 |

Apéndices 3. (Continúa)

| Muestreo | Primero | | Segundo | | Tercero | | Cuarto | |
|--------------------------------|--|---------------------|---|---------------------|--|---------------------|--|---------------------|
| | Finales de la época de lluvias (octubre, 1992) | | Mediados de la época de secas (enero, 1993) | | Inicio de la época de lluvias del siguiente año (mayo, 1993) | | Mediados de la época de lluvias del siguiente año (agosto, 1993) | |
| Especie | Densidad (No./m ²) | Abundancia absoluta | Densidad (No./m ²) | Abundancia absoluta | Densidad (No./m ²) | Abundancia absoluta | Densidad (No./m ²) | Abundancia absoluta |
| <i>Scutovertex</i> sp. 1 | 55 | 7 | 8 | 1 | - | - | 8 | 1 |
| <i>Scutovertex</i> sp. 2 | 16 | 2 | 31 | 4 | 16 | 2 | - | - |
| <i>Mochoribatula</i> sp. | 23 | 3 | - | - | - | - | 103 | 13 |
| <i>Gerloubia</i> sp. | - | - | - | - | - | - | 8 | 1 |
| <i>Jornadia</i> sp. | 31 | 4 | 8 | 1 | - | - | - | - |
| <i>Lucoppia</i> sp. | 63 | 8 | 8 | 1 | - | - | - | - |
| <i>Oribatula</i> sp. | 87 | 11 | 159 | 20 | 119 | 15 | 175 | 22 |
| <i>Zygoribatua boreilensis</i> | 95 | 12 | 31 | 4 | 79 | 10 | 96 | 12 |
| <i>Mancoribates</i> sp. | - | - | - | - | - | - | 16 | 2 |
| <i>Rostrozetes</i> sp. | - | - | - | - | - | - | 8 | 1 |
| <i>Scheloribates</i> sp. 1 | - | - | 8 | 1 | 16 | 2 | 96 | 12 |
| <i>Scheloribates</i> sp. 2 | 8 | 1 | - | - | - | - | 183 | 23 |
| <i>Ceratozetes</i> sp. | - | - | - | - | - | - | 8 | 1 |
| <i>Acrogalumna</i> sp. | - | - | - | - | - | - | 8 | 1 |
| <i>Galumna</i> sp.1 | 8 | 1 | - | - | 8 | 1 | 23 | 4 |
| <i>Galumna</i> sp.2 | - | - | - | - | - | - | 40 | 5 |
| <i>Phenoxylobates</i> sp. | - | - | - | - | - | - | 8 | 1 |
| Juveniles | 143 | 18 | 207 | 26 | 55 | 7 | 230 | 19 |
| Total | 1 982 | 249 | 1 878 | 236 | 1 472 | 185 | 2 619 | 329 |
| Gran total | 5 635 | 708 | 6 990 | 878 | 4 712 | 592 | 6 638 | 824 |