



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

BIOLOGÍA

**Contribución al conocimiento de los ácaros edáficos y
su importancia ecológica.**

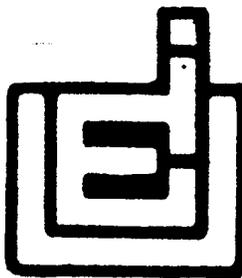
T E S I S

Que para obtener el título de:

B I O L O G O

P r e s e n t a :

Robles Ruíz Alma Minerva



Directora: M. en C. María del Pilar Villeda Callejas

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central

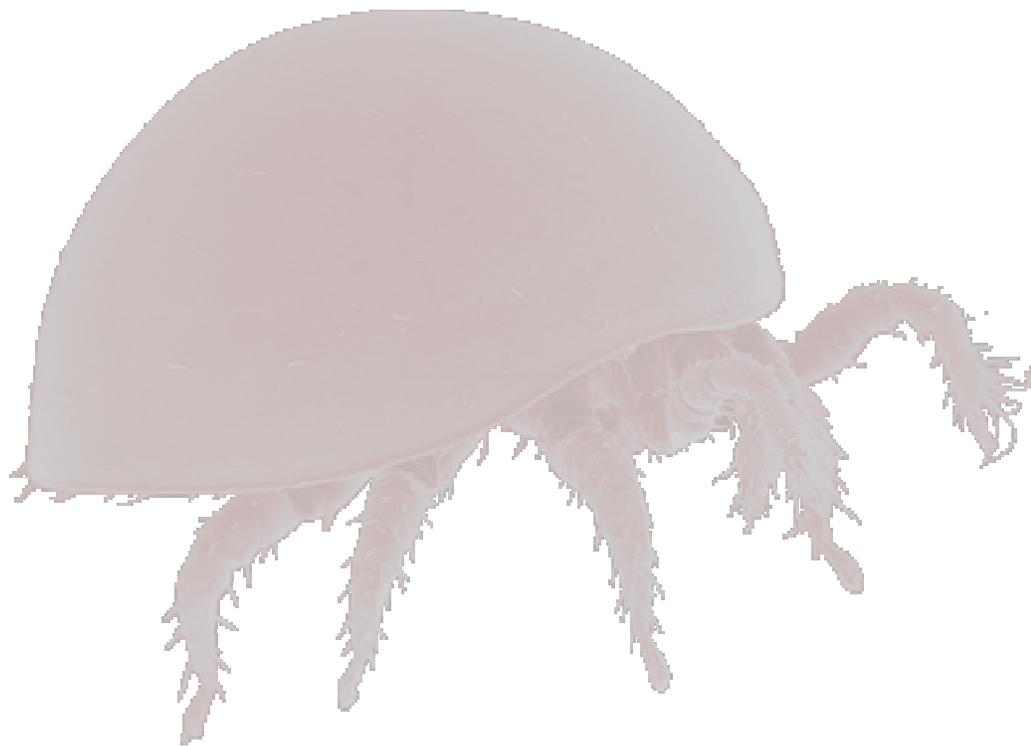


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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.



Nosotros vivimos en el techo de un mundo oculto. Debajo de la superficie del suelo se encuentra un mundo atrayente y misterioso, ya que gran parte de la fascinación del hombre acerca de la vida, se ha relacionado con el suelo mismo. Está poblado por extrañas criaturas que han encontrado formas de vivir en un mundo privado de luz solar y un imperio cuyas fronteras están marcadas por paredes de tierra.

Peter Fard.

AGRADECIMIENTOS

A la ENEP Iztacala de la cual estoy orgullosa de pertenecer; a todos mis maestros quienes con su sabiduría y consejos, me formaron como profesionista; en especial a la M. en C. María del Pilar Villeda Callejas por su apoyo, paciencia, orientación y asesoramiento en las correcciones de la tesis.

Al Dr. Sergio Cházaro Olvera, por su ayuda desinteresada en la revisión de este proyecto y por las facilidades prestadas.

A los sinodales M. en C. Horacio Vázquez López, al Biólogo Ángel Lara Vázquez y al M. en C. José Antonio Martínez Pérez, por sus atinadas observaciones, que han sido de gran importancia en el desarrollo de este trabajo.

Con especial agradecimiento a la Dra. Edith estrada Venegas y al Dr. Armando Equihua Martínez, por brindarme su apoyo, su confianza, su sabiduría, sus consejos, paciencia y comprensión; que han sido de gran importancia en mi formación profesional. ¡Gracias!

A la Bióloga Juana Santoyo Morales por los buenos momentos que compartimos al realizar este trabajo.

DEDICATORIAS

Muy en especial a las dos personas que mas amo, que me han brindado su amor y apoyo en las etapas de mi vida. A mi madre Senorina Ruiz Rojas por haberme dado la vida y el arma más fuerte para mi desarrollo personal y profesional, mi carrera. A mi mama-abuelita por haberme dado su amor y consejos en mi niñez.

A mis hermanos: Jacqueline, Oscar y Rossevelt por el simple hecho de existir y compartir parte de su vida conmigo.

A mis sobrinitos: Julieta, Selene, Jules, Dillan y Manuel por brindarme sus alegrías, juegos y su cariño.

A mis tías, primas, cuñados (as) por ser parte de mi familia, que en algunos momentos me brindan su apoyo, sus consejos y sus alegrías.

Con especial cariño a mi entrañable amiga Elizabeth Hernández Martínez por brindarme su amistad, su apoyo y solidaridad en todos los momentos de mi vida.

A todos mis amigos que siempre llevo en mi corazón y pensamiento: María Teresa, Erika, Norma, Lourdes, Esther, Josefina, Yolanda y Antonieta.

A mi amigo José Luis Cruz Aranda por otorgarme su amistad, su confianza y sus consejos.

Con un cariño único a Macario Guadalupe. Ortega por el amor que me ha dado.

ÍNDICE

Página

RESUMEN	
1. INTRODUCCIÓN	
1.1. PRINCIPALES PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO	1
1.2. FAUNA DEL SUELO	3
1.3. ÁCAROS DEL SUELO	4
1.4. GAMASIDA-UROPODINA EDÁFICOS	5
2. OBJETIVOS	
2.1. OBJETIVOS GENERALES	6
2.2. OBJETIVOS PARTICULARES	6
3. ANTECEDENTES	
3.1. ESTUDIOS EDÁFICOS SOBRE ÁCAROS	7
3.2. ÁCAROS SOBRE MADERA EN DESCOMPOSICIÓN	8
4. GENERALIDADES DE LA SUBCLASE ACARI	
4.1. TAXONOMÍA Y FILOGENIA DE LOS ÁCAROS	9
4.2. FUNCIONES PARTICULARES DE LOS ÁCAROS DEL SUELO	12
5. GENERALIDADES DE MESOSTIGMATA (GAMASIDA)	
5.1. ESTUDIOS SOBRE ÁCAROS MESOSTIGMATA DEL SUELO	13
6. DIAGNOSIS DE UROPODINA	15
7. MORFOLOGÍA DE UROPODINA	16
8. BIOLOGÍA DE LOS UROPODINA	
8.1. APAREAMIENTO	19
8.2. PUESTA DE HUEVOS	20
9. HÁBITOS DE LOS UROPODINA	22
9.1. HÁBITOS ALIMENTICIOS	23
9.2. FORESIA	24
10. IMPORTANCIA Y ECOLOGÍA DE UROPODINA	
10.1. EXISTENCIA DE UROPODINA EN COMPOSTA Y ESTIERCOL	28
10.2. PRESENCIA DE UROPODINA EN TIERRA DE LABRANZA, DEL CAMPO Y DEL BOSQUE	29
10.3. PRESENCIA EN CEREALES ALMACENADOS	29
10.4. PRESENCIA SOBRE TRONCOS EN DESCOMPOSICIÓN	29
10.5. ASOCIACIÓN CON OTROS ANIMALES	30
10.6. ASOCIACIÓN CON PLANTAS	30
10.7. UROPODINA COMO INDICADOR EN EL SISTEMA AGROECOLÓGICO	31
10.8. UROPODIDOS COMO CONTROL BIOLÓGICO	31
10.9. UROPODIDOS EN SUELO	32
11. UBICACIÓN TAXONÓMICA DE UROPODINA	33
12. ANÁLISIS DE RESULTADOS	35
13. CONCLUSIÓN	36
14. LITERATURA CITADA	38
15. ANEXO I	
CLASIFICACIONES DE UROPODINA	45
16. ANEXO II	
CLAVE DE IDENTIFICACIÓN PARA UROPODINA	
16.1. CLAVE DE IDENTIFICACIÓN PARA SUPERFAMILIAS	47
16.2. CLAVE DE IDENTIFICACIÓN PARA FAMILIAS	47

RESUMEN

Desde un punto de vista ecológico, el suelo es el subsistema de los ecosistemas terrestres donde se realiza principalmente el proceso de descomposición, fundamental para la reobtención y reciclado de nutrientes. Desde un punto de vista ecológico más amplio, el suelo sirve de refugio a gran cantidad de especies, que se ocultan en sus poros y oquedades. La diversidad biológica del suelo es muy alta, e incluye microorganismos como bacterias y hongos; microartrópodos como ácaros colémbolos y animales de gran tamaño; la mayoría de estas especies realizan su ciclo vital completo en este ambiente.

Desde un punto de vista energético, todos estos organismos se enlazan en complejas redes tróficas, el depósito inicial de mayor energía es la materia orgánica que proviene del subsistema aéreo y que forma el “mantillo”, este proviene de las raíces y sus exudados, hojas, troncos, frutos, ramas, raíces, cadáveres, etc., y que son los principales sustratos para la descomposición. Este depósito debe ser utilizado por los organismos y microorganismos para fragmentar, mezclar y cambiar la materia orgánica.

Los microartrópodos son los organismos más abundantes y diversos, ya que han existido desde que apareció la vida en el planeta; también cuentan con un amplio rango de adaptación a los diferentes ecosistemas ecológicos como: agua, aire, suelo, foréticos, ectoparásitos, endoparásitos y forman diferentes asociaciones con otros organismos.

Tienen importancia ecológica dentro del perfil del suelo, ya que contribuyen a la descomposición de la materia orgánica, la hace más asimilable para otros organismos como las plantas, participan activamente en la fertilidad biológica del suelo, proporcionan conductos de aireación, drenaje y transferencia de restos orgánicos; recientes investigaciones demuestran que tienen una gran importancia como control biológico de la mosca de la fruta.

En México se han realizado pocos trabajos de ácaros del suelo, así como el papel que juegan dentro de este ecosistema tan importante. Debido a la diversidad y variabilidad de sus hábitos alimenticios, son un grupo que participa activamente en el reciclaje de nutrientes y mineralización de suelos, participa en las cadenas tróficas y como reguladores de la población.

De acuerdo al papel ecológico que juegan los ácaros en el ecosistema suelo, solo existen dos trabajos en México.

Es preciso hacer trabajos mas detallados sobre la abundante vida que se encuentra en los troncos caídos y en el suelo, para conocer el papel que juegan estos organismos en el ecosistema del suelo y darles un mejor aprovechamiento.

En la investigación bibliográfica que se realizó acerca de los ácaros edáficos (Gamasida-Uropodina), se hace referencia principalmente a su morfología, ecología, taxonomía, hábitos alimenticios, biología e importancia ecológica. Se seleccionó el grupo de ácaros antes mencionados debido a que son cosmopolitas y se han adaptado con éxito a un alto rango de hábitat: muchos son de vida libre, depredadores en suelo, depredadores en materia orgánica, depredadores en plantas, parásitos externos e internos de vertebrados e invertebrados, fungívoros y detritívoros; ciertas especies han establecido asociaciones foréticas con otros animales alcanzando un alto grado de especificidad.

Los uropodidos juegan un papel importante dentro de la ecología del suelo, abundan en materia orgánica en descomposición, sirven como indicadores de la fertilidad del suelo, la mayoría de sus especies son foréticas, tienen un curioso y singular comportamiento, así como en la estructura y morfología de su cuerpo.

1. INTRODUCCIÓN

El término “suelo” proviene del latín *solum* que significa piso o terreno. En general, el suelo se refiere a la superficie suelta de la tierra que se distingue de la roca sólida. Está formado por dos componentes: el abiótico, constituido por la fracción mineral, materia orgánica y humedad; la parte biótica, constituida por las poblaciones de organismos que realizan diferentes funciones biológicas (Norton, 1997 en Vázquez, 1999).

El suelo no es solamente el medio para el crecimiento de las plantas terrestres que proporcionan soporte físico, humedad y nutrientes (Tamhane, 1978). También es un ecosistema importante y complejo tanto en su composición como en las interacciones que se establecen en su seno; además es un sistema dinámico que sirve de alojamiento para multitud de microorganismos e invertebrados que juegan un papel determinante en la productividad primaria de los ecosistemas (Swift, 1994) así como en la catálisis y los ciclos del Carbono, Nitrógeno, Fósforo y Azufre (Porta; et al, 1994).

1.1 PRINCIPALES PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

Las propiedades físicas se refieren, en general, a la forma como se ve o se siente el suelo, y ejercen una influencia directa o indirecta en todas las funciones que éste desempeña en beneficio de las plantas.

Textura ó granulometría: es un indicador de la proporción relativa de arena, limo y arcilla que lo constituyen. Lo útil de conocer la textura a la que pertenece un suelo, consiste en que permite hacer una deducción aproximada de las propiedades generales del suelo, y así ajustar las prácticas de manejo, labranza, riego y fertilización de éste, a fin de obtener mayor eficiencia en la producción agrícola. La información relativa a la textura del suelo también puede utilizarse para clasificar suelos, evaluar y valorar tierras, determinar la capacidad de uso.

Estructura: se refiere a la manera en que sus partículas primarias (arena, limo y arcilla) están ensambladas formando agregados. Los agregados del suelo son sólidos definidos por formas geométricas más o menos regulares; también se les denomina partículas secundarias.

Consistencia: es la resistencia que el suelo opone a la deformación o ruptura; es el grado de cohesión y adhesión de la masa del suelo. La consistencia depende fuertemente del contenido de humedad del suelo y de la cementación de las partículas sólidas, lo cual se relaciona con la textura, cantidad y naturaleza de los coloides orgánicos e inorgánicos, y con la estructura.

Color: es una propiedad física relacionada con la longitud de onda del espectro visible que el suelo refleja al recibir los rayos de luz. La coloración del suelo generalmente es el resultado de sus componentes más abundantes (humus, óxidos, sulfatos, carbonatos, sulfuros, roca caliza y silicatos). Es importante conocer el color del suelo ya que la información obtenida al respecto se puede aplicar en la clasificación de los suelos o como criterio para realizar muestreos; es de gran utilidad para conocer los principales componentes del suelo y para descubrir problemas de sodicidad, salinidad o aireación deficiente.

Profundidad: es una propiedad que generalmente sufre cambios muy pequeños en condiciones naturales. Proporciona un buen anclaje a las raíces, suministra el agua y nutrimentos necesarios a las plantas.

Densidad de partículas sólidas: es la relación entre la masa de estas y el volumen que ocupan. Conocer el valor de la densidad de partículas sólidas puede servir para tener una

idea de los minerales que contiene el suelo, especialmente si se combina el conocimiento de esta propiedad con algunas otras como el color; sirve además para interpretar mejor los datos de la densidad aparente del suelo y para calcular el porcentaje de espacio ocupado por los poros en un suelo dado.

Porosidad: es el volumen de aire y agua contenido en una unidad de volumen de suelo; esta característica depende de la textura, estructura, contenido de materia orgánica, tipo e intensidad de cultivos, labranza y otras características del suelo y su manejo.

Contenido de humedad: esta característica es muy variable, tanto en tiempo para un mismo punto, como en distancia o profundidad para un tiempo dado (Narro, 1994).

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

La descomposición, es una fase importante en la desintegración gradual de la materia orgánica muerta y es efectuada por agentes físicos y biológicos, culmina en la ruptura de las complejas moléculas ricas en energía por parte de sus consumidores (descomponedores y detritívoros), dando lugar al bióxido de carbono, agua y nutrientes inorgánicos, se ve acelerada por cualquier actividad que triture y fragmente los tejidos, como es la acción de la masticación de los detritívoros que rompen las células, exponiendo el contenido y las superficies de las paredes muertas, liberando minerales y nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas verdes (Begon; et al, 1987),

La descomposición de la madera es una parte importante del aporte al ciclo del carbono, ya que millones de toneladas de madera son producidas cada año en los bosques del mundo. La vida, como la conocemos, podría verse afectada por la falta de carbono atmosférico, si la degradación de la madera cesara y la fotosíntesis continuara, al transcurso de 20 años se acabaría completamente el carbono en el aire (Kirk y Cowling, 1984). Los organismos heterótrofos desempeñan un papel fundamental en el ciclo del carbono, ya que evitan que las sustancias orgánicas formadas a partir de la fotosíntesis se vayan acumulando como biomasa muerta. Los procesos de descomposición, degradación y finalmente el de mineralización aseguran un retorno de anhídrido carbónico a la atmósfera y de nutrientes al suelo (Porta; et al, 1994).

Residuos de plantas y animales son continuamente depositados sobre la superficie del suelo, los árboles y matorrales dejan caer sus hojas y troncos; el suelo se cubre de este material con una profundidad de 15 cm. o más, este complejo ecosistema degradador del material biológico se mantiene básicamente de los tejidos vegetales muertos, enterramiento de residuos de cosecha o aportes de estiércol, gran parte de estos residuos son devorados por organismos del suelo (Nyte, 1990).

Los troncos de los árboles, las ramas caídas y las rocas proporcionan innumerables microhábitats a pequeños animales. Las aberturas y agujeros en la corteza de los árboles y leños, albergan a menudo una variedad de criaturas que obtienen alimento, abrigo y protección. Los troncos son atacados por diferentes organismos; con el tiempo, el árbol entero puede morir y descomponerse, incorporándose finalmente a la capa de hojarasca del suelo. La fauna de la madera en descomposición cambia con las diferentes fases de

podredumbre, de manera que se establece una sucesión de comunidades animales, cada una dependiente de su tipo particular de microhábitat (Cloudsley- Thompson, 1974).

Un tronco en descomposición constituye una unidad ecológica muy característica, ya que las condiciones ambientales que presenta propician el establecimiento de una gran cantidad de organismos, determinando las etapas posteriores de degradación y recolonización (Graham, 1925).

1.2 FAUNA DEL SUELO

En el ambiente edáfico se ha encontrado diversos grupos de organismos como son los protozoarios, nemátodos, gastrotricos, oligoquetos, crustáceos, ácaros, arácnidos, colémbolos, insectos y algunos vertebrados (Vázquez, 1999).

La fauna edáfica de mayor tamaño tiene tres efectos muy importantes sobre el suelo: contribuye a su aireación y avenamiento por medio de los canales o intersticios que dejan a medida que se mueven en busca de alimento; maceran y trituran los restos vegetales que ingieren, excretándolos en una forma más fácilmente accesible al ataque de los microorganismos del suelo; y distribuyen estos residuos vegetales macerados, junto con parte de la microflora, por el espesor del suelo en el que actúan (Russel, 1968).

En solo unas paladas del suelo forestal puede haber mas de 1000 organismos de diferentes taxas y al menos unas 100 especies de ácaros (Hill, 1992). Como parte de los organismos del suelo, principalmente microartrópodos, los ácaros destacan por su abundancia y diversidad de especies en el mundo; estos organismos alcanzan su mayor complejidad y diversidad en los ambientes naturales o poco deteriorados, como algunas selvas, bosques y praderas, pues es aquí dónde se reúnen las características de vegetación, clima y tipos de suelo idóneos (Wallwork, 1976).

La gran variedad que existe en tamaño, cantidad, actividad, régimen alimentario, preferencia de microhábitat y adaptación, de los distintos organismos que viven en el suelo, ha originado diversos sistemas de clasificación:

- Organismos geófilos son aquellos que habitan durante un periodo de su vida en el suelo, ejemplo: algunos dípteros, lepidópteros, coleópteros y sus larvas.
- Organismos geobiontes son aquellos que pasan dentro del suelo su ciclo de vida completo, ejemplo: oligoquetos, diplópodos, ácaros, proturos y colémbolos (Travé, André, Taberly, Bernini, 1996 en Vázquez, 1999).

De acuerdo a la forma que obtienen energía y carbono para sus funciones metabólicas, se agrupan en productores, consumidores y degradadores de carbono orgánico.

- Autótrofos (fotótrofos): obtiene energía a partir de la radiación solar, dependen del suelo para la absorción de nutrientes y agua, interaccionan con el propio suelo como factor formador y con muchos microorganismos del suelo, ejemplo: algas, bacterias fotosintéticas y plantas superiores.
- Quimiolitótrofos: obtiene energía a partir de reacciones químicas y fijan carbono-orgánico a partir de bióxido de carbono, ejemplo: en presencia de oxígeno *Nitrosomonas* y *Nitrobacter*; en ausencia de oxígeno *Desulfovibrio desulfuricans*.
- Heterótrofos (organótrofos): requieren compuestos orgánicos que les sirven de fuente de energía y de fuente de carbono, descomponen los restos orgánicos por acción mecánica. Pueden segregar enzimas que actúan sobre los compuestos orgánicos fuera de la célula, provocando ya sea su degradación o su mineralización,

en un proceso de reciclaje, ejemplo: hongos, bacterias, artrópodos y todos los animales.

- Simbióticos: obtiene energía y nutrientes a partir de la planta, a la que proporcionan algún beneficio, ejemplo: bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, hongos de micorrizas.

En cuanto a su tamaño, los organismos se han dividido en:

- Microorganismos (menos de 2 μ m) bacterias y hongos.
- Microfauna (de 0.02 a 0.2 mm) protozoos y nemátodos.
- Mesofauna (de 0.2 a 2 mm) ácaros, colémbolos, enchytraedidos y paurópodos.
- Macrofauna (de 2 a 200 mm o más) lombríces, insectos, larvas.

Estos pueden distinguirse uno de otro, además de su tamaño, en sus relaciones con los microorganismos, al tipo de excrementos que producen y porque establecen interacciones directas (alimentación, excreción y producción de biomasa) e indirectas (entre distintos niveles tróficos) que repercuten en el funcionamiento del ecosistema suelo (Hall, 1996). La macrofauna es considerada como regulador clave, debido a la capacidad de acelerar o retardar la liberación de nutrientes de la materia orgánica (Rojas y Fragoso, 1994).

1.3 ÁCAROS DEL SUELO

El suelo cuenta con una innumerable fauna, entre ellos se encuentran los ácaros que son los más abundantes microartrópodos. En 100 g. de muestra de suelo pueden contener más de 500 ácaros, representantes de casi 100 géneros, esta gran diversidad incluye participantes de 3 ó más niveles tróficos, diferentes estrategias alimenticias, reproducción y dispersión (Coleman y Crossley, 1996).

Los ácaros forman parte del grupo más antiguo, diverso y numeroso de artrópodos que ha existido desde que apareció la vida en el planeta. También constituyen uno de los grupos animales con un mayor poder de adaptación a los diferentes nichos ecológicos, puede asegurarse que estos existen en todos los hábitats accesibles a la vida animal (Hoffmann, 1988). Juegan un papel importante en la fertilidad biológica del suelo, su actividad contribuye enormemente a la descomposición de materia orgánica, la síntesis de humus, la restitución de elementos, además, transportan los productos de descomposición a los estratos inferiores y a las zonas radicales del perfil del suelo, junto con otros organismos eliminan las raíces muertas y proporcionan de esta forma conductos de aireación, drenaje y transferencia de restos orgánicos (Lebrun, 1979). Ácaros depredadores, colémbolos e invertebrados grandes (lombríces), pueden extender su cadena alimenticia a varios niveles tróficos (Lavelle, 1994).

Los sitios con mayor abundancia de ácaros son los musgos y la hojarasca revuelta con tierra suelta de los bosques y las praderas, donde llegan a constituir entre 70 y 90 % del total de la población del suelo, muchos de estos ácaros suelen invadir fácilmente los troncos podridos (Hoffmann, 1988).

Mundialmente se tienen registrados hasta el momento alrededor de 35000 especies de ácaros, pero de acuerdo con la opinión de diversos especialistas, se piensa que existan desde 500,000 hasta un millón de especies (Johnston 1982 en Hoffmann y López, 2000).

Se estima en más de 30,000 las especies conocidas y pueden llegar a más de 300,000 las no descritas (Doreste, 1988).

La clase Acari está constituida por siete grupos Opilioacarida (Notostigmata), Holothyrida (Tetrastigmata), Gamasida (Mesostigmata), Ixodida (Metastigmata), Actinedida (Prostigmata), Acarida (Astigmata) y Oribatida (Cryptostigmata). En el suelo podemos encontrar representantes de los siete grupos, aunque los más importantes son cuatro: Actinedida, Acarida, Oribatida y Gamasida.

ACTINEDIDA. Se encuentran ampliamente distribuidos en todos los ecosistemas terrestres, presentan hábitos variados desde la depredación, hasta el alimentarse de materia en descomposición y hongos. Algunos son muy pequeños de 100-10,000 micras; generalmente son ácaros poco esclerosados (Doreste, 1988). Este grupo puede ser el más abundante en la Antártida, pastizales de las regiones ártica-alpina y el desierto, donde pueden llegar a representar hasta el 90 % de las especies de ácaros (Dindal, 1990).

ACARIDA. Es un grupo poco numeroso y diverso en el suelo; son de hábitos terrestres, saprófagos, fungívoros y granívoros; poco esclerosados y de movimientos lentos; su tamaño varía desde unas 200 micras hasta 1800 micras; los estigmas y peritremas están ausentes y la respiración aparentemente es cuticular (Doreste, 1988).

ORIBATIDA. Este Grupo destaca por su diversidad y abundancia en distintos tipos de suelo. Se ha identificado tan solo el 20 % de la fauna de oribátidos en el mundo (Balogh y Balogh 1992). Actualmente se menciona que hay más de 7000 especies descritas en 1300 géneros. Son muy comunes en la hojarasca y las capas superiores del suelo, de hábitos saprofíticos. Se ha demostrado que constituyen un factor vital en la trituración de la hojarasca de los bosques y en el reciclaje de nutrientes (Wallwork, 1976).

GAMASIDA. En su gran mayoría son de vida libre y depredadora; abundante en el suelo, detritos y plantas; algunos son parásitos internos de aves, reptiles y mamíferos; su tamaño va desde las 200-2000 micras. Poseen una serie de placas esclerosadas en la parte ventral y dorsal del cuerpo; los machos presentan en los quelíceros adaptaciones especiales para la transferencia de esperma a las hembras (Doreste, 1988).

1.4 GAMASIDA-UROPODINA EDÁFICOS

Gamasida representa un grupo grande de ácaros que ocupan una gran variedad de hábitats, la mayoría de las especies son depredadoras, otras especies están constituidas por parásitos externos e internos de diversos animales.

Dentro de los gamasidos encontramos el cohorte Uropodina que está representado por organismos de vida libre, son muy abundantes en suelos de bosques, habitan en materia orgánica, humus, estiércol, composta, en nidos de aves, otros presentan asociaciones específicas con otros organismos (foresia), algunos son depredadores (Elzinga, 1978). Están poco adaptados a la depredación aunque algunas especies de uropodidos son importantes como control biológico. Se ha registrado que son eficaces para la regulación de las poblaciones de la mosca doméstica, *Fuscuropoda vegetans* se alimenta de los huevos y la larva de primer estadio de la mosca *Musca domestica* (Jalil y Rodríguez 1970).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento de los ácaros uropodidos (Gamasida-Uropodina) edáficos, de México y algunas localidades de América, mediante una revisión y recopilación bibliográfica.

2.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- ¬ Recopilación bibliográfica e integración de información de los ácaros uropodidos en cuanto a: hábitos, biología, morfología y su importancia ecológica en el ecosistema.
- ¬ Analizar la discrepancia que existe en cuanto a su ubicación taxonómica.
- ¬ Analizar la importancia de los ácaros uropodidos en cuanto a relaciones interespecíficas, especialmente foresia.

2. INTRODUCCIÓN

El término “suelo” proviene del latín *solum* que significa piso o terreno. En general, el suelo se refiere a la superficie suelta de la tierra que se distingue de la roca sólida. Está formado por dos componentes: el abiótico, constituido por la fracción mineral, materia orgánica y humedad; la parte biótica, constituida por las poblaciones de organismos que realizan diferentes funciones biológicas (Norton, 1997 en Vázquez, 1999).

El suelo no es solamente el medio para el crecimiento de las plantas terrestres que proporcionan soporte físico, humedad y nutrientes (Tamhane, 1978). También es un ecosistema importante y complejo tanto en su composición como en las interacciones que se establecen en su seno; además es un sistema dinámico que sirve de alojamiento para multitud de microorganismos e invertebrados que juegan un papel determinante en la productividad primaria de los ecosistemas (Swift, 1994) así como en la catálisis y los ciclos del Carbono, Nitrógeno, Fósforo y Azufre (Porta; et al, 1994).

1.1 PRINCIPALES PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

Las propiedades físicas se refieren, en general, a la forma como se ve o se siente el suelo, y ejercen una influencia directa o indirecta en todas las funciones que éste desempeña en beneficio de las plantas.

Textura ó granulometría: es un indicador de la proporción relativa de arena, limo y arcilla que lo constituyen. Lo útil de conocer la textura a la que pertenece un suelo, consiste en que permite hacer una deducción aproximada de las propiedades generales del suelo, y así ajustar las prácticas de manejo, labranza, riego y fertilización de éste, a fin de obtener mayor eficiencia en la producción agrícola. La información relativa a la textura del suelo también puede utilizarse para clasificar suelos, evaluar y valorar tierras, determinar la capacidad de uso.

Estructura: se refiere a la manera en que sus partículas primarias (arena, limo y arcilla) están ensambladas formando agregados. Los agregados del suelo son sólidos definidos por formas geométricas más o menos regulares; también se les denomina partículas secundarias.

Consistencia: es la resistencia que el suelo opone a la deformación o ruptura; es el grado de cohesión y adhesión de la masa del suelo. La consistencia depende fuertemente del contenido de humedad del suelo y de la cementación de las partículas sólidas, lo cual se relaciona con la textura, cantidad y naturaleza de los coloides orgánicos e inorgánicos, y con la estructura.

Color: es una propiedad física relacionada con la longitud de onda del espectro visible que el suelo refleja al recibir los rayos de luz. La coloración del suelo generalmente es el resultado de sus componentes más abundantes (humus, óxidos, sulfatos, carbonatos, sulfuros, roca caliza y silicatos). Es importante conocer el color del suelo ya que la información obtenida al respecto se puede aplicar en la clasificación de los suelos o como criterio para realizar muestreos; es de gran utilidad para conocer los principales componentes del suelo y para descubrir problemas de sodicidad, salinidad o aireación deficiente.

Profundidad: es una propiedad que generalmente sufre cambios muy pequeños en condiciones naturales. Proporciona un buen anclaje a las raíces, suministra el agua y nutrimentos necesarios a las plantas.

Densidad de partículas sólidas: es la relación entre la masa de estas y el volumen que ocupan. Conocer el valor de la densidad de partículas sólidas puede servir para tener una idea de los minerales que contiene el suelo, especialmente si se combina el conocimiento de esta propiedad con algunas otras como el color; sirve además para interpretar mejor los datos de la densidad aparente del suelo y para calcular el porcentaje de espacio ocupado por los poros en un suelo dado.

Porosidad: es el volumen de aire y agua contenido en una unidad de volumen de suelo; esta característica depende de la textura, estructura, contenido de materia orgánica, tipo e intensidad de cultivos, labranza y otras características del suelo y su manejo.

Contenido de humedad: esta característica es muy variable, tanto en tiempo para un mismo punto, como en distancia o profundidad para un tiempo dado (Narro, 1994).

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

La descomposición, es una fase importante en la desintegración gradual de la materia orgánica muerta y es efectuada por agentes físicos y biológicos, culmina en la ruptura de las complejas moléculas ricas en energía por parte de sus consumidores (descomponedores y detritívoros), dando lugar al bióxido de carbono, agua y nutrientes inorgánicos, se ve acelerada por cualquier actividad que triture y fragmente los tejidos, como es la acción de la masticación de los detritívoros que rompen las células, exponiendo el contenido y las superficies de las paredes muertas, liberando minerales y nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas verdes (Begon; et al, 1987),

La descomposición de la madera es una parte importante del aporte al ciclo del carbono, ya que millones de toneladas de madera son producidas cada año en los bosques del mundo. La vida, como la conocemos, podría verse afectada por la falta de carbono atmosférico, si la degradación de la madera cesara y la fotosíntesis continuara, al transcurso de 20 años se acabaría completamente el carbono en el aire (Kirk y Cowling, 1984). Los organismos heterótrofos desempeñan un papel fundamental en el ciclo del carbono, ya que evitan que las sustancias orgánicas formadas a partir de la fotosíntesis se vayan acumulando como biomasa muerta. Los procesos de descomposición, degradación y finalmente el de mineralización aseguran un retorno de anhídrido carbónico a la atmósfera y de nutrientes al suelo (Porta; et al, 1994).

Residuos de plantas y animales son continuamente depositados sobre la superficie del suelo, los árboles y matorrales dejan caer sus hojas y troncos; el suelo se cubre de este material con una profundidad de 15 cm. o más, este complejo ecosistema degradador del material biológico se mantiene básicamente de los tejidos vegetales muertos, enterramiento de residuos de cosecha o aportes de estiércol, gran parte de estos residuos son devorados por organismos del suelo (Nyte, 1990).

Los troncos de los árboles, las ramas caídas y las rocas proporcionan innumerables microhábitats a pequeños animales. Las aberturas y agujeros en la corteza de los árboles y leños, albergan a menudo una variedad de criaturas que obtienen alimento, abrigo y protección. Los troncos son atacados por diferentes organismos; con el tiempo, el árbol entero puede morir y descomponerse, incorporándose finalmente a la capa de hojarasca del

suelo. La fauna de la madera en descomposición cambia con las diferentes fases de podredumbre, de manera que se establece una sucesión de comunidades animales, cada una dependiente de su tipo particular de microhábitat (Cloudsley- Thompson, 1974).

Un tronco en descomposición constituye una unidad ecológica muy característica, ya que las condiciones ambientales que presenta propician el establecimiento de una gran cantidad de organismos, determinando las etapas posteriores de degradación y recolonización (Graham, 1925).

1.2 FAUNA DEL SUELO

En el ambiente edáfico se ha encontrado diversos grupos de organismos como son los protozoarios, nemátodos, gastrotricos, oligoquetos, crustáceos, ácaros, arácnidos, colémbolos, insectos y algunos vertebrados (Vázquez, 1999).

La fauna edáfica de mayor tamaño tiene tres efectos muy importantes sobre el suelo: contribuye a su aireación y avenamiento por medio de los canales o intersticios que dejan a medida que se mueven en busca de alimento; maceran y trituran los restos vegetales que ingieren, excretándolos en una forma más fácilmente accesible al ataque de los microorganismos del suelo; y distribuyen estos residuos vegetales macerados, junto con parte de la microflora, por el espesor del suelo en el que actúan (Russel, 1968).

En solo unas paladas del suelo forestal puede haber mas de 1000 organismos de diferentes taxas y al menos unas 100 especies de ácaros (Hill, 1992). Como parte de los organismos del suelo, principalmente microartrópodos, los ácaros destacan por su abundancia y diversidad de especies en el mundo; estos organismos alcanzan su mayor complejidad y diversidad en los ambientes naturales o poco deteriorados, como algunas selvas, bosques y praderas, pues es aquí dónde se reúnen las características de vegetación, clima y tipos de suelo idóneos (Wallwork, 1976).

La gran variedad que existe en tamaño, cantidad, actividad, régimen alimentario, preferencia de microhábitat y adaptación, de los distintos organismos que viven en el suelo, ha originado diversos sistemas de clasificación:

- Organismos geófilos son aquellos que habitan durante un periodo de su vida en el suelo, ejemplo: algunos dípteros, lepidópteros, coleópteros y sus larvas.
- Organismos geobiontes son aquellos que pasan dentro del suelo su ciclo de vida completo, ejemplo: oligoquetos, diplópodos, ácaros, proturos y colémbolos (Travé, André, Taberly, Bernini, 1996 en Vázquez, 1999).

De acuerdo a la forma que obtienen energía y carbono para sus funciones metabólicas, se agrupan en productores, consumidores y degradadores de carbono orgánico.

- Autótrofos (fotótrofos): obtiene energía a partir de la radiación solar, dependen del suelo para la absorción de nutrientes y agua, interaccionan con el propio suelo como factor formador y con muchos microorganismos del suelo, ejemplo: algas, bacterias fotosintéticas y plantas superiores.
- Quimiolitótrofos: obtiene energía a partir de reacciones químicas y fijan carbono-orgánico a partir de bióxido de carbono, ejemplo: en presencia de oxígeno *Nitrosomonas* y *Nitrobacter*; en ausencia de oxígeno *Desulfovibrio desulfuricans*.
- Heterótrofos (organótrofos): requieren compuestos orgánicos que les sirven de fuente de energía y de fuente de carbono, descomponen los restos orgánicos por acción mecánica. Pueden segregar enzimas que actúan sobre los compuestos orgánicos fuera de la célula, provocando ya sea su degradación o su mineralización,

en un proceso de reciclaje, ejemplo: hongos, bacterias, artrópodos y todos los animales.

- Simbióticos: obtiene energía y nutrientes a partir de la planta, a la que proporcionan algún beneficio, ejemplo: bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, hongos de micorrizas.

En cuanto a su tamaño, los organismos se han dividido en:

- Microorganismos (menos de 2 μ m) bacterias y hongos.
- Microfauna (de 0.02 a 0.2 mm) protozoos y nemátodos.
- Mesofauna (de 0.2 a 2 mm) ácaros, colémbolos, enchytraedidos y paurópodos.
- Macrofauna (de 2 a 200 mm o más) lombríces, insectos, larvas.

Estos pueden distinguirse uno de otro, además de su tamaño, en sus relaciones con los microorganismos, al tipo de excrementos que producen y porque establecen interacciones directas (alimentación, excreción y producción de biomasa) e indirectas (entre distintos niveles tróficos) que repercuten en el funcionamiento del ecosistema suelo (Hall, 1996). La macrofauna es considerada como regulador clave, debido a la capacidad de acelerar o retardar la liberación de nutrientes de la materia orgánica (Rojas y Fragoso, 1994).

1.3 ÁCAROS DEL SUELO

El suelo cuenta con una innumerable fauna, entre ellos se encuentran los ácaros que son los más abundantes microartrópodos. En 100 g. de muestra de suelo pueden contener más de 500 ácaros, representantes de casi 100 géneros, esta gran diversidad incluye participantes de 3 ó más niveles tróficos, diferentes estrategias alimenticias, reproducción y dispersión (Coleman y Crossley, 1996).

Los ácaros forman parte del grupo más antiguo, diverso y numeroso de artrópodos que ha existido desde que apareció la vida en el planeta. También constituyen uno de los grupos animales con un mayor poder de adaptación a los diferentes nichos ecológicos, puede asegurarse que estos existen en todos los hábitats accesibles a la vida animal (Hoffmann, 1988). Juegan un papel importante en la fertilidad biológica del suelo, su actividad contribuye enormemente a la descomposición de materia orgánica, la síntesis de humus, la restitución de elementos, además, transportan los productos de descomposición a los estratos inferiores y a las zonas radicales del perfil del suelo, junto con otros organismos eliminan las raíces muertas y proporcionan de esta forma conductos de aireación, drenaje y transferencia de restos orgánicos (Lebrun, 1979). Ácaros depredadores, colémbolos e invertebrados grandes (lombríces), pueden extender su cadena alimenticia a varios niveles tróficos (Lavelle, 1994).

Los sitios con mayor abundancia de ácaros son los musgos y la hojarasca revuelta con tierra suelta de los bosques y las praderas, donde llegan a constituir entre 70 y 90 % del total de la población del suelo, muchos de estos ácaros suelen invadir fácilmente los troncos podridos (Hoffmann, 1988).

Mundialmente se tienen registrados hasta el momento alrededor de 35000 especies de ácaros, pero de acuerdo con la opinión de diversos especialistas, se piensa que existan desde 500,000 hasta un millón de especies (Johnston 1982 en Hoffmann y López, 2000).

Se estima en más de 30,000 las especies conocidas y pueden llegar a más de 300,000 las no descritas (Doreste, 1988).

La clase Acari está constituida por siete grupos Opilioacarida (Notostigmata), Holothyrida (Tetrastigmata), Gamasida (Mesostigmata), Ixodida (Metastigmata), Actinedida (Prostigmata), Acarida (Astigmata) y Oribatida (Cryptostigmata). En el suelo podemos encontrar representantes de los siete grupos, aunque los más importantes son cuatro: Actinedida, Acarida, Oribatida y Gamasida.

ACTINEDIDA. Se encuentran ampliamente distribuidos en todos los ecosistemas terrestres, presentan hábitos variados desde la depredación, hasta el alimentarse de materia en descomposición y hongos. Algunos son muy pequeños de 100-10,000 micras; generalmente son ácaros poco esclerosados (Doreste, 1988). Este grupo puede ser el más abundante en la Antártida, pastizales de las regiones ártica-alpina y el desierto, donde pueden llegar a representar hasta el 90 % de las especies de ácaros (Dindal, 1990).

ACARIDA. Es un grupo poco numeroso y diverso en el suelo; son de hábitos terrestres, saprófagos, fungívoros y granívoros; poco esclerosados y de movimientos lentos; su tamaño varía desde unas 200 micras hasta 1800 micras; los estigmas y peritremas están ausentes y la respiración aparentemente es cuticular (Doreste, 1988).

ORIBATIDA. Este Grupo destaca por su diversidad y abundancia en distintos tipos de suelo. Se ha identificado tan solo el 20 % de la fauna de oribátidos en el mundo (Balogh y Balogh 1992). Actualmente se menciona que hay más de 7000 especies descritas en 1300 géneros. Son muy comunes en la hojarasca y las capas superiores del suelo, de hábitos saprofíticos. Se ha demostrado que constituyen un factor vital en la trituración de la hojarasca de los bosques y en el reciclaje de nutrientes (Wallwork, 1976).

GAMASIDA. En su gran mayoría son de vida libre y depredadora; abundante en el suelo, detritos y plantas; algunos son parásitos internos de aves, reptiles y mamíferos; su tamaño va desde las 200-2000 micras. Poseen una serie de placas esclerosadas en la parte ventral y dorsal del cuerpo; los machos presentan en los quelíceros adaptaciones especiales para la transferencia de esperma a las hembras (Doreste, 1988).

1.4 GAMASIDA-UROPODINA EDÁFICOS

Gamasida representa un grupo grande de ácaros que ocupan una gran variedad de hábitats, la mayoría de las especies son depredadoras, otras especies están constituidas por parásitos externos e internos de diversos animales.

Dentro de los gamasidos encontramos el cohorte Uropodina que está representado por organismos de vida libre, son muy abundantes en suelos de bosques, habitan en materia orgánica, humus, estiércol, composta, en nidos de aves, otros presentan asociaciones específicas con otros organismos (foresia), algunos son depredadores (Elzinga, 1978). Están poco adaptados a la depredación aunque algunas especies de uropodidos son importantes como control biológico. Se ha registrado que son eficaces para la regulación de las poblaciones de la mosca doméstica, *Fuscuropoda vegetans* se alimenta de los huevos y la larva de primer estadio de la mosca *Musca domestica* (Jalil y Rodríguez 1970).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento de los ácaros uropodidos (Gamasida-Uropodina) edáficos, de México y algunas localidades de América, mediante una revisión y recopilación bibliográfica.

2.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- ¬ Recopilación bibliográfica e integración de información de los ácaros uropodidos en cuanto a: hábitos, biología, morfología y su importancia ecológica en el ecosistema.
- ¬ Analizar la discrepancia que existe en cuanto a su ubicación taxonómica.
- ¬ Analizar la importancia de los ácaros uropodidos en cuanto a relaciones interespecíficas, especialmente foresia.

3. INTRODUCCIÓN

El término “suelo” proviene del latín *solum* que significa piso o terreno. En general, el suelo se refiere a la superficie suelta de la tierra que se distingue de la roca sólida. Está formado por dos componentes: el abiótico, constituido por la fracción mineral, materia orgánica y humedad; la parte biótica, constituida por las poblaciones de organismos que realizan diferentes funciones biológicas (Norton, 1997 en Vázquez, 1999).

El suelo no es solamente el medio para el crecimiento de las plantas terrestres que proporcionan soporte físico, humedad y nutrientes (Tamhane, 1978). También es un ecosistema importante y complejo tanto en su composición como en las interacciones que se establecen en su seno; además es un sistema dinámico que sirve de alojamiento para multitud de microorganismos e invertebrados que juegan un papel determinante en la productividad primaria de los ecosistemas (Swift, 1994) así como en la catálisis y los ciclos del Carbono, Nitrógeno, Fósforo y Azufre (Porta; et al, 1994).

1.1 PRINCIPALES PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

Las propiedades físicas se refieren, en general, a la forma como se ve o se siente el suelo, y ejercen una influencia directa o indirecta en todas las funciones que éste desempeña en beneficio de las plantas.

Textura ó granulometría: es un indicador de la proporción relativa de arena, limo y arcilla que lo constituyen. Lo útil de conocer la textura a la que pertenece un suelo, consiste en que permite hacer una deducción aproximada de las propiedades generales del suelo, y así ajustar las prácticas de manejo, labranza, riego y fertilización de éste, a fin de obtener mayor eficiencia en la producción agrícola. La información relativa a la textura del suelo también puede utilizarse para clasificar suelos, evaluar y valorar tierras, determinar la capacidad de uso.

Estructura: se refiere a la manera en que sus partículas primarias (arena, limo y arcilla) están ensambladas formando agregados. Los agregados del suelo son sólidos definidos por formas geométricas más o menos regulares; también se les denomina partículas secundarias.

Consistencia: es la resistencia que el suelo opone a la deformación o ruptura; es el grado de cohesión y adhesión de la masa del suelo. La consistencia depende fuertemente del contenido de humedad del suelo y de la cementación de las partículas sólidas, lo cual se relaciona con la textura, cantidad y naturaleza de los coloides orgánicos e inorgánicos, y con la estructura.

Color: es una propiedad física relacionada con la longitud de onda del espectro visible que el suelo refleja al recibir los rayos de luz. La coloración del suelo generalmente es el resultado de sus componentes más abundantes (humus, óxidos, sulfatos, carbonatos, sulfuros, roca caliza y silicatos). Es importante conocer el color del suelo ya que la información obtenida al respecto se puede aplicar en la clasificación de los suelos o como criterio para realizar muestreos; es de gran utilidad para conocer los principales componentes del suelo y para descubrir problemas de sodicidad, salinidad o aireación deficiente.

Profundidad: es una propiedad que generalmente sufre cambios muy pequeños en condiciones naturales. Proporciona un buen anclaje a las raíces, suministra el agua y nutrimentos necesarios a las plantas.

Densidad de partículas sólidas: es la relación entre la masa de estas y el volumen que ocupan. Conocer el valor de la densidad de partículas sólidas puede servir para tener una idea de los minerales que contiene el suelo, especialmente si se combina el conocimiento de esta propiedad con algunas otras como el color; sirve además para interpretar mejor los datos de la densidad aparente del suelo y para calcular el porcentaje de espacio ocupado por los poros en un suelo dado.

Porosidad: es el volumen de aire y agua contenido en una unidad de volumen de suelo; esta característica depende de la textura, estructura, contenido de materia orgánica, tipo e intensidad de cultivos, labranza y otras características del suelo y su manejo.

Contenido de humedad: esta característica es muy variable, tanto en tiempo para un mismo punto, como en distancia o profundidad para un tiempo dado (Narro, 1994).

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

La descomposición, es una fase importante en la desintegración gradual de la materia orgánica muerta y es efectuada por agentes físicos y biológicos, culmina en la ruptura de las complejas moléculas ricas en energía por parte de sus consumidores (descomponedores y detritívoros), dando lugar al bióxido de carbono, agua y nutrientes inorgánicos, se ve acelerada por cualquier actividad que triture y fragmente los tejidos, como es la acción de la masticación de los detritívoros que rompen las células, exponiendo el contenido y las superficies de las paredes muertas, liberando minerales y nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas verdes (Begon; et al, 1987),

La descomposición de la madera es una parte importante del aporte al ciclo del carbono, ya que millones de toneladas de madera son producidas cada año en los bosques del mundo. La vida, como la conocemos, podría verse afectada por la falta de carbono atmosférico, si la degradación de la madera cesara y la fotosíntesis continuara, al transcurso de 20 años se acabaría completamente el carbono en el aire (Kirk y Cowling, 1984). Los organismos heterótrofos desempeñan un papel fundamental en el ciclo del carbono, ya que evitan que las sustancias orgánicas formadas a partir de la fotosíntesis se vayan acumulando como biomasa muerta. Los procesos de descomposición, degradación y finalmente el de mineralización aseguran un retorno de anhídrido carbónico a la atmósfera y de nutrientes al suelo (Porta; et al, 1994).

Residuos de plantas y animales son continuamente depositados sobre la superficie del suelo, los árboles y matorrales dejan caer sus hojas y troncos; el suelo se cubre de este material con una profundidad de 15 cm. o más, este complejo ecosistema degradador del material biológico se mantiene básicamente de los tejidos vegetales muertos, enterramiento de residuos de cosecha o aportes de estiércol, gran parte de estos residuos son devorados por organismos del suelo (Nyte, 1990).

Los troncos de los árboles, las ramas caídas y las rocas proporcionan innumerables microhábitats a pequeños animales. Las aberturas y agujeros en la corteza de los árboles y leños, albergan a menudo una variedad de criaturas que obtienen alimento, abrigo y protección. Los troncos son atacados por diferentes organismos; con el tiempo, el árbol entero puede morir y descomponerse, incorporándose finalmente a la capa de hojarasca del

suelo. La fauna de la madera en descomposición cambia con las diferentes fases de podredumbre, de manera que se establece una sucesión de comunidades animales, cada una dependiente de su tipo particular de microhábitat (Cloudsley- Thompson, 1974).

Un tronco en descomposición constituye una unidad ecológica muy característica, ya que las condiciones ambientales que presenta propician el establecimiento de una gran cantidad de organismos, determinando las etapas posteriores de degradación y recolonización (Graham, 1925).

1.2 FAUNA DEL SUELO

En el ambiente edáfico se ha encontrado diversos grupos de organismos como son los protozoarios, nemátodos, gastrotricos, oligoquetos, crustáceos, ácaros, arácnidos, colémbolos, insectos y algunos vertebrados (Vázquez, 1999).

La fauna edáfica de mayor tamaño tiene tres efectos muy importantes sobre el suelo: contribuye a su aireación y avenamiento por medio de los canales o intersticios que dejan a medida que se mueven en busca de alimento; maceran y trituran los restos vegetales que ingieren, excretándolos en una forma más fácilmente accesible al ataque de los microorganismos del suelo; y distribuyen estos residuos vegetales macerados, junto con parte de la microflora, por el espesor del suelo en el que actúan (Russel, 1968).

En solo unas paladas del suelo forestal puede haber mas de 1000 organismos de diferentes taxas y al menos unas 100 especies de ácaros (Hill, 1992). Como parte de los organismos del suelo, principalmente microartrópodos, los ácaros destacan por su abundancia y diversidad de especies en el mundo; estos organismos alcanzan su mayor complejidad y diversidad en los ambientes naturales o poco deteriorados, como algunas selvas, bosques y praderas, pues es aquí dónde se reúnen las características de vegetación, clima y tipos de suelo idóneos (Wallwork, 1976).

La gran variedad que existe en tamaño, cantidad, actividad, régimen alimentario, preferencia de microhábitat y adaptación, de los distintos organismos que viven en el suelo, ha originado diversos sistemas de clasificación:

- Organismos geófilos son aquellos que habitan durante un periodo de su vida en el suelo, ejemplo: algunos dípteros, lepidópteros, coleópteros y sus larvas.
- Organismos geobiontes son aquellos que pasan dentro del suelo su ciclo de vida completo, ejemplo: oligoquetos, diplópodos, ácaros, proturos y colémbolos (Travé, André, Taberly, Bernini, 1996 en Vázquez, 1999).

De acuerdo a la forma que obtienen energía y carbono para sus funciones metabólicas, se agrupan en productores, consumidores y degradadores de carbono orgánico.

- Autótrofos (fotótrofos): obtiene energía a partir de la radiación solar, dependen del suelo para la absorción de nutrientes y agua, interaccionan con el propio suelo como factor formador y con muchos microorganismos del suelo, ejemplo: algas, bacterias fotosintéticas y plantas superiores.
- Quimiolitótrofos: obtiene energía a partir de reacciones químicas y fijan carbono-orgánico a partir de bióxido de carbono, ejemplo: en presencia de oxígeno *Nitrosomonas* y *Nitrobacter*; en ausencia de oxígeno *Desulfovibrio desulfuricans*.
- Heterótrofos (organótrofos): requieren compuestos orgánicos que les sirven de fuente de energía y de fuente de carbono, descomponen los restos orgánicos por acción mecánica. Pueden segregar enzimas que actúan sobre los compuestos orgánicos fuera de la célula, provocando ya sea su degradación o su mineralización,

en un proceso de reciclaje, ejemplo: hongos, bacterias, artrópodos y todos los animales.

- Simbióticos: obtiene energía y nutrientes a partir de la planta, a la que proporcionan algún beneficio, ejemplo: bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, hongos de micorrizas.

En cuanto a su tamaño, los organismos se han dividido en:

- Microorganismos (menos de 2 μ m) bacterias y hongos.
- Microfauna (de 0.02 a 0.2 mm) protozoos y nemátodos.
- Mesofauna (de 0.2 a 2 mm) ácaros, colémbolos, enchytraedidos y paurópodos.
- Macrofauna (de 2 a 200 mm o más) lombríces, insectos, larvas.

Estos pueden distinguirse uno de otro, además de su tamaño, en sus relaciones con los microorganismos, al tipo de excrementos que producen y porque establecen interacciones directas (alimentación, excreción y producción de biomasa) e indirectas (entre distintos niveles tróficos) que repercuten en el funcionamiento del ecosistema suelo (Hall, 1996). La macrofauna es considerada como regulador clave, debido a la capacidad de acelerar o retardar la liberación de nutrientes de la materia orgánica (Rojas y Fragoso, 1994).

1.3 ÁCAROS DEL SUELO

El suelo cuenta con una innumerable fauna, entre ellos se encuentran los ácaros que son los más abundantes microartrópodos. En 100 g. de muestra de suelo pueden contener más de 500 ácaros, representantes de casi 100 géneros, esta gran diversidad incluye participantes de 3 ó más niveles tróficos, diferentes estrategias alimenticias, reproducción y dispersión (Coleman y Crossley, 1996).

Los ácaros forman parte del grupo más antiguo, diverso y numeroso de artrópodos que ha existido desde que apareció la vida en el planeta. También constituyen uno de los grupos animales con un mayor poder de adaptación a los diferentes nichos ecológicos, puede asegurarse que estos existen en todos los hábitats accesibles a la vida animal (Hoffmann, 1988). Juegan un papel importante en la fertilidad biológica del suelo, su actividad contribuye enormemente a la descomposición de materia orgánica, la síntesis de humus, la restitución de elementos, además, transportan los productos de descomposición a los estratos inferiores y a las zonas radicales del perfil del suelo, junto con otros organismos eliminan las raíces muertas y proporcionan de esta forma conductos de aireación, drenaje y transferencia de restos orgánicos (Lebrun, 1979). Ácaros depredadores, colémbolos e invertebrados grandes (lombríces), pueden extender su cadena alimenticia a varios niveles tróficos (Lavelle, 1994).

Los sitios con mayor abundancia de ácaros son los musgos y la hojarasca revuelta con tierra suelta de los bosques y las praderas, donde llegan a constituir entre 70 y 90 % del total de la población del suelo, muchos de estos ácaros suelen invadir fácilmente los troncos podridos (Hoffmann, 1988).

Mundialmente se tienen registrados hasta el momento alrededor de 35000 especies de ácaros, pero de acuerdo con la opinión de diversos especialistas, se piensa que existan desde 500,000 hasta un millón de especies (Johnston 1982 en Hoffmann y López, 2000).

Se estima en más de 30,000 las especies conocidas y pueden llegar a más de 300,000 las no descritas (Doreste, 1988).

La clase Acari está constituida por siete grupos Opilioacarida (Notostigmata), Holothyrida (Tetrastigmata), Gamasida (Mesostigmata), Ixodida (Metastigmata), Actinedida (Prostigmata), Acarida (Astigmata) y Oribatida (Cryptostigmata). En el suelo podemos encontrar representantes de los siete grupos, aunque los más importantes son cuatro: Actinedida, Acarida, Oribatida y Gamasida.

ACTINEDIDA. Se encuentran ampliamente distribuidos en todos los ecosistemas terrestres, presentan hábitos variados desde la depredación, hasta el alimentarse de materia en descomposición y hongos. Algunos son muy pequeños de 100-10,000 micras; generalmente son ácaros poco esclerosados (Doreste, 1988). Este grupo puede ser el más abundante en la Antártida, pastizales de las regiones ártica-alpina y el desierto, donde pueden llegar a representar hasta el 90 % de las especies de ácaros (Dindal, 1990).

ACARIDA. Es un grupo poco numeroso y diverso en el suelo; son de hábitos terrestres, saprófagos, fungívoros y granívoros; poco esclerosados y de movimientos lentos; su tamaño varía desde unas 200 micras hasta 1800 micras; los estigmas y peritremas están ausentes y la respiración aparentemente es cuticular (Doreste, 1988).

ORIBATIDA. Este Grupo destaca por su diversidad y abundancia en distintos tipos de suelo. Se ha identificado tan solo el 20 % de la fauna de oribátidos en el mundo (Balogh y Balogh 1992). Actualmente se menciona que hay más de 7000 especies descritas en 1300 géneros. Son muy comunes en la hojarasca y las capas superiores del suelo, de hábitos saprofíticos. Se ha demostrado que constituyen un factor vital en la trituración de la hojarasca de los bosques y en el reciclaje de nutrientes (Wallwork, 1976).

GAMASIDA. En su gran mayoría son de vida libre y depredadora; abundante en el suelo, detritos y plantas; algunos son parásitos internos de aves, reptiles y mamíferos; su tamaño va desde las 200-2000 micras. Poseen una serie de placas esclerosadas en la parte ventral y dorsal del cuerpo; los machos presentan en los quelíceros adaptaciones especiales para la transferencia de esperma a las hembras (Doreste, 1988).

1.4 GAMASIDA-UROPODINA EDÁFICOS

Gamasida representa un grupo grande de ácaros que ocupan una gran variedad de hábitats, la mayoría de las especies son depredadoras, otras especies están constituidas por parásitos externos e internos de diversos animales.

Dentro de los gamasidos encontramos el cohorte Uropodina que está representado por organismos de vida libre, son muy abundantes en suelos de bosques, habitan en materia orgánica, humus, estiércol, composta, en nidos de aves, otros presentan asociaciones específicas con otros organismos (foresia), algunos son depredadores (Elzinga, 1978). Están poco adaptados a la depredación aunque algunas especies de uropodidos son importantes como control biológico. Se ha registrado que son eficaces para la regulación de las poblaciones de la mosca doméstica, *Fuscuropoda vegetans* se alimenta de los huevos y la larva de primer estadio de la mosca *Musca domestica* (Jalil y Rodríguez 1970).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento de los ácaros uropodidos (Gamasida-Uropodina) edáficos, de México y algunas localidades de América, mediante una revisión y recopilación bibliográfica.

2.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- ¬ Recopilación bibliográfica e integración de información de los ácaros uropodidos en cuanto a: hábitos, biología, morfología y su importancia ecológica en el ecosistema.
- ¬ Analizar la discrepancia que existe en cuanto a su ubicación taxonómica.
- ¬ Analizar la importancia de los ácaros uropodidos en cuanto a relaciones interespecíficas, especialmente foresia.

3. ANTECEDENTES

En México son escasos los trabajos referentes a ecología, hábitat, asociaciones, relaciones tróficas, así como taxonómicos. El estudio especializado de los ácaros en México se inició apenas en la segunda mitad del siglo XX.

Hasta el momento se han determinado unas 2343 especies pertenecientes a 809 géneros y 264 familias; la mayoría de los ácaros estudiados son de hábitos parásitos, fitófagos, comensales, de vida libre (terrestres y acuáticos), depredadores y ficófagos. La mayor parte de los ácaros del suelo y aquellos asociados con insectos y otros vertebrados todavía no están bien estudiados. Se ha calculado que unos 4500 puede ser el número aproximado de especies de ácaros que existen en México, sin embargo podría haber muchas más. Hasta donde se conoce los estados más ricos en acarofauna son: Veracruz, Chiapas, Estado de México, Morelos, Distrito Federal, Guerrero y Puebla; estados como Tlaxcala, Colima, Zacatecas, Coahuila, Hidalgo y otros más, están poco estudiados (Hoffmann y López, 2000).

3.1 ESTUDIOS EDÁFICOS SOBRE ÁCAROS

México cuenta con muy pocos estudios sobre la fauna del suelo; entre los escasos trabajos tenemos los siguientes:

Rapoport (1973), estudio la estructura de las comunidades de artrópodos en el área de la planta nucleoelectrica de Laguna verde.

Lavelle (1981), realizó un estudio cuantitativo de la fauna del suelo en la misma zona con el fin de conocer la dinámica de la fauna que habita en los pastizales.

Lavelle y Kohlman (1984), realizaron un estudio cuantitativo de la macrofauna del suelo y la hojarasca de una selva tropical (Selva Lacandona, Chiapas) encontrando que los grupos más abundantes fueron las hormigas, las lombrices de tierra, diplópodos, coleópteros y arácnidos; en cuanto a biomasa dominaron las lombrices de tierra, coleópteros, diplópodos y hormigas. En cuanto a la distribución horizontal de la fauna encontraron una fuerte heterogeneidad en relación con las variaciones de la vegetación y del suelo. Las variaciones en la distribución vertical las relacionaron con la diversidad específica y funcional de la fauna.

Leakey y Proctor (1987), compararon la fauna del suelo y la hojarasca en 6 parcelas, a diferentes altitudes en Malasia, encontrando que los grupos faunísticos presentaron diferencias en cuanto a densidad y biomasa dependiendo del nivel altitudinal.

Adis, Ribeiro y Morais, (1989), realizaron un estudio en cuanto a distribución vertical y abundancia de artrópodos en un bosque con suelos arenosos, durante las épocas de secas y lluvias. Encontraron que la abundancia fue más alta en la estación de lluvias. En cuanto a distribución vertical de artrópodos encontraron que la fauna no emigra al subsuelo como respuesta a los cambios de humedad.

Camacho (1995), realizó un estudio de la macrofauna edáfica en 3 agroecosistemas de La Mancha, Veracruz. Se seleccionaron 2 tipos de cultivos (caña y maíz), el otro fue en un

potrero; el cultivo de caña fue la zona que presentó las mayores abundancias de la fauna, así como la mayor riqueza faunística; mientras que, las menores se registraron en el cultivo de maíz; estas abundancias para el cultivo de caña la proporcionaron las hormigas, los ácaros y los homópteros; mientras que, en el potrero encontraron a las hormigas, los ácaros y las lombrices de tierra; por último, en el cultivo de maíz fueron las hormigas, los ácaros y las lombrices de tierra. Por lo que respecta a la distribución vertical, la fauna edáfica se presentó en los estratos superiores del suelo; en los cultivos de caña y maíz la fauna se concentró en los primeros estratos; en el potrero la fauna se encontró entre los 10 y 20 cm. de profundidad.

3.2 ÁCAROS SOBRE MADERA EN DESCOMPOSICIÓN

Estrada-Venegas (2000), en su estudio ácaros oribátidos asociados a troncos en descomposición, reporta el papel que juegan los ácaros en el ecosistema del suelo, así como un estudio taxonómico completo. Esta investigación fue realizada en La Mancha, Veracruz (a lo largo de cinco años), sobre troncos en descomposición; se realizaron 6 muestreos cada 9 meses iniciándose en 1994. Los ácaros oribátidos se encontraron presentes en los 6 muestreos, siendo más abundantes en el IV muestreo; reportándose 70 especies de 52 géneros y 32 familias; 55 especies representan nuevos registros para México (78.6 %) y 16 son nuevas especies para la ciencia (22.8 %). Todas las especies son nuevos registros para el estado de Veracruz. Es el primer trabajo en México donde los ácaros son identificados a nivel de especie, además de ser el primero en el que se estudia la sucesión ecológica durante el proceso de descomposición, en dos especies forestales, así como la biología de estos organismos, que es esencial para comprender mejor cual es el papel de estos organismos en el ecosistema suelo.

Palacios-Vargas y Castillo (1992), realizaron un trabajo sobre la fauna del suelo en troncos en descomposición en el área de Veracruz, aunque estudiaron a los ácaros a nivel de suborden únicamente.

4. GENERALIDADES DE LA SUBCLASE ACARI

La Subclase Acari, comprende animales caracterizados por poseer un soma, el cual se divide en gnatosoma (la porción anterior con apéndices bucales) y el idiosoma. Los quelíceros son básicamente de tres segmentos quelados, pero sufren modificaciones diversas. Los palpos pueden ser simples o raptoriales con seis o siete segmentos. El orificio genital frecuentemente se encuentra entre las patas IV y el orificio anal es subterminal. El ciclo de vida está caracterizado por una larva hexápoda.

4.1 TAXONOMÍA Y FILOGENIA DE LOS ÁCAROS

La especie fósil más antigua que se conoce es el *Protacarus crani* Hirst, hallado en piedra arenisca del Devónico hace 320 millones de años en Aberdeenshire, Escocia; el hallazgo de este ejemplar nos hace suponer que el posible origen de estos organismos pueda situarse entre el Silúrico y el Devónico. Otros fósiles se han hallado en formaciones del Carbonífero hace 265 millones de años y del Terciario hace 60 millones de años; se han encontrado representantes de todas las grandes familias actuales, sobre todo los conservados en ámbar del Oligoceno hace 35 millones de años (Hoffmann y López, 2000).

En otra investigación se hace mención que los ácaros fósiles más antiguos son del periodo Devónico y fueron hallados en el estado de Nueva York, (Estados Unidos de América); de esta área fueron descritas las familias Devonacaridae y Protochthoniidae. Del Jurásico se describieron cinco especies nuevas y tres géneros nuevos de la región de Vladivostok, URSS. Del Mioceno-Oligoceno, aproximadamente hace 25 millones de años se registraron ocho nuevas especies de oribátidos fósiles atrapados en ámbar, en Chiapas, al sur de México. (Norton; et al, 1984, 1988; Krivolutzky y Krasilov, 1977; Woolley, 1969 en Vázquez 1999).

La más antigua referencia que se tiene sobre los ácaros se encuentra en los escritos de Homero (850 a. C), cuando en la Odisea relata sobre el regreso de Ulises, hay una frase que dice textualmente, “allí estaba Argos (el perro) cubierto de garrapatas”; seguramente se referían a la especie *Ixodes ricinus*, tan común en estas tierras (Hoffmann y López, 2000).

Aristóteles hace mención a las larvas de trombicúlidos y a la sarna; la palabra griega akari (singular) se refiere a la polilla, fue utilizada por él para referirse a estos animales y de allí paso al latín ácaro (plural), de donde se formó el singular ácaro que constituye el nombre genérico inicial. Los antiguos griegos, romanos y chinos conocían bien la sarna o escabiasis, se menciona en la Biblia y en numerosos escritos de la Edad Media. No fue sino hasta 1834, cuando Renucci, estudiante de Córcega descubrió y demostró, ante la comunidad científica de su época, que el ácaro era el agente causal de la sarna humana. No se sabe a ciencia cierta cuando aparecieron los ácaros, pues el material fósil que se conoce es muy escaso.

Existe mucha discrepancia entre el origen de los ácaros si son mono, di o polifiléticos. Los Acariformes bien pudieran ser los quelicerados más primitivos y los más cercanos a los trilobites (Schulze, 1937; Zakhvatkin, 1953; en Hoffmann y López, 2000), algunos investigadores consideran a los ácaros una clase aparte de los arácnidos, otros los han colocado en la clase Acaromorpha; sin embargo, otros especialistas prefirieron reunir a los ácaros en un orden de la Clase Arachnida, situación que no logró mantenerse por mucho tiempo, debido a la magnitud y diversidad del grupo.

Muchos acarólogos modernos (Krantz, Johnsthor, Linquist), siguen considerando a los ácaros como arácnidos, aunque los han elevado a una categoría superior, la de subclase, lo que ha implicado una modificación total del sistema ya establecido de la clase Arachnida. Lo cual no es aceptado por los aracnólogos. Algunos autores han propuesto grandes modificaciones en todo el Subphylum Chelicerata, cambiando el sistema totalmente y dividiéndolo en varias entidades nuevas, lo que sería más indicado hacer. Sin embargo, es imposible llegar a una conclusión definitiva, debido a esto se debe buscar la mejor forma de entender y manejar al grupo, sobre todo en la docencia. Por esta razón, varios acarólogos en México (Hoffmann y López, 2000), han llegado a la conclusión de manejar a los ácaros como una clase aparte de los arácnidos (Clase Acarida), ya que los ácaros han llegado a alcanzar un nivel evolutivo propio, que los identifica y caracteriza plenamente. En el presente trabajo se manejará la clasificación que existe en México propuesta por Hoffmann:

- ◆ Megaclase ARACHNIDA Lamarck, 1801
 - ◆ Hiperclase MICRURA Hansen, Sorensen, 1904
 - ◆ Superclase MEGOPERCULATA Börner, 1902
 - ◆ Clase PALPIGRADI Thorell, 1888
 - ◆ Clase TETRAPULMONATA Shultz, 1990
 - ◆ Subclase ARANAE auct.
 - ◆ Subclase PEDIPALPI Latreille, 1810
 - ◆ Orden AMBLYPYGI Thorell, 1883
 - ◆ Orden UROPYGI Thorell, 1882
 - ◆ Suborden THELYPHONIDA Cambridge, 1872
 - ◆ Suborden SCHIZOMIDA Petrunkevitch, 1945
 - ◆ Superclase ACAROMORPHA Dubinin, 1957
 - ◆ Clase RICINULEI Thorell, 1887
 - ◆ Clase ACARI Sundevall, 1833
 - ◆ Hiperclase DROMOPODA Shultz, 1990
 - ◆ Superclase OPILIONES Sundevall, 1833
 - ◆ Superclase NOVOGENUATA Shultz, 1990
 - ◆ Clase SCORPIONES Hemprich, Ehrenburg, 1810
 - ◆ Clase HAPLOCNEMATA Börner, 1904
 - ◆ Subclase PSEUDOSCORPIONES Pavesi, 1880
 - ◆ Subclase SOLIFUGAE Sundevall, 1833

Mediante esta clasificación se representa la monofilia de los arácnidos y de los ácaros, estos últimos continúan manejándose como una clase dentro de este gran sistema, lo cual es muy recomendable para su manejo y entendimiento.

Según Krantz (1978), aparentemente los ácaros se originan en forma bifilética a partir de un arqueotipo de arácnido ancestral, que representa una combinación sintética de los caracteres ancestrales, origen de los Ordenes: Parasitiformes o Anactinotrichida, Acariformes o Anctinotrichida, (Fig. 1).

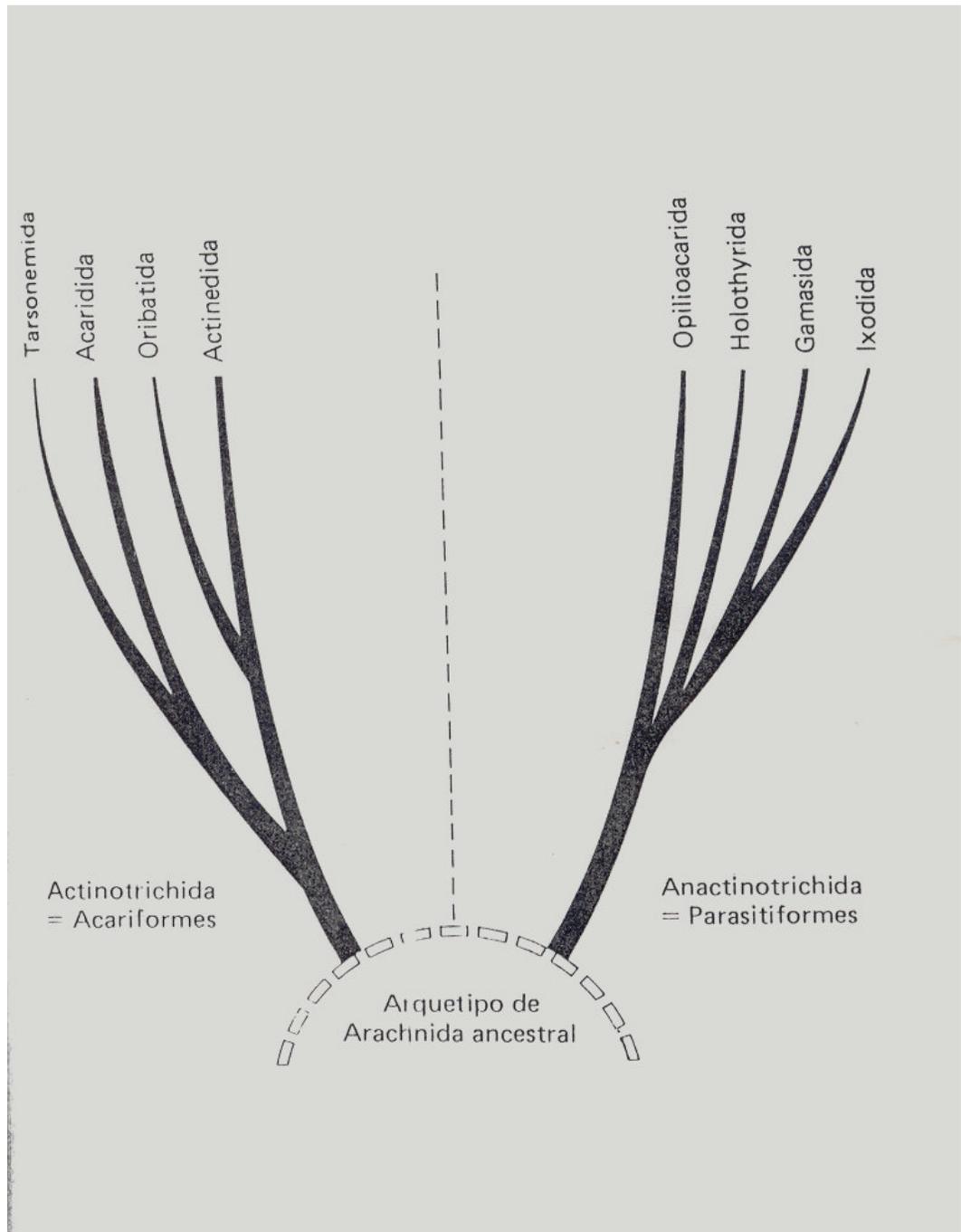


Fig. 1. esquema de la filogenia de los ácaros (según Hammer, 1971). Tomado de Krantz, 1978.

4.2 FUNCIONES PARTICULARES DE LOS ÁCAROS DE SUELO

El resultado de la descomposición mecánica incrementa el área y está puede ser atacada por microorganismos. La descomposición mecánica propiciada por los ácaros, facilita la lixiviación de elementos hidrosolubles y la hidratación de la materia orgánica.

El transporte digestivo asegura y garantiza la descomposición biológica, está puede ser más o menos intensa, dependiendo de las especies; esto es acompañado por un mezclado de minerales, elementos orgánicos además de microorganismos.

La acumulación de excreta humificable, constituye un medio ambiente altamente fértil, el cual facilita el crecimiento de las raíces y la germinación de las semillas, además del consumo de raíces muertas por los ácaros detritófagos; también se incrementa considerablemente la porosidad del suelo y el desarrollo de galerías ricas en humus.

La cercana relación entre microorganismos y ácaros, desarrolla casi el 56% de la producción neta de hongos y es consumida por especies micófagas; por otro lado, la descomposición es cinco veces más rápida cuando los microorganismos y ácaros trabajan juntos que por separado (Lebrun, 1979).

La diversidad de ácaros es muy importante, sirven como bioindicadores de condiciones específicas; son efectivos en diversos niveles del ecosistema.

- Clasificación de los suelos.
- Humus y velocidad de humificación.
- Análisis y observación en condición de vida, microclimas, factores fisicoquímicos.
- Detección de perturbación.
- El estudio de la ley biocenótica.
- Regulación de comunidades y su distribución espacial y sucesión de ácaros.
- Reguladores de la actividad microbiana de diferentes tipos de hojarasca (Edwards y Health, 1963; Wallwort, 1970; Mc Brayer, 1977).

5. GENERALIDADES DE MESOSTIGMATA (GAMASIDA)

Los Mesostigmata o Gamasida, es un grupo de ácaros cosmopolitas y se han adaptado con éxito a un alto rango de hábitats: muchos son de vida libre, depredadores en suelo, depredadores en materia orgánica, o depredadores en plantas; otros son parásitos externos e internos de vertebrados o invertebrados, fungívoros, detritívoros. Un número de ácaros mesostigmados han establecido asociaciones foréticas con otros animales, muchos de ellos comprenden un alto grado de especificidad (Krantz, 1978).

Los ácaros del orden Metastigmata tienen un tamaño entre 200 a 2000 micras, muchos de forma pequeña y débilmente esclerosados, pero con un idiosoma que está parcialmente cubierto por un número de cerdas que se distinguen en el gnatosoma, que tiene un hipostoma bien desarrollado armado con dentículos retráctiles; pedipalpos sin ambulacro; idiosoma con un par de estigmas situados posterior a la coxa IV o un par de estigmas laterales cerca de las coxas II-III; peritremas no alargados; tarsos I con un órgano sensorio.

5.1 ESTUDIOS SOBRE ÁCAROS MESOSTIGMATA DEL SUELO

Lebrun (1979), encontró que los Mesostigmata son importantes depredadores de nemátodos; en praderas de Estados Unidos, de 63 especies estudiadas solo 6 no se alimentaron de estos organismos; estos ácaros consumen de 3 a 8 nemátodos por día.

Moreno (1985), realizó una investigación de la variación estacional de los ácaros del suelo, en un bosque de *Pinus hartwegii* del volcán Popocatepetl, en el Estado de México; se encontraron representantes de los 4 subórdenes de ácaros del suelo: Gamasida, Actinedida, Acarida y Oribatida y se diferenciaron en ellos un total de 69 especies. Referente a la familia Uropodidae, se encontró solo una especie la cual no fue determinada.

Palacios-Vargas (1985), realizó un trabajo sobre los microartrópodos del volcán Popocatepetl, tomando aspectos ecológicos y biogeográficos de los ácaros oribátidos y colémbolos; menciona a la clase Acarida como la más abundante y diversa de los biotopos estudiados. Los Gámasidos se encuentran representados por 6 familias, entre las que se encuentra la familia Uropodidae, la cual predomina sobre la hojarasca y el suelo; mientras que de los Prostigmata se determinaron 33 géneros, incluidos en 17 familias, los Cryptostigmata estuvieron representados por 23 familias y 34 especies, tanto en hojarasca y suelo, como asociados a musgos.

Estrada-Venegas y Sánchez (1986), realizaron una investigación de los ácaros del suelo en dos zonas semiáridas del valle de Tehuacán, Puebla (Tehuacán-Huajuapán y Tehuacán-Oaxaca). Los ácaros encontrados estaban representados por los cuatro subórdenes: Mesostigmata, Prostigmata, Astigmata y Criptostigmata. Los Prostigmata fueron los más abundantes con 30 familias y 47 géneros, seguidos por los Criptostigmata con 18 familias y 21 géneros, los Gamasida solo estaban representados por 3 familias y 3 géneros. No se reportaron uropodidos, esto puede deberse a que la zona es semiárida, prevalecen fuertes vientos, la textura del suelo es arenosa y existe poca vegetación; no hay una capa bien definida de materia orgánica que sea incorporada al perfil del suelo, por lo que las condiciones no son aptas para estos organismos.

Moreno (1996), menciona que este grupo es un componente del suelo de las zonas de pino, en el área del volcán Popocatepetl, donde reconocieron a 21 especies. Los gámasidos, en condiciones semiáridas de Tehuacán, Puebla, estuvieron representados por 7

familias. En general, se encontraron organismos de cuerpo pequeño y poco esclerosado, los cuales fueron reconocidos principalmente como de hábitos depredadores (Estrada; et al, 1987).

Diversos investigadores (Fragoso y Rojas, 1994; Fragoso et al, 1993; Rojas y Fragoso, 1994; Fragoso et al, 1995; Ángeles, 1996; Camacho, 1995), han estudiado la macrofauna en La Mancha, Veracruz. Otros trabajos fueron realizados por Vázquez (1992); Vázquez y López-Campos (1996).

Delgado-Hernández (1999), comparó la distribución horizontal y vertical de la comunidad de ácaros en dos estaciones contrastantes (secas y lluvias), en el Parque Nacional “El Chico”, Hidalgo; durante las estaciones de lluvias, el grupo más abundante fue Cryptostigmata con 45%, seguido por Prostigmata con 31% y Mesostigmata con 24 %, en esta estación se presentaron especies depredadoras y microfitófagas; en cuanto a la estación de secas en primer lugar estuvieron los Cryptostigmata con 57 %, seguido por Prostigmata con 1 % y Mesostigmata con 11 %. En este estudio los factores determinantes fueron: la humedad, la materia orgánica y el pH.

Estrada-Venegas (1999), describe el papel que tienen los oribátidos en el suelo. Menciona que debido a la diversidad y variabilidad de sus hábitos alimenticios, son un grupo que participa activamente en el reciclaje de nutrientes y mineralización de los suelos, participan en las cadenas tróficas y como reguladores de la población.

Palacios-Vargas (2000), llevó a cabo un estudio, en el Estado de Hidalgo para determinar el efecto de los metales pesados (Cobre, Zinc, Magnesio, Níquel y Plomo), sobre los microartrópodos (ácaros y colémbolos) de un suelo agrícola que era regado con aguas residuales; de este estudio se recolectaron 45,962 artrópodos, pertenecientes a 21 órdenes, de ellos los astigmados, oribátidos y colémbolos fueron los más abundantes de este estudio; se determinaron las especies más sensibles y menos sensibles a los metales pesados.

Ecosur (2002), en este artículo se menciona que los ácaros de fermentación, también llamados ácaros de molde, son transparentes y se alimentan de levaduras de materia orgánica; estos ácaros son capaces de resistir las condiciones anaerobias por períodos moderados de tiempo, y pueden ser un buen indicador de estas condiciones del suelo.

Santoyo Morales (2003), determinó a los ácaros gámasidos, asociados a troncos en descomposición de dos especies de árboles *Spondias Bombin* y *Bursera simaruba* en el Centro de Investigaciones Costeras de La Mancha, (CICOLMA) Veracruz. Identificó 14 familias y 29 géneros, cuantificándose un total de 10053 mesostigmados; las familias más representativas por su abundancia fueron: Ascidae (32.85%), Laelapidae (30%), Rhodacaridae (17.55%) y Sejidae (11.80%). Las familias y algunos géneros están reportados para México; se reportaron 12 géneros que son nuevos registros para México.

6. DIAGNOSIS DE UROPODINA

Son ácaros de cutícula dura, lisa y brillante, generalmente de color amarillento a pardo; son de forma oval a redonda; la longitud del idiosoma es de 0.3 a 1.5 mm. Las placas dorsales de los adultos están cubiertas con diversos pares de setas, excepto el escudo pigdial. Los estigmas se encuentran lateralmente entre las coxas II –III; desde los estigmas se extiende un canal de respiración el peritrema. Las larvas carecen de estigma y peritrema.

El gnatosoma contiene los apéndices bucales en forma de tijera, los quelíceros. El gnatosoma y las coxas del primer par de patas son retráctiles y se acomodan en una depresión anteroventral del idiosoma llamada camerostoma. Los quelíceros son de gran extensión, alcanzan la longitud del cuerpo, son retráctiles y presentan pequeños dígitos quelados. En el gnatosoma está el tritosterno que se encuentra cubierto por las coxas I. Las patas II, III y IV pueden estar retraídas y acomodadas en canales ventrales, que reciben el nombre de fovae pedales. El tectum es alargado, angosto, hialino y espinoso. La placa dorsal del idiosoma está fusionada con el complejo parapodal-peritremal.

El desarrollo embrionario presenta un estado de larva y dos de ninfa; las larvas presentan tres pares de patas, las ninfas y adultos poseen cuatro pares de patas, las patas II, III y IV mas cortas que la longitud del cuerpo. El orificio genital de hembras y machos se encuentra entre las coxas II y IV. Para protección del primer par de patas existe un escudo debajo del caparazón dorsal, el scabellum, (Fig. 1 y 2).

7. MORFOLOGÍA DE UROPODINA

Los uropodidos son de movimientos lentos, con apéndices relativamente cortos, se caracterizan porque su cutícula es dura, lisa y brillante, generalmente de color amarillento a pardo. Están altamente distinguidos de los otros Mesostigmata, porque muestran una especializada adaptación para protección de los apéndices (camerostoma) y el gnatosoma; el último estado ninfal, en muchas especies, se encuentra pegado al exoesqueleto de insectos por medio de un pedúnculo anal o pedicelo anal, formado por una excreción de la región anal, este estado ambulante es referido como ninfa pedunculada. Presentan “fovae pedals”.

El gnatosoma está situado en una cavidad o camerostoma antero-ventral, el piso del gnatosoma está formado por la pared del cuerpo y el piso de la coxa I, anteriormente en el ápice del cuerpo, los complejos esternal y parapodal están fusionados o estrechamente yuxtapuestos para formar una cavidad “camerostoma”, dentro de la cual está insertada la coxa I, el tritosterno y el gnatosoma; el gnatosoma puede ser vertido y retraído guardándose en el camerostoma; el tectum es alargado, angosto, hialino y espinoso. El tectum está usualmente bien esclerosado y presenta procesos denticulados. El tritosterno se extiende en el camerostoma y está parcialmente o completamente cubriendo la coxa I.

La punta de los quelíceros está muy elongada con los dígitos quelados, el quelícero es retráctil y en muchas especies se extiende a la parte posterior del cuerpo.

El cuarto par de setas que están sobre la base del rostrum (basis capituli) están situadas entre una y otra y pueden ser simples, pilosas o aserradas; el quinto segmento del pedipalpo es corto y se encuentra provisto con una simple o compleja seta; dos o más setas están situadas en el palpotarso, pueden ser largos y en forma de látigo, la seta especializada palpotarsal es de dos puntas.

El idiosoma está fuertemente esclerosado en los estados adultos, es oval en su contorno y con frecuencia aplanado, la superficie dorsal está cubierta por uno o más escudos; en algunas especies presenta un escudo dorsal rodeado por un escudo marginal, el escudo dorsal está raramente dividido en un escudo anterior y posterior de tamaño desigual; el escudo marginal es libre o fusionado con el dorsal y/o el escudo ventral, puede rodear completamente el margen posterior y lateral del escudo dorsal o puede estar reducido posteriormente a la región del escudo dorsal, está formado de cutículas estriadas o escutelas. El escudo marginal es algunas veces diferenciado en escutelas fuertemente esclerosadas, rodeadas por una cutícula débilmente esclerosada; ambos, el escudo dorsal y marginal están provistos con setas y poros.

La parte ventral, en ambos sexos, está completamente cubierto por un complejo escudo formado por la fusión del esternal, ventral y escudo anal, este escudo es liso y reticulado. En muchos géneros, por ejemplo: *Oplitis* y *Oodinychus* el escudo anal está separado del escudo ventral por una sutura, (Fig. 4).

El orificio genital, en las hembras, está encerrado por un escudo esternogenital-ventral y cubierto por un largo y bien esclerosado escudo genital, mostrando una variación considerable en tamaño y forma; En el macho la apertura genital es circular y se localiza en la región de las coxas II a IV. El escudo ventral en ambos sexos puede tener una sutura a la mitad de la coxa IV y el margen lateral del escudo tiene una línea metapodal. El escudo endopodal está fusionado con el escudo esternal, mientras que los hexapodales presentan una depresión que puede estar mas o menos invaginada para formar depresiones

‘fovae pedals’ o ‘pedofosa’, en las cuales los apéndices pueden ser retraídos y acomodados, las depresiones están entre las coxas II y IV, (Fig. 5).

El estigma está situado en la región de las coxas II y III, el peritrema usualmente convulsionado en estado adulto; los apéndices son usualmente cortos con protuberancias esclerosadas en fémur y la gena.

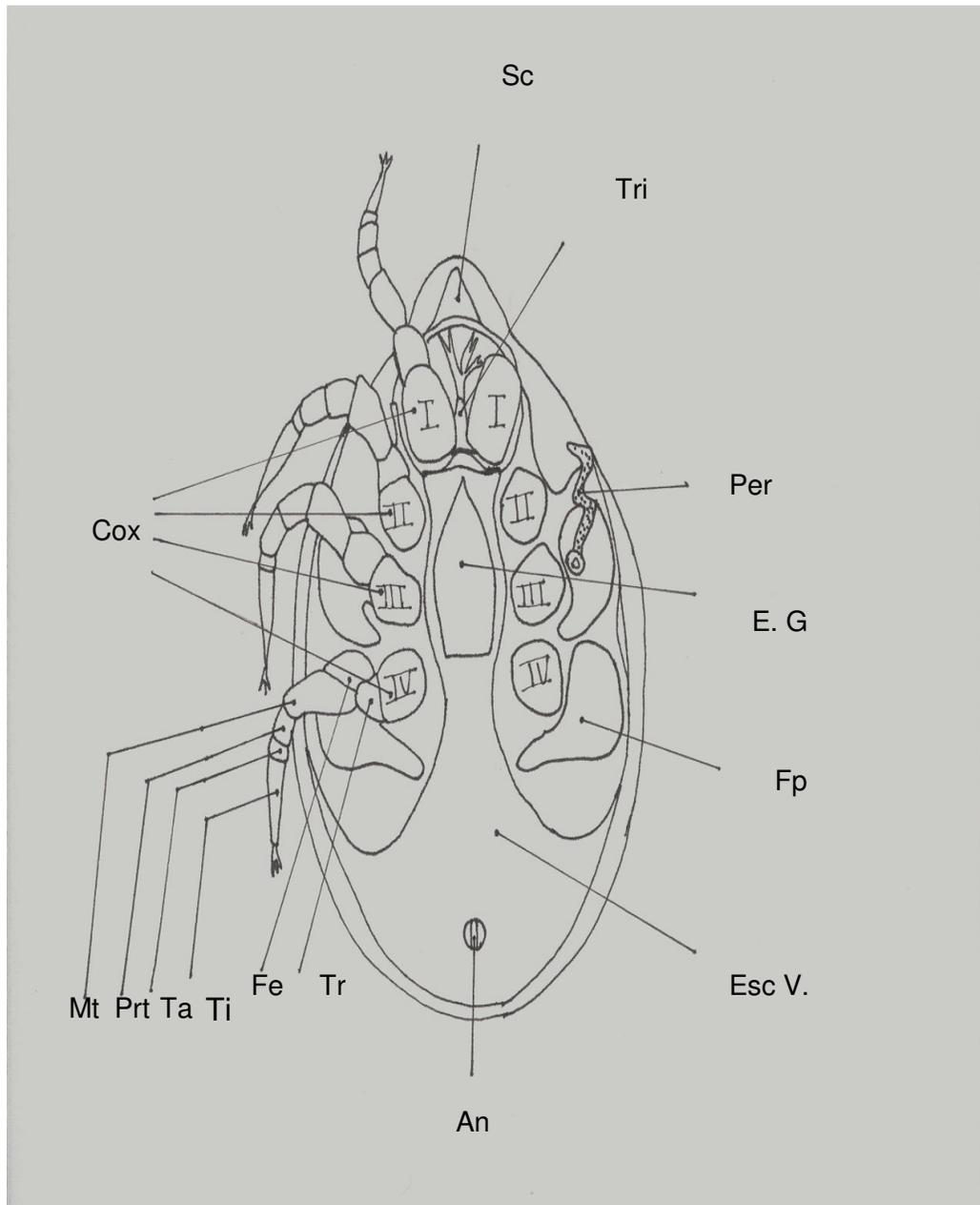


Fig. 4. Vista ventral de Uropodina. Sc, Scabellum; Tri, Tritosterno; Per, Peritrema; E.G, Escudo genital; Fp, Fovae pedals; Esc V, Escudo ventral; An, Ano; Tr, Trocanter; Fe, Fémur; Ti, Tibia; Ta, Tarso; Prt, Pretarso; Mt, Metatarso; Cox, Coxa. Tomado de Krantz 1978.

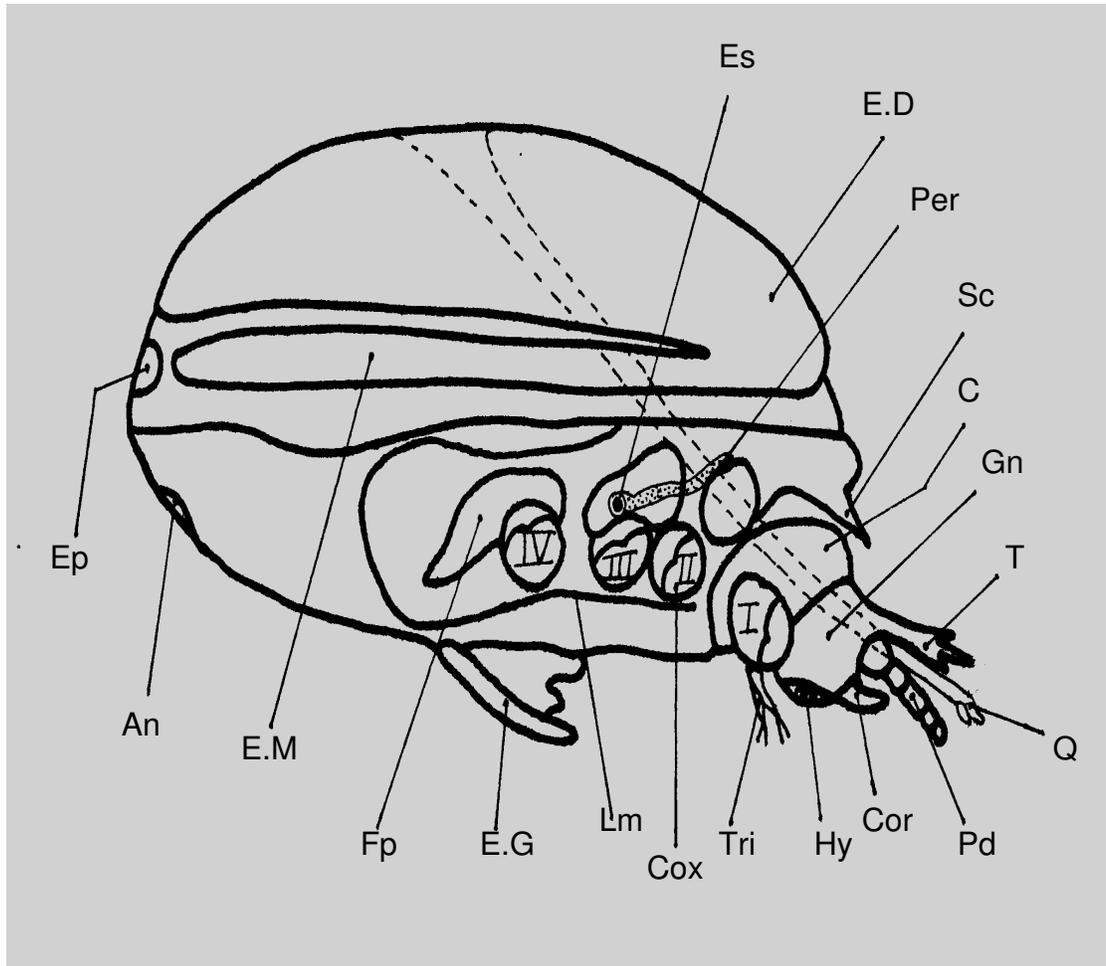


Fig. 5. Vista dorsal de Uropodina adulto. Es, Estigma; Per, Peritrema; Cox, coxa; E.D. Escudo dorsal; Sc, Scabellum; C, camerostoma; Gn, Gnatosoma; T, Tectum; Q, Quelíceros; Pd, Pedipalpos; Cor, Cornículos; Hy, Hipostoma; Tri, Tritosterno; Lm, Línea Metapodal; Fp, Fovae pedales; E.G. Escudo genital. Tomado de Evans, 1957. Modificado de Krantz, 1978.

8. BIOLOGÍA DE LOS UROPODINA

Tienen sexos separados, su ciclo biológico completo incluye cinco etapas: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto; la transmisión de los espermatozoides es directamente, el macho deposita el espermatozoides en la apertura genital de la hembra.

8.1 APAREAMIENTO

El apareamiento se realiza en tres fases:

1. Preapareamiento o fase exploratoria.
2. Formación del paquete de espermatozoides por el macho y subsecuentemente para el acoplamiento con el escudo epiginial de la hembra.
3. Asimilación del paquete de espermatozoides por la hembra y el posapareamiento del macho.

El tiempo que se lleva al realizar las tres fases varía de acuerdo a las condiciones ambientales (temperatura, humedad y luz). En 56 observaciones del apareamiento de *Leiodinychus krameri*, el tiempo varía de 45 minutos a 8 horas (Radinovsky, 1965). Inmediatamente después del cambio de piel y entrar en estado adulto, los machos empiezan a perseguir a las hembras, el macho toca primero a la hembra palpando con el primer par de patas, los movimientos en forma de péndulo estimulan a la hembra, el macho trepa sobre el dorso de la hembra y luego desde atrás hacia abajo de la hembra; una hembra lista para aparearse estira el primer par de patas hacia el sustrato, el segundo par de patas del macho abraza al tercer par de patas de la hembra. A veces gira el macho a la hembra sobre su espalda. Los pedipalpos estimulan el escudo genital de la hembra hasta que se abre, entonces también se abre el orificio genital del macho y un espermatozoides fluye hacia fuera, un quelícero del macho sujeta el espermatozoides y lo pega sobre el escudo genital de la hembra, los pedipalpos tocan suavemente el espermatozoides, de este sale un tubito que se mete en la vagina, el espermatozoides fluye. Este proceso dura aproximadamente 25 minutos (Karg, 1989), (Fig. 3).

En *Uropoda orbicularis* fue observado que los pedipalpos y quelíceros entraron profundo en la abertura genital, para empujar el espermatozoides (Faash, 1967). Este proceso se puede repetir, a veces el macho quiere dejar varios espermatozoides, el acto de la cópula puede durar hasta 12 horas (Radinovsky, 1965).

En especies que habitan biotopos muy húmedos se desarrollan funciones y comportamientos adicionales. En la hembra de *Caminella peraphora* se observó lo siguiente: mientras que el macho se encuentra en la espalda de la hembra, ella se mece hacia los lados y el macho continúa haciendo lo mismo cuando trepa sobre el vientre. Esto dura hasta 9 horas. Durante este tiempo segrega la hembra una sustancia que cubre todo el escudo ventrianal y lateral. El macho pone cerca del ano de la hembra un espermatozoides y lo empuja dentro de la secreción, el macho jala por medio de los tarsos del cuarto par de patas la secreción de los lados hacia arriba sobre la espalda de la hembra, hasta que la secreción forma un círculo. La secreción se endurece y forma huecos, funcionando como una espermoteca exterior, porque bajo la protección de la secreción endurecida fluyen los espermatozoides hacia dentro de la vagina. Todo el procedimiento dura 1 a 2 días (Compton y Krantz, 1978).

8.2 PUESTA DE HUEVOS

Regularmente maduran dos huevos al mismo tiempo, pero los huevos se ponen de uno en uno. Con la ayuda del segundo par de patas y en parte con los quelíceros y pedipalpos, la hembra raspa el sustrato hasta formar una cavidad, que toma un tiempo de 10 minutos. El escudo genital se abre hacia abajo, luego se desliza el huevo a la cavidad, mientras los pedipalpos y los quelíceros sostienen el huevo, la hembra cubre el huevo con parte del sustrato con su segundo par de patas. No siempre tienen estos animales éxito escarbando una cavidad, cuando es demasiado duro el sustrato. Si esto sucede, se ponen los huevos libremente, pero siempre con el cuidado de ponerlos en hendiduras u otros escondrijos.

El huevo necesita, para su desarrollo, de 4 a 6 días bajo 20 °C y de 2 a 3 días bajo 30 °C. Una fisura a lo largo del huevo hace que este se reviente y la larva sale caminando hacia atrás. Existen uropodidos ovovivíparos, es decir, que las larvas salen antes de que se depositen los huevos en el sustrato (Radinovsky, 1965).

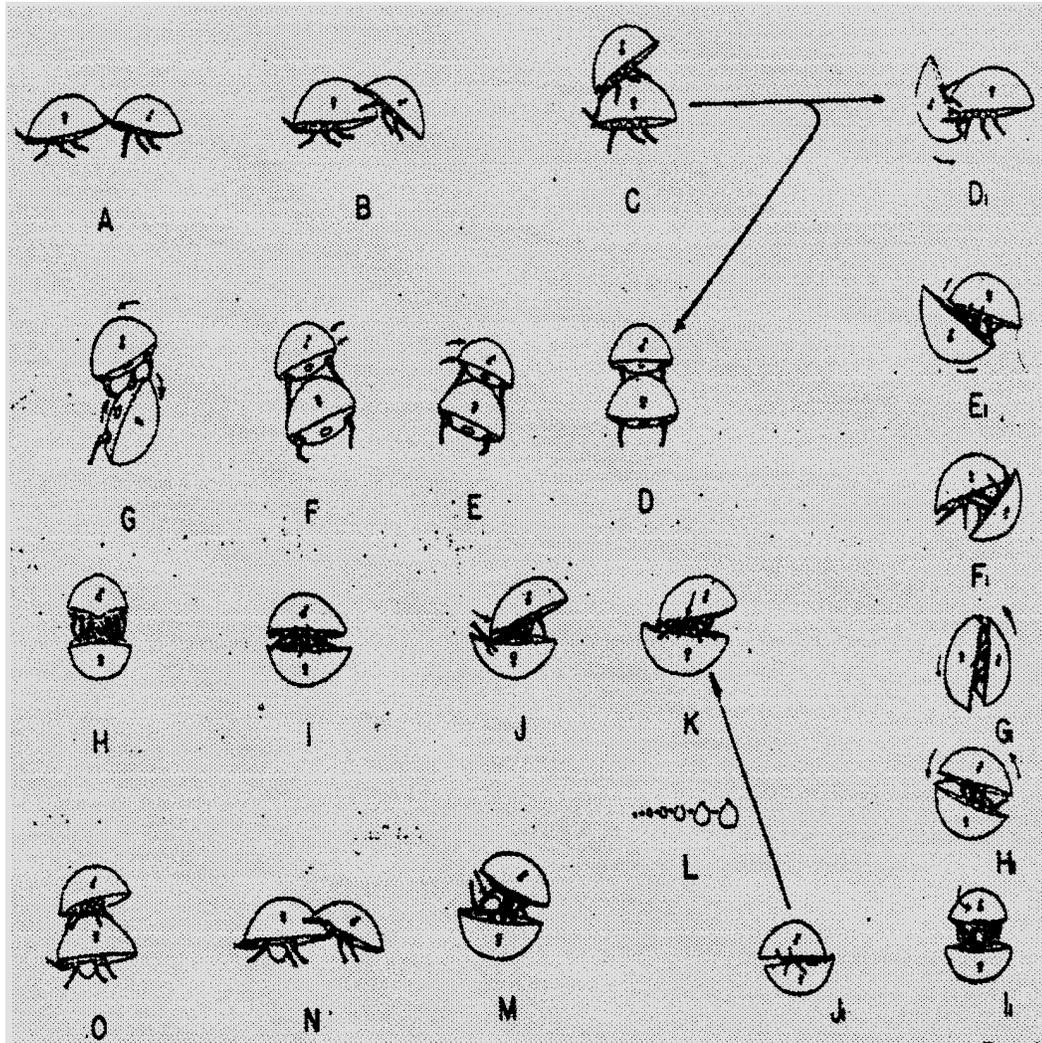


Fig. 3. Esquema diagramático del apareamiento de *Leiodinychus krameri*. A) El macho se aproxima a la hembra. B) El macho comienza a montarse en la hembra, palpándola con su primer par de apéndices y sus quelíceros. C) El macho se encuentra sobre el dorso de la hembra. D) Vista posterior del estado C. E), F) El macho comienza un violento y rítmico balanceo, en un intento por colocarse debajo de la hembra. G) La hembra empieza a voltearse. H) Vista anterior de los adultos en posición ventral-ventral. I) Vista lateral de H. J) El macho se mueve de manera que sus quelíceros y su primer par de apéndices pueden alcanzar el área genital de la hembra. K) La hembra se vuelve pasiva, el macho exuda una pequeña burbuja desde su área genital. L) La burbuja comienza a crecer. M) El paquete de esperma está pegado a la porción anterior del escudo epigial. N) El macho deja a la hembra. O) Vista de la hembra con el paquete de esperma, el macho se encuentra en el dorso de la hembra. D1), J1) Ocasionalmente el macho prosigue su movimiento sobre la hembra con violentos balanceos. Tomado de Radinovsky, 1965.

9. HÁBITOS DE LOS UROPODINA

El Cohorte Uropodina está representado por organismos de vida libre, son muy abundantes en suelos forestales, habitan principalmente en las acumulaciones de materia orgánica, transitan por: composta, estiércol, productos almacenados, nidos de aves y mamíferos, algunos habitan en nidos de hormigas y muestran un grado de asociación con estos insectos; algunos son depredadores de nemátodos, otros se alimentan de hongos, polen y materiales orgánicos. La dispersión es usualmente por medio de las deutoninfas, las especies más especializadas interactúan con insectos, particularmente coleópteros y hormigas, que también viven en ese hábitat. Estas interacciones varían en complejidad; encuentros accidentales o asociaciones específicas, frecuentemente el insecto llega a ser el transporte principal del ácaro (foresia) (Elzinga, 1978).

La abundancia máxima de uropodidos se encuentran en tierras con abono, suelos agrarios con abono orgánico y en capas de tierra, casi a la superficie de bosques frondosos, en pilas de basura, composta, estiércol; los Uropodina se encuentran sobre todo en lugares donde se forma un proceso de putrefacción de sustancias orgánicas; además, los encontramos en biotopos como: nidos de hormigas, debajo de piedras, debajo de corteza muerta, en troncos de árboles caídos ya en descomposición, en agrupaciones de musgo y en cereales enmohecidos almacenados (Karg, 1989).

Los uropodidos han sufrido cambios notables en su morfología a lo largo de su evolución, como adaptación a la vida forética, las deutoninfas poseen un pedicelo anal, para adherirse al tegumento del huésped (Hoffmann, 1981).

Están poco adaptados a la depredación, aunque algunas especies de uropodidos son importantes como control biológico, se ha registrado que pueden ser eficaces para la regulación de las poblaciones de la mosca doméstica; *Fuscuropoda vegetans* se alimenta de los huevos y la larva de primer instar de la mosca *Musca domestica* (Jalil y Rodríguez, 1970).

Los Uropodina viven en huecos dentro de la capa superior del suelo, de las pilas de composta y basura, en los nidos de hormigas, troncos de árboles caídos o debajo de la corteza; los adultos pueden desplazarse en angostas grietas de su hábitat. Con la ayuda de sus quelíceros, pueden jalar presas desde adentro de finas grietas hacia fuera; el cuerpo de la deutoninfa y adultos es acorazado, sí los atacan retraen sus apéndices a las cavidades del cuerpo. Según recientes investigaciones, hay animales especializados que pueden matar a estos ácaros protegidos: representantes de los escarabajos (Scydmaenidae) ponen al ácaro sobre la espalda, cortan las articulaciones de las patas y en el gnatosoma para luego arrancarlos. La coraza y las cavidades para los apéndices no sólo protegen contra enemigos, sino también contra la deshidratación.

Referente al suborden Uropodina se reporta que la familia Polyaspidoidae se presenta en suelo, restos vegetales de bosque, musgos, cortezas, nidos de hormigas, algunos son foréticos de insectos; su distribución es casi mundial. *Dipolyasois sp.*, se presenta en cuevas de San Luis Potosí. La familia Uropodidae se presenta en suelo, hojarasca de bosque, detritos, musgos, madera podrida, galerías de insectos, productos almacenados, cuevas, zona de mareas, micófagos, necrófagos, detritívoros, muchos asociados con insectos, sobre todo foréticos; su distribución es casi mundial. Los miembros de la familia Trachyuropodidae se reportan como mimercófilos, algunos foréticos; su distribución es casi mundial, pero principalmente en las regiones tropicales (Hoffmann y López, 2000).

9.1 HÁBITOS ALIMENTICIOS

Hasta la fecha hay relativamente pocos estudios sobre la alimentación de los Uropodina. Un vistazo sobre los resultados de diversas investigaciones, muestra una alimentación muy amplia; como todos los arácnidos, los Uropodina son carnívoros, esto se reconoce por los quelíceros bien desarrollados y delgados, los cuales tienen formaciones dentadas. Los uropodidos son principalmente carnívoros y la presa principal son los nemátodos, larvas de insectos sobre todo dípteros (Cummins, 1898).

En una prueba de suelo, la cual estaba infestada de nemátodos de papas *Globodera rostochienis*, se encontró que el ácaro *Uropoda orbicularis* se alimentó con larvas de los nemátodos. Esta especie tiene quelíceros del tamaño de la longitud del cuerpo, está capacitado para agarrar el quiste del nemátodo y reventarlo, no agarró otras presas de la misma área, por ejemplo colémbolos, tampoco comió la mucosidad de las bacterias, hifas de hongos ó sustancias orgánicas muertas (pedazos de papas) (Karg, 1968).

La locomoción de los Uropodina es muy lenta, por lo tanto no está capacitado para atrapar presas de movimientos rápidos, están especializados para atrapar presas que se encuentran concentrados y ligados a un solo lugar, en biotopos específicos como: abonos excrementos ó en las raíces de las plantas. En pruebas de alimentación se observó que se alimentaron de los siguientes nemátodos: *Rhabditis elongata*, *R. teres*, *Panagrellus redhibioides*, *Aphelenchus avenae* y *A. composita* (Ito, 1971).

Los Uropodina son enemigos de las larvas de dípteros, se han observado uropodidos comiendo larvas de la mosca común; una hembra de *Uroobovella marginata* devoró en una semana 10 larvas (Jalil y Rodríguez, 1970).

Trovessart (1902), observó cómo varios uropodidos dañaron a un gusano de tierra *Agrotis segetum*; en criaderos de lombrices comerciales, en Estados Unidos, con destino para los anzuelos de pescar, aumentó la existencia de la especie *Uropoda agitans*, el ácaro atacó a lombrices ocasionándoles heridas. En insectos muertos, tanto como en sus larvas muertas se aglomeran uropodidos con frecuencia para absorber sus líquidos corporales (Stone y Ogtes, 1953).

Faash (1967), observó en un saltamontes muerto 150 deutoninfas de *Uroobovella marginata*. En algunas especies es posible una alimentación con hongos como la especie *Trichouropoda berlesse*, porque tiene cortos y fuertes quelíceros para desmenuzar la hifa de los hongos.

Trachytes y *Uroseius berlesse* se alimentan de hifas de hongos y de sustancias orgánicas en descomposición (Athias-Binche, 1979; Hutu, 1982).

Investigaciones en un invernadero de pepinos aclararon la causa del comportamiento de *Uroobovella marginata*; este ácaro se presenta esporádicamente causando daño a los pepinos, daña a la planta en la base de las raíces, las pérdidas son grandes porque se muere toda la planta, sobre todo cuando la planta tiene la fruta madura, a veces hay una pérdida total del contenido del invernadero (Karg, 1968).

La causa por la cual existe un cambio al parasitismo en plantas es la euforia de la voracidad; *Uroobovella marginata* se propaga en tierras abonadas y está se usa para el cultivo de los pepinos; conforme se propagan los ácaros, el alimento escasea y se ven obligados a parasitar a las plantas; comportamientos parecidos se observaron en *Uroobovella pyriformis*, este ácaro, sin embargo, es más pequeño y no es capaz de dañar tanto como la otra especie.

En conclusión, se podría decir que el consumo de presas vivas es preferente sobre todo los nemátodos, si hay escasez de estos, se alimentan de sustancias orgánicas en descomposición, especialmente cuando la propagación de uropodidos se encuentra en exceso.

9.2 FORESIA

El primero que empleó y definió el término de foresia, fue Lesne, en 1896. Este tipo de asociación no es exclusivo de los artrópodos, hay otros Phyla que pueden presentarlo, como nemátodos y algunos moluscos; sin embargo, el grupo donde, con mayor frecuencia se presenta y donde muestra un grado máximo de complejidad en cuanto a variantes, es en la Clase Acarida. Es probable también, que este fenómeno haya aparecido varias veces durante el curso evolutivo de los ácaros (Hoffmann, 1981).

Phora del griego: transportar, llevar. Foresia es un proceso por el cual un organismo, el forético, se fija a un animal más móvil: el hospedero, se fija a sus tegumentos y se transporta de un lugar a otro, a fin de asegurar la dispersión de la especie; durante el viaje, el foronete entra en quietud, no se alimenta, cesa su desarrollo, cesa la actividad y eventualmente la reproducción, comenzará otra vez cuando el ácaro encuentre un lugar conveniente (Farish y Axtell, 1971).

La foresia revela una categoría de simbiosis, durante la cual un organismo se transporta simplemente sobre el cuerpo de otro animal más grande (Lincoln, 1983). Un propósito de la foresia, en ácaros, es una forma de comensalismo, es decir una asociación neutra, pero sin que haya una interacción o dependencia metabólica entre ellos; en estos casos primarios, los huéspedes no obtienen ninguna ventaja, ni sufren daño alguno con esta asociación, a menos que la invasión de la especie forética sea muy grande y entorpezca el desplazamiento del huésped (Houck y Oconnor, 1991; en Athias-Binche, 1984).

La foresia se presenta en animales que no poseen medios propios o estructuras adecuadas para desplazarse a grandes distancias como los ácaros, estos utilizan a otros animales voladores o corredores, como vehículos para transportarse a otros sitios, pasando así de un biotopo a otro y alcanzando en esta forma nuevas fuentes de alimentación y nuevas localidades para su reproducción y desarrollo. En el caso de los ácaros, estos aprovechan principalmente a los insectos como medio de transporte, pero también pueden utilizar a crustáceos y otros artrópodos, aves y muchos mamíferos, principalmente roedores (Hoffmann, 1981; Johnston, 1992).

La foresia puede presentar las siguientes variantes (Hoffmann, 1981).

- Foresia accidental: es cuando algún ácaro se topa en su camino con un insecto y se sube en él, el insecto transportará al ácaro consigo, pero sin que él ácaro lo haya buscado.
- Ácaros foréticos cien por ciento, buscan un hospedero que los transporte a otros sitios, pero sin alimentarse durante el viaje. Estos ácaros generalmente seleccionan lugares estratégicos en el cuerpo del hospedero, donde no sean molestados durante el recorrido. Aquí podemos señalar dos casos: a) Los eurixenos, no tienen predilección por algún hospedero en particular y se suben al primero que se les presente. b) Los estenoxenos, asociados ya más íntimamente a un hospedero determinado o a un grupo de hospederos de parentesco cercano, desde el punto de vista taxonómico; éstos casi siempre tienen preferencia por algún sitio especial del cuerpo, cabeza, apéndices y abdomen.

- Hay otros ácaros, que siendo depredadores, aprovechan su estancia en el hospedero para obtener su alimento comiéndose parásitos de éste, como malófagos, anopluros y otros ácaros. En estos casos se advierte cierta estenoxenia, ya que prefieren subirse a un hospedero que pueda proporcionarles los parásitos adecuados a su dieta. Este tipo de ácaros es frecuente encontrarlo en diversas especies de roedores.
- Existen otros que, siendo esencialmente foréticos, aprovechan el viaje para completar o complementar su alimentación con las secreciones dérmicas o escamas de su hospedero, actuando temporalmente como comensales; este comensalismo es facultativo y hay cierta tendencia hacia la estenoxenia.
- Suelen también encontrarse ácaros que combinan su asociación forética con un parasitismo ocasional, sin que este sea su hábito alimenticio usual.

Farish y Axtell consideraban que había cuatro tipos de foresia:

- I. El tipo no especializado, como en el caso de los Macrochelidae, en que únicamente la hembra adulta es la forética, empleando los quelíceros para fijarse a una seda o a un pliegue del cuerpo del hospedero.
- II. El caso que se presenta en los Parasitidae, cuyo estado forético es la deutoninfa; aquí el ácaro se sujeta mediante sus uñas ambulacrales.
- III. En los Uropodina, también la deutoninfa es la forética, pero en este caso se fijan al hospedero mediante un pedicelo anal.
- IV. El estado deutoninfal, sumamente modificado, que recibe el nombre de hipopus o hipopodio, característico de los Acarida.

En los ácaros la foresia puede ser facultativa, provocada por un factor externo o densidad dependiente, sobre todo en los hábitos fugaces, puede ser obligatoria, o temporal como los medios mas estables, por ejemplo madera muerta (vieja) o foresia cíclica, sincronizada a los ciclos del foronte; la asociación es entonces muy específica (Johnston 1992; Hoffmann, 1981).

El comportamiento forético se compone de varias etapas:

- Activación del comportamiento migratorio o productividad de la etapa de dispersión.
- Búsqueda activa y reconocimiento del hospedero.
- Reconocimiento de los sitios favorables para la fijación.
- Quiescencia adquirida en el viaje.
- Estímulo para la separación, proveniente del foronte o del sitio de llegada.

Una de las características particulares de la foresia es que pertenece al fenómeno general de la simbiosis, puede ser considerada como un caso particular de parasitismo; el foronte molesta al hospedero por el simple hecho de su presencia. Los animales foréticos han desarrollado métodos de adaptación y estrategias específicas de reproducción, de división y de reconocimiento del hospedero; constituye un ejemplo evolutivo verdaderamente original. La capacidad de esparcimiento de los ácaros foréticos ha hecho de ellos unos auxiliares en el control biológico, entre todas las aplicaciones la más curiosa es sin duda en medicina legal (Lincoln, 1983; en Athias-Binche, 1984).

Johnston (1992) clasifica las asociaciones de ácaros y escarabajos como:

1. Asociación forética: ejemplos de estos son los adultos de Diplogyniidae sobre ninfas de pasalidos. Parasitidae sobre escarabajo pelotero, hembras adultas de Macrochelidae

- (más de 1500 especies), ninfas de Uropodina sobre una gran variedad de hospederos que se representan con una serie de familias con más de 200 géneros.
2. Parásitos temporales: incluye hospederos como dyctidos e hidrofílicos, estos ácaros pasan la primera parte de su vida alimentándose y dispersándose sobre estos.
 3. Parásitos que viven sobre hospederos: estos incluyen principalmente grupos tropicales Canestriniidae, Heterocaptidae y Heterocheylidae sobre pasalidos y carábidos.

Las principales familias de escarabajos asociados con ácaros foréticos: Brentidae, Carabidae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Elateridae, Erotylidae, Histeridae, Lucanidae, Nitidulidae, Passalidae, Scarabaeidae, Scolytidae, Silphidae y Tenebrionidae, estos grupos de escarabajos son ricos en fauna de ácaros; otro grupo de artrópodos que presentan asociaciones con ácaros son: Dictyoptera, Orthoptera, Hymenoptera (especialmente familias sociales), Isoptera, Diplopoda y Crustacea (Johnston, 1992).

En el caso de los Uropodina las deutoninfas presentan adaptaciones estructurales relacionadas con su vida forética, presentan un pedicelo anal, en estos casos las deutoninfas colocan su abertura anal, ligeramente agrandada, en contra de la superficie lisa del cuerpo o patas de su hospedero, al mismo tiempo que expulsan una secreción líquida de material pegajoso que al contacto con el aire se endurece, quedando en esta forma pegadas al insecto u otro artrópodo, mediante un pedicelo anal (Athias-Binche, 1984), (Fig. 2).

La asociación ácaro-artrópodo se desarrolla en los Mesostigmata, la complejidad de estas asociaciones indican una larga historia de evolución. El mayor registro fue encontrado en ácaros uropodidos, estos se pegan al caparazón de los escarabajos Dominican por la parte de su abdomen (Preston; et al, 1988).

Linquist (1962), especula que tales asociaciones han existido probablemente desde la era Mesozoica. La foresia existe en numerosos invertebrados pero es particularmente frecuente en los ácaros, pero en nuestros días son animales poco conocidos y poco estudiados. Durante 1988-1989 se revisó la fauna ectoparásita y forética de 12 especies pequeñas de mamíferos en cinco biotopos diferentes (2 tipos de bosque, terreno aluvial, bosque de álamo, y en campos abiertos) en el pelo de los huéspedes en este caso *Robinia* fueron encontrados 3 especies de Uropodina: *Oodinychus karawaiewi*, *Oodinychus ovalis* y *Nenteria breviunguilata*, a estas especies se les considera foréticas (Miko y Stanko, 1991).

En lo que se refiere a asociaciones con otros animales en México; la mayor parte de las especies parásitas, comensales o foréticas, prefieren a los mamíferos como hospederos, el porcentaje de frecuencia es la siguiente: para mamíferos 51.6 %, insectos 21.3 %, aves 19.1 %, reptiles 4 %, arácnidos 1.4 %, batracios y moluscos 1.1 %. Respecto a los mamíferos prefieren principalmente a los roedores, murciélagos, las aves y los insectos en último lugar. El porcentaje de frecuencia es el siguiente: Rodentia 47.1 %, Chiroptera 31 %, otros mamíferos 18 % y en el Hombre 3.9 % (Hoffmann y López, 2000).

Se tiene registrado que de 430 familias de ácaros alrededor del 15 % están asociados con Coleoptera; el mayor grupo de ácaros asociados con Coleoptera pertenecen a 3 subórdenes: Mesostigmata, Prostigmata y Astigmata (Johnston, 1992).

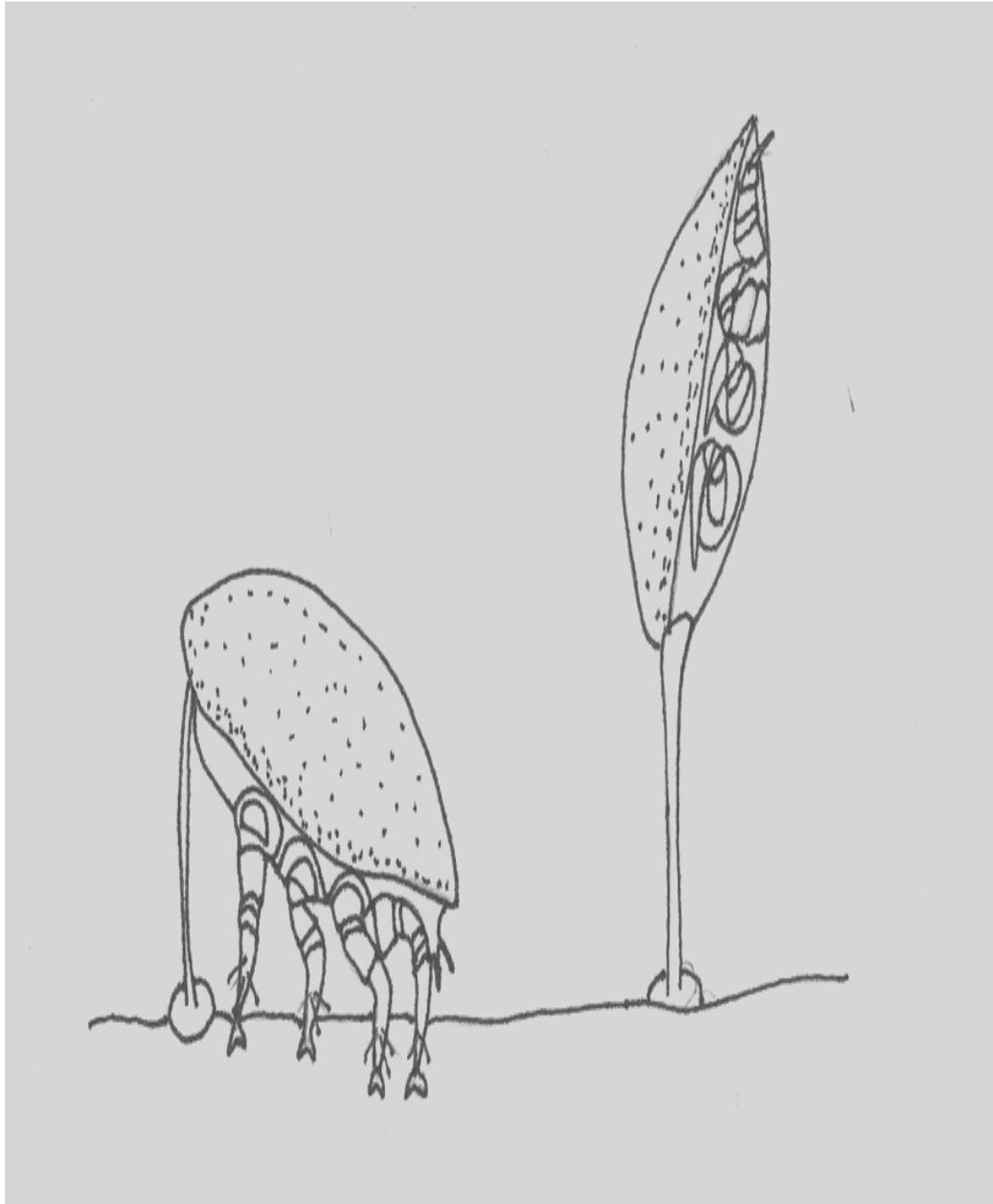


Fig. 2. Uropodina se adhiere al sustrato (piel de un artrópodo) mediante su pedicelo anal, fenómeno de foresia. Tomado de Krantz 1978.

10. IMPORTANCIA Y ECOLOGÍA DE UROPODINA

10.1 EXISTENCIA DE UROPODINA EN COMPOSTA Y ESTIERCOL

Abundancias máximas de Uropodina se encuentran en tierras especialmente abonadas, en suelos agrícolas con abono orgánico y en capas de tierra superficiales de bosques frondosos, también se encuentran en pilas de basura ó composta, en estiércol y en excremento de animales. Los Uropodina se encuentran sobre todo en lugares dónde se lleva a cabo el proceso de putrefacción de sustancias orgánicas, además, los encontramos en biotopos como nidos de hormigas, debajo de piedras, debajo de la corteza muerta de los árboles, troncos de árboles caídos en proceso de descomposición, en agrupaciones de musgo y en cereales almacenados enmohecidos.

Se realizó un estudio en pilas de composta, basura y estiércol. La colonización de estos hábitats es sometida a una sucesión. En estiércol fresco, entre 40 a 50 °C hay una fuerte actividad bacteriana, por lo cual no hay presencia de ácaros. Al descender la temperatura se presentaron *Nenteria floralis*, *Uroobovella marginata* y *U. pyriformis*; conforme avanzó la descomposición aumentó también *Uropoda orbicularis* y *Nenteria floralis*. En abono fresco dominaba *Nenteria floralis*. Cuando estaba más putrefacta, la especie dominante fue *Uroobovella pyriformis*. Se encontró más abundancia de uropodidos a una profundidad de 15 a 30 cm. Observándose que la condición más desfavorable fue el estiércol seco y el abono líquido (Karg, 1989).

Investigaciones realizadas en lodo podrido y excremento de pollo, en una instalación de decantación, demostró que los Uropodina dominan en un estado sucesivo especial (Höller, 1959). En lodo fresco empezó la propagación de los Uropodina hasta después de 5½ meses; por otro lado, se examinó detalladamente la propagación de uropodidos en una pila de excremento de pollo, tomándose en cuenta la temperatura y humedad, los uropodidos se observaron hasta después de 1 mes, cuando ya había pasado el proceso de fermentación y las sustancias acidificantes (Willis y Axtell, 1968). La capa gruesa exterior de las muestras es demasiado seca para el desarrollo de Uropodina, la capa del piso y el núcleo inferior del centro es demasiado frío y sin aire; en la parte principal del excremento (parte de arriba), existe un proceso de descomposición muy intenso y con una actividad muy alta de las bacterias; está área es demasiado caliente para el desarrollo de los Uropodina. Los requerimientos óptimos para su desarrollo se obtuvo después de 5 a 6 semanas y fue en la capa intermedia, desarrollándose sobre todo colonias ricas en individuos de *Uroobovella marginata* (Karg, 1989).

En una investigación realizada en cúmulos de composta y estiércol de ganado vacuno, maíz y paja en Estados Unidos, la única especie importante encontrada en composta fue *Uropoda orbicularis*, miembro común de composta; este ácaro muestra un buen desarrollo del comportamiento de foresia deutoninfal, se adaptan fácilmente a los factores de estiércol y composta, alimentándose de hongos y nemátodos. Esta especie tiene un alto grado de tolerancia en los diferentes estados de putrefacción, pero prefiere el estiércol fresco para alimentarse (Buehlmann, 1985).

10.2 PRESENCIA DE UROPODINA EN TIERRA DE LABRANZA, DEL CAMPO Y DEL BOSQUE

Investigaciones durante algunos años en tierras de labranza dieron a conocer una diferencia marcada con respecto a la propagación; en tierras ligeras hay ausencia de uropodidos, en tierras pesadas siempre se les encuentra, desplazándose aproximadamente hasta 25 cm. de profundidad. Es decisiva la participación de sustancias orgánicas y la capacidad de absorber agua, porque cuando se agrega a la tierra abono orgánico, aumenta la abundancia de los Uropodina al doble y hasta 5 veces más (Höller, 1962). Si se someten las tierras ligeras a un descanso por medio de pastizales libres, sube la posibilidad de propagación de algunas especies de Uropodina.

En un área cultivada durante 7 años con una mezcla de diversas especies de alfalfa ó trébol, se desarrollan los Uropodina constantemente; en otra variante del experimento fue limpiada de hojas una parcela en un bosque de hayas, después de tres meses solo se encontraron dos familias de Uropodina y después de siete meses no se observó su presencia. La capa de hojas mantiene la humedad óptima y está es indispensable para la existencia de los Uropodina (Karg, 1989).

Si comparamos la composición de algunos tipos de vegetación, vemos que la característica de los ácaros es diferente para tierras de labranza y pastizales, que para tierras del

bosque. Dentro de las tierras de bosques tenemos las condiciones óptimas de la siguiente manera: pinos, bosque mixto y bosque frondoso. Investigaciones realizadas en pinos alpinos (700 msnm) abundaban aproximadamente 40 especies de Uropodina, con 5 tipos diferentes, por 500 cm³; en bosque de haya en las capas más profundas se presentaron 140 especies de Uropodina con 18 tipos diferentes por 500 cm³ (Hutu, 1982).

10.3 PRESENCIA EN CEREALES ALMACENADOS

Es muy parecida la fauna de Uropodina en pilas de composta y basura, así como los que viven en cereales almacenados cómo: *Trachytes orbicularis*, *Uroobovella marginata* y *Uroseius acuminatus*. En estos productos el contenido de agua aumenta (>15%), propiciándose la putrefacción y con esto la propagación de Uropodina. Es muy parecida la fauna de Uropodina que viven en pilas de composta y basura así como en cereales almacenados (Karg, 1989).

10.4 PRESENCIA SOBRE TRONCOS EN DESCOMPOSICIÓN

Algunas especies de Uropodina se encuentran en troncos podridos o debajo de la corteza de los árboles muertos y en los pasillos de los escarabajos de la corteza cómo: *Oplitis minutissima*, *Trachytes pauperior*, *Trachyuropoda coccinea*, *T. formicaria*, *T. troguloides*, *Trichouropoda bipilis*, *T. obscura*, *T. ovalis*, *T. polytricha*, *T. spatulifera*, *Uroobovella flagelliger*, *U. notabilis*, *Uropoda cassidea*, *U. mínima*, *U. pulquérrima* y *U. cylindricus*. En una investigación realizada en madera muerta y sus complejos saproxílicos, en un bosque compuesto por hayas *Fagus sylvatica* y robles *Quercus petraea*, *Q. humilis* y *Q. ilex* el cual es una reserva natural; se encontró que la densidad promedio de la población de microartrópodos colectada fue muy alta, 893 individuos por 100 gr. de materia, la variedad es alta para ciertos grupos de oribátidos y uropodidos. Fueron colectadas 20 especies de Uropodina correspondiente al 40% del total de los ácaros. Las

especies exclusivamente fonéticas fueron: *Polyaspis patavinus*, *Prodinychus flagelliger*, *P. carinatus*, *Phylloidynechus sp*, *Pseudouropoda rubella*, *Metagynella paradoxa*, *Urodinychus janeti* y *Fuscuropoda sp*. Las especies principalmente edáficas fueron: *Armaturpoda coriacea*, *Urodinychus connatus*, *U. alveolus*, *Neodiscopama catalonica*, *Urojanetia sp*, *Olodiscus minimus*, *Cilliba massanae*, *Discourella modesta*, *Polyaspis quadrangularis*, *Trachytes aegrata*, *Trachytes lamda* y *Trachytes sp* (Trave, 2003).

10.5 ASOCIACIÓN CON OTROS ANIMALES

Hunter y Farrier (1980), describieron especies de Oplitis-Uropodidae asociados con hormigas (Formicidae), al noreste de los Estados Unidos; describen la morfología de las especies encontradas *Oplitis moseri*, *O. exsectoidesorum*, *O. litorales*, *O. macclellani*, *O. trachymyrmecon*, *O. virgilinus*, *O. garibaldii*, *O. granulatus*, *O. piedmontensis*, *O. sarcinulus*. Describieron detalladamente a hembras y machos de cada una de las especies antes mencionadas; establecieron una clave para identificar a estos organismos a nivel de especie.

Gispert (1983), describió la acarofauna asociada a galerías de los escarabajos descortezadores (Coleoptera: Scolytidae), localizados bajo la corteza de los árboles; determinó el papel que juegan las especies de ácaros en las galerías, así como la dinámica de ácaros foréticos. Menciona a la especie *Trichouropoda australis* (Uropodidae) como forética sobre *Ips bonansea*, se alimenta de hongos, es depredador de nemátodos y juega un papel esencial en la cadena alimenticia de las galerías.

Montiel y Villegas (1997), realizaron un trabajo acerca de la artropodofauna de nidos de *Neotoma albigula*, en la población de Hervideros, Durango. En este estudio se determinaron los artrópodos a nivel de familias, así como su distribución en los distintos componentes de la estructura de los nidos; de la familia Uropodidae se encontraron 772 ejemplares de tres especies, esta familia fue la más abundante en los pasajes donde la rata construye su nido, contando con 489 ejemplares. Los uropodidos habitan principalmente sobre materia orgánica, nidos de aves y mamíferos (Alfred y Beck, 1953; Krantz y Whitaker, 1988).

Quintero; et al, (2000), realizaron estudios de ácaros ectoparásitos de abejas africanas, en diferentes puntos de la Zona Urbana de la Ciudad de México y en algunas zonas aledañas al Estado de México, entre los años de 1996, 1997 y 1998. En ese estudio se registraron un total de 386 muestras de abejas y solo en 86 de estas, 72 fueron positivas a *Varroa jacobsoni* y 19 muestras fueron positivas a 8 familias de ácaros: Uropodidae, Parasitidae, Phytoseidae, Tetranychidae, Tenuipalpidae, Tarsonemidae, Acaridae y Oribatidae. Algunas de estas familias han sido encontradas en otros países sobre abejas, estos son accidentales debido a sus hábitos alimenticios (Quintero, 1993).

10.6 ASOCIACIÓN CON PLANTAS

Castaño-Meneses (1999), en su investigación de Artrópodos asociados con *Tillandsia violácea* (Bromeliácea), en Hidalgo, México; encontró organismos pertenecientes a 14 órdenes de artrópodos, siendo los más abundantes los ácaros prostigmados, seguidos por criptostigmados y colémbolos. De los mesostigmados se identificaron 4 familias, una de ellas la familia Uropodidae, cuya diversidad fue muy baja,

lo que indica que la distribución de este grupo es más homogénea, no existiendo una dominancia muy marcada de alguna especie en particular.

Dentro de los ácaros, que se han encontrado asociados al cultivo del aguacate, destacan dos familias Tetranychidae y Phytoseidae; sin embargo, se ha encontrado a la familia Uropodidae asociada a las semillas, se le considera accidental, debido a sus hábitos alimenticios y foréticos (Téliz, 2000).

10.7 UROPODINA COMO INDICADOR EN EL SISTEMA AGROECOLÓGICO

Los uropodidos encuentran condiciones favorables para el desarrollo en sustratos, en las cuales se lleva a cabo una fuerte descomposición de sustancias orgánicas; en la primera fase de la descomposición no se presentan uropodidos. Investigaciones acerca de la putrefacción del lodo indicaba que este lodo fresco, en el cual predomina una descomposición bacteriana, influye negativamente en la fertilidad de la tierra y la cosecha; se obtienen resultados positivos sólo en un estado avanzado de descomposición, en que los Uropodina pueden propagarse (Höller 1959).

De la existencia de uropodidos en sistemas ecológicos y biológicos de suelos se resume que es de suma importancia una humedad suficiente y repartida en los sustratos. Después de diversas investigaciones y comparaciones con diferentes tipos de tierras, se llegó a la conclusión, que los Uropodina prefieren suelos con altos requerimientos, necesitan una humedad del 80 al 95 %; porosidad del suelo, materia orgánica, son muy sensibles a suelos compactados, por esto son buenos indicadores para la fertilidad de la tierra (Hermosilla; et al, 1977).

10.8 UROPODIDOS COMO CONTROL BIOLÓGICO

Cuando la población del mundo se incrementa, se incrementan también los desperdicios de los productos (basura), el número de animales domésticos también aumenta; para la producción de huevos, leche y carne.

Estos animales producen heces de un modo creciente, por ejemplo, las aves de corral producen 60 millones de toneladas de estiércol al año, esto solo es una pequeña parte de todo el estiércol que producen los animales; el ganado vacuno, particularmente la vaca, produce toneladas de heces diariamente, del cual aproximadamente el 50% es depositado sobre el ecosistema, y es un buen sustrato para el nacimiento de millones de moscas (muscidos), especialmente la *Musca domestica*; debido a que la comida de los establos tienen altas proteínas; los productos fecales y los de putrefacción, son altamente atractivos para las moscas. Estas moscas causan molestias en el ganado vacuno, causan enfermedades en los ojos del ganado, causan daño a los humanos cuando respiran, transmiten enfermedades e invaden las casas.

Este estiércol posee una rica fauna de artrópodos y contiene un alto número de *Fuscuropoda vegetans* y *F. marginata* (Uropodina), estos ácaros son depredadores de la mosca doméstica (*Musca domestica*) y la pequeña mosca doméstica (*Fannia canicularis*); estos ácaros exhiben una preferencia por el primer instar de la mosca, larva y huevos, esta preferencia alimenticia hace más eficiente la acción del depredador (Rodríguez; et al, 1970).

Fuscuropoda vegetans es considerado como un ácaro sedentario y principalmente coprófago (Evans, 1978).

En una investigación sobre la especie *Fuscuropoda vegetans*, la describen como un ácaro terrestre de vida libre, comúnmente encontrado en estiércol, materiales orgánicos

mohosos; es un activo depredador del primer instar y los huevos de la larva *Musca domestica*; está en asociación con *Macrocheles muscaedomesticae* (Gamasidae) que es otro depredador de la mosca. En gallineros estos juegan un papel importante como control biológico (Jalil y Rodríguez, 1970).

10.9 UROPODIDOS EN SUELO

Athias-Binche (1979), realizó una investigación de 2 años de muestreo (junio 1975-mayo 1977), de la mesofauna del suelo de una reserva natural en Estados Unidos. El trabajo comprendió la descripción de una comunidad de ácaros uropodidos y su relación con la topografía del lugar, el suelo y el litter en la parcela. Las especies de uropodidos que se presentaron en la parcela fueron 10 y las dos más dominantes: *Olodiscus minimus*, *O. kramer* y *Dinychura sp* presentaron el 35.6 % y 31.7 % respectivamente, del total de la fauna de uropodidos; llegó a la conclusión de que la comunidad de uropodidos se incrementa con la presencia de litter. Muchas características del suelo dependen de la pendiente (materia orgánica, la relación carbono/nitrógeno, y proporción de litter), la densidad y la diversidad de la comunidad fue influenciado por esas características del suelo. El alto número de ácaros y el alto índice de diversidad, fueron observados en lugares donde el litter era más concentrado y donde la pendiente decrece.

Un estudio ecológico, sobre la fauna litoral de Alemania, muestra que solo pocas especies de *Uropoda (Phaulidinychus)* viven en litorales marinos, estas especies son: *Phaulodinychus repleta* y *P. minor*, las cuales se presentaron sobre suelo salado con vegetación densa (Weigmann, 1973).

11. UBICACIÓN TAXONOMICA DE UROPODINA

Aún cuando recientemente se ha avanzado en el conocimiento de los ácaros todavía existen muchas lagunas que impiden un agrupamiento definitivo, tomando en cuenta que cada año se describen nuevas especies y las revisiones de géneros y familias son frecuentes. La tendencia actual de Krantz, es considerar la subclase Acari formada por dos órdenes y siete subórdenes.

La subclase está basada en dos características: presencia de gnatosoma y presencia de larvas hexápodos. Johnston (1961). Hace una revisión de los ácaros uropodidos inferiores y superiores, por la presencia o ausencia de “fovae pedals”.

Ausencia de “fovae pedals” se les considera “uropodidos inferiores “ Trachytidae, Polyaspidae, Prodinychidae, Eutrachytidae y Discourellidae.

Y los que poseen “fovae pedals” se les considera “uropodidos superiores”

Coxequesomidae, Urodiaspididae, Planodiscidae, Trachyuropodidae, Circocyllibanidae, Urodinychidae, Trematuridae, Phaulodinychidae, Trematurellidae, Metagynellidae, Cillibidae y Uropodidae.

Una revisión de los uropodidos descritos y los no descritos ha revelado que dentro de este grupo hay dos patrones bien definidos. Uno de estos patrones ocurre en Diarthrophalloidea, el otro actualmente se clasifica como Thinozerconoidea, Protodinychoidea, Trachytoidea y Uropodoidea.

Se utilizaron estos patrones como la base para la subdivisión de Uropodina dentro de dos superfamilias, Diarthrophalloidea y Uropodoidea.

Los Thinozerconoidea y Protodinychoidea son relegadas al estatus de familia dentro de los Uropodoidea y las familias anteriormente incluidas en Trachytoidea y Uropodoidea están bajo un mismo nombre Uropodidae. La razón para estos cambios se da en la siguiente sección.

Las diferencias anatómicas entre familias de diarthrophallids y uropodidos son muchas y bien definidas, considerando la biología de los dos grupos que indican ciertos problemas. En los Diarthrophallids todos sus estadios la pasan sobre los pasalidos, el tipo de asociaciones es desconocido. Ciertas características entre Uropodina y Diarthrophalloidea pueden estar correlacionadas con su modo de vida.

Tales características son:

- Idiosoma aplanado, con setas alargadas.
- Ano terminal.
- Función de las patas I como antena.
- Apéndices II-IV robustas
- Aparato ambulacral modificado
- Peritremas reducidos
- Palpos reducidos
- Excrecencias quelicerales.

Evans (1957) reconoce la confusión de la clasificación de los uropodidos superiores, que están bajo un mismo nombre Uropodidae. La falta de caracteres para la separación entre los inferiores y superiores, conduce a una sola línea acorde con la característica de una clasificación previa: los ácaros formados antiguamente se consideran como

Trachytoidea (2 familias) y Uropodoidea (15 familias) son tratados mejor como una familia, los Uropodidae.

Las familias anteriores no tienen valor para su retención como subfamilias.

Varios autores han revisado las características taxonómicas y existen varias divergencias;

- Berlese (1918), solo considera a los uropodidos como una única familia Uropodidae y desglosa 7 Tribus.
- Evans (1957), coloca a los uropodidos como una superfamilia Uropodoidea con 9 familias.
- Johnston (1961), le asigna a los uropodidos el valor de Cohorte desglosando 1 superfamilia con 3 familias.
- Evans y Till (1978), le asignan el valor de Suborden Uropodina tomando en cuenta solo a 2 superfamilias con 8 familias, registra sólo 4 géneros.
- Krantz (1978), al igual que Johnston, le asigna el valor de Cohorte Uropodina tomando en cuenta a 4 superfamilias con 7 familias.
- Karg (1989), es la clave más completa y actualizada que se tiene hasta ahora; registra géneros y especies. Considera Cohorte Uropodina, desglosando 3 superfamilias con 10 familias y 17 géneros, Ver anexo 1.

Las claves más completas y actualizadas que agrupan a la mayoría de las familias de Uropodina, incluyendo géneros y especies, son las claves de Karg (1989), Ver anexo 2.

Subclase Acari

Orden Parasitiformes

Suborden Gamasida

Supercohorte Monogynaspides

Cohorte Uropodina

Superfamilia Thinozerconoidea

Familia Thinozerconidae

Familia Protodinychidae

Superfamilia Polyaspidoidea

Familia Polyaspidae

Familia Trachytidae

Superfamilia Uropodoidea

Familia Uropodidae

Familia Uroactiniidae

Familia Metagynuridae

Familia Trematuridae

Familia Trachyuropodidae

Familia Urodinychidae

12. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los ácaros en general son un grupo muy diverso y abundante; abarcan un gran número de habitats: son de vida libre, acuáticos, edáficos, asociados con otros animales (foresia), parásitos de plantas, parásitos de animales vertebrados e invertebrados, depredadores; presentan diversos hábitos ya que se encuentran en productos almacenados, en composta, estiércol, materia orgánica en descomposición y algunas veces son utilizados como control biológico.

En la presente investigación se realiza una recopilación bibliográfica de acuerdo a lo mencionado anteriormente; así como su biología, sistemática y taxonomía.

En la actualidad existen muchas dudas para su comprensión como grupo taxonómico que impide un agrupamiento definitivo, por esta causa en este trabajo se anexan las diferentes clasificaciones que han realizado diversos autores.

Este estudio se justifica por su importancia que tienen los ácaros como depredadores, en la descomposición mecánica de materia orgánica, las asociaciones que se presentan con otros animales y como formadores de suelo.

Respecto al poco interés en el estudio de los ácaros se debe, a su pequeño tamaño, a las dificultades que presenta el aislamiento de estos animales de la masa del suelo, al tiempo que se tarda para realizar sus preparaciones y a los grandes problemas que se presentan para su identificación y clasificación. La nomenclatura que se utiliza para su identificación es muy complicada ya que se basa en estructuras que se encuentran en el gnatosoma (tritosterno, cornículos, hipostoma, tectum y quelíceros) y la quetotaxia de los apéndices; estas estructuras son muy pequeñas y eso dificulta su identificación. Por otro lado son pocos los investigadores que se dedican a la taxonomía de estos organismos por lo que las claves taxonómicas de estos no se encuentran fácilmente a la disposición de los estudiantes y las claves que existen son realizadas en otros países, por lo cual no coinciden con la fauna endémica de México. Se anexa una clave taxonómica.

Después de realizada la presente investigación bibliográfica nos damos cuenta de que es necesario realizar estudios sobre estos organismos para comprender los procesos tan complejos que se llevan a cabo en el suelo y sus relaciones ecológicas; conocer su biología y entender su taxonomía, y con base en esto darles un mejor aprovechamiento.

13. CONCLUSIÓN

Entre los organismos que habitan el suelo, los ácaros destacan entre los micro artrópodos, por su abundancia, tanto en número de individuos como de especies.

El grupo Mesostigmata es un grupo grande y cosmopolita, que se ha adaptado exitosamente a una gran diversidad de habitats y hábitos: vida libre, depredadores edáficos, acuáticos, endoparásitos y ectoparásitos de vertebrados e invertebrados, fungívoros, detritívoros, y foréticos.

En el presente trabajo se dieron a conocer algunas características morfológicas, taxonómicas, así como su biología, comportamiento, apareamiento, importancia ecológica, y hábitos alimenticios.

Los Uropodina son un grupo muy versátil, comenzando con su importancia ecológica; se presentan principalmente en tierras abonadas, en materia orgánica de bosques frondosos, abonos orgánicos, composta, estiércol y excrementos de animales; se encuentran sobre todo en lugares dónde se lleva a cabo el proceso de descomposición de sustancias orgánicas; las especies más comunes en estos biotopos son: *Nenteria floralis*, *Uroobovella marginata*, *Uroobovella pyriformis* y *Uropoda orbicularis*.

Con respecto a cereales almacenados, se encuentran solo cuando comienza la descomposición, el género y la especie que se presentan son: *Trachytes*, *Uroseius acuminatus*, *Uroobovella marginata* respectivamente.

En cuanto a madera en descomposición, las especies que se presentan con mas frecuencia son: *Oplitis minutissima*, *Trachytes pauperior*, *Trachyuropoda coccinea*, *T. formicaria*, *T. troguloides*, *Trichouropoda bipilis*, *T. obscura*, *T. ovalis*, *T. polytricha*, *T. spatulifera*, *Uroobovella flagelliger*, *U. notabilis*, *Uropoda cassidea*, *U. minima*. *U. pulcherrima* y *U. cylindricus*.

Por otra parte, los Uropodina establecen asociaciones foréticas con insectos; el cuerpo del ácaro presenta adaptaciones para pegarse al cuerpo del hospedero (pedicelo anal); este fenómeno lo realizan principalmente las hembras y les sirve para dispersarse; las especies principalmente foréticas son: *Trichouropoda australis* perteneciente a la familia Trematuridae; *Oplitis moseri*, *O. litorales*, *O. macelellani*, *O. trachymyrmecon*, *O. exsectoidesorum*, *O. virgilinus*, *O. garibaldii*, *O. granulatus*, *O. piedmontensis* y *O. sarcinulus*, pertenecientes a la familia Trachyuropodidae.

Algunos uropodidos son muy sensibles a cambios de temperatura, humedad, pH, y suelo compactado; prefieren suelos con altos requerimientos en cuanto a; humedad del 80% al 95%, buena porosidad, presencia de materia orgánica; por esto son buenos indicadores de la fertilidad del suelo.

Los Uropodina son importantes en el control biológico de la *Musca domestica* las especies utilizadas para este fin son: *Fuscuropoda vegetans* y *F. marginata*, no se reportan otros organismos para control biológico de otras especies.

Entre los uropodidos exclusivos de suelo tenemos a: *Olodiscus minimus*, *Dinychura sp*, *Uropoda sp*, *Phaulodinychus repleta* y *Phaulodinychus minor*.

En cuanto a hábitos alimenticios se puede decir que son carnívoros debido a que tienen sus quelíceros bien desarrollados y delgados, prefieren consumir presas vivas, si se presenta escasez de alimento pueden consumir sustancias orgánicas en descomposición. Su principal alimento son larvas de nematodos; como ejemplo tenemos a la especie *Uropoda orbicularis*, *Uroobovella marginata* y *Uropoda agitans*. No se descarta la alimentación a base de hongos que presenta *Trichouropoda berlesse*, *Trachytes* y *Uroseius berlesse*.

Con respecto a su biología; presentan sexos separados, su ciclo de vida presenta cinco etapas: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto. Su apareamiento varía de 45 minutos a 8 horas dependiendo de la especie y las condiciones micro ambientales. En la especie *Caminella paraphora* su apareamiento puede durar de 1 a 2 días.

En cuanto a su morfología, se distinguen de los demás ácaros en que estos presentan una cutícula dura, lisa y brillante a modo de caparazón, por este motivo algunos autores los nombran como “ácaros tortuga”; presentan estructuras muy curiosas como: fovae pedales, camerostoma, pedicelo anal, quelíceros muy desarrollados y diferentes placas ventrales y dorsales, el orificio genital de la hembra está cubierto por un escudo.

Existe una divergencia muy marcada en cuanto a su taxonomía debido a que varios investigadores elevan a superfamilias las familias y viceversa, otros autores los clasifican en

uropodidos inferiores y superiores por la presencia y ausencia de “fovae pedales” o grupos que no tienen valor para su retención como familias. La clave taxonómica más viable y más completa, que agrupa a la mayoría de familias, géneros y especies hasta ahora identificadas, son las de Karg 1989.

Las especies más comunes en varios hábitats y hábitos son: *Uroobovella marginata*, *Uropoda orbicularis*, *Uroobovella pyriformis* y *Nenteria floralis*.

Por último es preciso desarrollar investigaciones enfocadas a conocer su biología y taxonomía de estos ácaros para darles un mejor aprovechamiento en todos los aspectos.

14. LITERATURA CITADA

- Adis, J.; Ribeiro, E. F.; Morais, J. W. y Cavalcante, E. T. S. 1989. Vertical distribution and abundance of arthropods from white sand soil of a Neotropical Campinarana forest during the dry season. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 24: 201-211.
- Alfred, D. M. y Beck, D. E. 1953. Mite fauna of wood drat nest in Utah. *Proceedings of the Utah. Academy of Sciences* 30: 53-36 pp.
- Angeles, V. A. 1996. Aspectos demográficos e interacciones de dos especies simpátricas de *Balanteodrilus* (Oligochaeta: Annelida), en una selva costera del estado de Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Córdoba. Pp76.
- Athias-Binche, F. 1979. Effects of some soil features on an uropodine mite community in the massane forest. *Recent. Advances in Acarology*. Vol. 1 Academic Press.
- Athias-Binche, F. 1984. La phorésie chez les acariens uropodides (*Anactinotriches*), une stratégie écologique originale. *Acta Oecol.* 5:119-133 pp.
- Balough, J. y Balough, P. 1992. The oribatid mites genera of the world. Vols. I y II. *Hungarian Natural History Museum*. 262 y 375 pp.
- Begon, M.; Harper, J. L. y Townsend, C. R. 1987. *Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades*. Omega. Barcelona. 391-421 pp.
- Berlese, A. 1918. Intorno agli Uropodidae. *Redia* 13:7-16 pp.
- Blackman, M. W. 1924. Succession of insects breeding in the bark and wood dying and decaying hickory. *Tech. Paper*. 17 N. Y. State College of Forestry. 13 pp.
- Brussaard, L. 1994. Interrelation ship between biological activities, soil properties and soil management. *Vol: 15*. Pp.235-247.
- Buehlmann, A. y Bruno, S. 1985. Sucesión de ácaros en comunidades de composta: Estudios con Oribátidos, Gamasida y Uropodina.
- Camacho, G. 1995. Estudio de la macrofauna edáfica de 3 agroecosistemas en La Mancha, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Córdoba. Pp. 63.
- Castaño-Meneses. 1999. Artrópodos asociados con *Tillandsia violácea* (Bromeliácea) en Hidalgo, México. Congreso Nacional de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología.
- Cloudsley-Thompson, J. L. 1974. *Microecología*. Omega. 54 pp.
- Coleman, C. y Crossley, D. A. 1996. *Fundamental of Soil Ecology*. Academic Press. New York. 73-82 pp.

- Compton, G. L. y Krantz, G. W. 1978. Mating behavior and related morphological specialization in the uropodine mite, *Caminella peraphora*. *Science* 200: 130-1301 pp.
- Cummins, H. A. 1898. On the food of *Uropoda*. *J. Linn. Soc. London* 26:623-625.
- Delgado-Hernández. 1999. Variación espacial y estacional de ácaros edáficos en el Parque Nacional "El Chico" Hidalgo. Congreso Nacional de Entomología Memorias. Sociedad Mexicana de Entomología.
- Dindal, D. L. 1990. Soil Biology guide. Wiley Interscience Publication. New York. 1349 pp.
- Doreste, S. E. 1988. Acarología. Rev. Edit IICA Colección Investigación y Desarrollo. Núm. 15. San José Costa Rica.
- Ecosur. 2002. Recolección, Transporte y disposición final de Residuos Industriales, Patológicos, especiales y peligrosos. Ecosur.
- Edwards, C. A. y Health, W. G. 1963. The role of soil organisms in the breakdown of leaf material. In: J. Doeksen and J. Vander Drift. Soil organism. Amsterdam. Publishing company.
- Elzinga, R. J. 1978. Holdfast Mechanisms in Certain Uropodine mites (Acarina: Uropodina). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 71 (6):896-900 pp.
- Estrada-Venegas, E. y Sánchez, R. I. 1986. Ácaros del suelo de dos zonas del valle de Tehuacan, Puebla. Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala. UNAM.
- Estrada-Venegas E.; Sánchez, R. I. y Bassols, I. 1988. Ácaros del suelo de dos zonas del valle de Tehuacán, Puebla. México. Laboratorio de Acarología. I.P.N. Folia Entomológica Mexicana No. 76: 225-236 pp.
- Estrada-Venegas, E. 1999. Papel ecológico de los ácaros oribátidos en el ecosistema suelo. Congreso Nacional de Entomología Memorias XXXIV. Aguascalientes. Pp. 684-686.
- Estrada-Venegas, E. 2000. Ácaros oribátidos (Acari:Oribatida) Asociados a troncos en descomposición (*Spondias bombin* y *Bursera simaruba*) en la Mancha, Veracruz. Tesis de doctorado. Colegio de Posgraduados.
- Evans, G. O. 1957. An introduction to the British Mesostigmata (Acarina) with keys to families and genera. *J. Linn. Soc. Lond.* 43(291):203-259 pp.
- Evans, G. O. y Till, W. M. 1978. Mesostigmatic mites of Britain an Ireland. *J. Linn. Soc. Lond.* 43(291):117-121 pp.

Faash, H. 1967. Beitrag zur biologie der einheimischen Uropodiden *Urobovella marginata* (C.L. Koch, 1939) und *Uropoda orbicularis* (O. F. müller, 1776) und experimentelle analyse Ihres Phoresie verhaltens. Zool. Jb. Syst. 94: 521-608 pp.

Farish, D. J. y Axtell, R. C. 1971. Phoresy redefined and examined in *Macrocheles muscadomesticae* (Acarina: Macrochelidae). Acarología. 13 (1):16-29.

Fragoso, C. 1985. Ecología general de las lombrices terrestres (Oligochaeta: Annelidae) de la región Boca del Chagul, Selva Lacandona, Estado de Chiapas. Tesis de Licenciatura, Facultad de ciencias. UNAM. 133 pp.

Fragoso, C. I.; Barois, C.; González, J. C. y Patron. 1993. Relationship between earthworms and soil organic matter levels in natural and managed ecosystems in the Mexican Tropics. Pp 231-239. In: K Mulongoy an R. Merckx: Soil Organic Matter Dynamics and sustainability of Tropical Agriculture. John Wiley-Sayce Co-publication.

Fragoso, C. y Rojas, P. 1994. Soil biodiversity and land management in the tropics. The case of ants and earthworms. Pp. 232-237. Transactions of the 15 the World Congress of soil science. Vol 4. Commission III: Symposia.

Fragoso, C. S.; James y Borges, S. 1995. Native earthworms of the North Neotropical Region: Current Status and Controversies. Pp 67-115 in: Hendrix, P. F. Lewis Publishers.

Gispert, G. C. 1983. Acarofauna asociada a *Ips bonanseai* Hopkins (Coleoptera: Scolitidae). Tesis de Licenciatura. UNAM.

Graham, S. A. 1925. The fallen tree trunk as an ecological unit. Ecology Vol: 6:397 -411 pp.

Hall, G. S. 1996. Methods for examination of organismal diversity in soils and sediments CAB International, Wallingford, Uk. 307 pp.

Hermosilla, W.; Reza, A. R.; Pujalte, J. C. y Rubio, I. 1977. Soil compaction effects on soil microfauna in grazed field. Phys. Sec. C. Eseen 36: 227-236. Buenos Aires Argentina.

Hill, S. B. 1992. Common as dirt. Our Subterrestrial allies are nature's most efficient recyclers. In Context 34: 16-18.

Höller, G. 1962. Die Bodenmilben der rheinischen löblehms in ihrer Abhängigkeit von Düngung und anderen Standortfaktoren. Monograph. Angew. Entom., Beihefle Z. angew. Entom. 18:44-79 pp.

Höller, G. 1979. Die Wirkung der klärschlammrotte auf die Bodenmilben. Z. Angew Entomo. 44.

Hoffmann, A. 1981. Algunos aspectos sobre el comportamiento forético de los ácaros. Ann. Esc. Nac. Cienc. Biol., Méx. 24:51-69 pp.

- Hoffmann, A. 1988. Animales desconocidos (Relatos acarológicos) Fondo de cultura económica. México. 127 pp.
- Hoffmann, A. y López, C. G. 2000. Biodiversidad de los ácaros en México 1ra edición. Edit. CONABIO.
- Höller, G. 1959. Die Wirkung der klärschlammrotte auf die Bodenmilben. Z. angew. Entom. 44: 405-424.
- Hunter, J. E. y Farrier, M. H. 1976. Mites of the genus *Oplitis berlese* (Acarina: Uropodidae) associated with ants (Hymenoptera: Formicidae) in the southeastern United States, part II. Acarología XVIII fasc 1.
- Hutu, M. 1982. Strukturelle Eigenschaften von Uropodiden-Zönosen in der Streuschicht verschiedener walddtypen längs eines Höhengradienten. Pedobiología 23:68-89 pp.
- Ingles, L. G. 1933. The succession of insects in tree trunk as shown by the collections from the various stages of decay. J. Entomol. Zool. 25: 57-59.
- Ito, Y. 1971. Predation by manure-inhabiting mesostigmatids (Acarina-Mesostigmata) on some free. Living nematods. Appl. Entom. Zool. Tokio 6:51-56, 1-7 pp.
- Jalil, D. y Rodríguez, J. G. 1970. Biology of and Odor perception by *Fuscuropoda vegetans* (Acarina-Uropodidae), a predator of the house fly. Ann. Entomol. Soc. Am. 63(4): 935-938 pp.
- Johnston, D. E. 1961. A review of the lower uropodoid mites (formerly Thinozerconidae, Protodinychoidea, and Trachytoidea) with notes on the classification of the Uropodina. Acarología 3(4): 522-545 pp.
- Johnston, D. E. 1992. Mites and Beetles the Hio Coleoterist. Vol: 1 Núm.3.
- Karg, W. K. 1968. Ökologische Untersuchungen a silben aus Komposterdem im Freiland und unter Glas besonders im hinblick auf die *Uroobovella marginata* C.L. Koch. Arch. Pflanzenschutz 4: 93-122 pp.
- Karg, W. K. 1989. Acari (Acarina), Milben Unterordnung Parasitiformes (Anactinochaeta) *Uropodina kramer*, Schildkrotenmilben. Veb Gustav Fischer Verlag Jena.
- Kirk, T. K. y Cowling, E. B. 1984. Biological decomposition of solid wood. En: Rowel, Roger M. de, The Chemistry of solid wood. Advances in chemistry series 207. American Chemical Society. 12:455-487 pp.
- Krantz, G. W. 1978. A manual of Acarology. University of Oregon Book Stores. Corvallis.
- Krantz, G. W. y Whitaker, J. O. 1988. Mites of the genus *Macrocheles* (Acari: Macrocheles) associated with mammals in North America. Acarología XXIX, fasc. 3: 225-259 pp.

Lavelle, P. y Kohlman, B. 1984. Etude quantitative de la macrofaune du sol dans une fore tropicale lumide du. Mexique (Bonanpak, Chiapas) *Pedobiología*, 27: 377-393 pp.

Lavelle, P.; Maury, M. E. y Serrano, V. 1981. Estudio cuantitativo de la fauna del suelo en la región de Laguna Verde, Ver. Época de lluvias. *Estudios Ecológicos en el Trópico Mexicano*. Inst. Ecol. Publ. 6: 65-100.

Lavelle, P. 1994. Faunal activities and soil processes: Adaptative strategies that determine ecosystems function. In *Transactions of the 15 the World congress of soil science*. Acapulco México.

Leakey, R. J. G. y Proctor, J. 1987. Invertebrates in the litter and soil at a range of altitudes on gunung Silam a small ultrabasic mountain in Sabah. *Journal of Tropical Ecology*. 3: 119-129.

Lebrun, Ph. 1979. Soil mite community diversity. *Recent Advances in Acarology*. Vol: 1 pp.603-613 pp.

Linguist, E. E. 1962. *Mucroseius monochami*, a new genus and species of mite (Acarina: Blattisocidae) symbiotic with sawyer beetles. *Can. Entomol.* 94: 972-980 pp.

Mc Brayer, J. F. 1977. Contributions of Cryptozoa to forest nutrient cycles. In: the role of arthropods in forest ecosystems. W. J Mattson. Ed. New York: Springer- Verlag.

Miko, L. y Stanko, M. 1991. Small mammals as carriers of non-parasitic mites (Oribatida-Uropodina). *Modern Acarology*. Vol. 1, 395-402 pp.

Montiel, P. G. y Villegas, G. G. 1977. Artropodofauna de nidos de *Neotoma albigula* Hartley, 1894 (Rodentia: Muridae) de Hervideros, Durango.

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 Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN. México. 149 pp.

Moreno, M. J. A. 1996. Soil mites from the high altitude pine forest in central México. Pp. 569-572. In: Mitchell R., D. Horn, G. Needham and W. C. Wellborn. *Acarology IX: vol I, Proceedings*. Ohio biological survey, Columbus, Ohio.

Narro, F. E. 1994. Física de suelos con enfoque agrícola. ED. Trillas. Pp.15-55.

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

Palacios-Vargas, J. G. 1985. Microartrópodos del Popocatepetl (Aspectos ecológicos y biogeográficos de los ácaros oribátidos e insectos colémbolos). Tesis de doctorado Facultad de Ciencias. UNAM. México. 132 pp.

Palacios-Vargas, J. G. y Castillo. 1992. Sucesión ecológica de microartrópodos dentro de troncos en descomposición. Boletín Soc. Ges. Entomol. 11: 23-30 pp.

Palacios-Vargas, J. G. 2000. Efectos de los contaminantes del suelo en los microartrópodos en Hidalgo. México. Congreso Nacional de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología. 814-818 pp.

Porta. J.; López, M. y Roquero, A. 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ed. Mundi prensa. Pp. 403-425.

Preston, E.; Hunter, R. y Marie T. R. 1988. Associations of Mesostigmata with other Arthropods. Ann. Rev. Entomol. 33: 393-417 pp.

Quintero, M. T. 1993. Otros ácaros, artrópodos de las abejas. Memorias del curso. Aspectos socioeconómicos Técnicos y Patologías de las abejas. Fac. De Med. Vet. Y Zoot. UNAM. 131-148 pp.

Quintero, M. T.; Ramírez, E. L. y Cajero, A. S. 2000. Ácaros aislados en abejas procedentes de enjambres. Congreso Nacional de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología. Acapulco Guerrero. 49-51 pp.

Radinovsky, S. 1965. The ecology and Biology of Granary Mites of the Pacific Northwest. III. Life History and development of *Leiodinychus krameri* (Acari-Uropodidae). Ann. Ent. Soc. Amer. 58:259-267 pp.

Rapoport. E. H.; Halffter, G. y Reyes, P. 1973. Estructura de las comunidades de artrópodos en el área de la Planta Nucleoeléctrica de Laguna verde, Ver. (no publicado).

Rodríguez, J. G.; Pritam, S. y Taylor, B. 1970. Manure mites and their role in fly control. J.Med.Ent. Vol. 7 Núm. 3: 335-341 pp.

Rojas, P y Fragoso, C. 1994. Fauna de Suelos del estado de Veracruz: hormigas y lombrices de tierra en ecosistemas naturales y perturbados. Pp. 59-74. Colegio profesional de Biólogos del estado de Veracruz.

Russel, W. E. 1968. Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. Ed. Tolleleg. 4ta ed. Pp 195-219.

Santoyo, M. J. 2003. Ácaros mesostigmados (Acari: Mesostigmata) asociados a madera en descomposición de *Spondias bombin* (Anacardiaceae) y *Bursera simaruba* (Burseraceae) en La Mancha, Veracruz. Tesis de Licenciatura. UNAM.

Savely, H. E. 1939. Ecological relations of certain animals in dead pine and oak logs. Ecological Monographs. 9:321-385.

Stone, P. y Ogles, G. D. 1953. *Uropoda agitans*, a mite pest in commercial fish worm beds. J. econ. Ent. 46: 711 pp.

- Swiff, M. J. 1994. Maintaining the Biological status of soil: a key to Sustainable Land Management. In: Greenland, D. J. Soil Resilience and sustainable Land Use 15: 235-247 pp.
- Thamane, R. V.; Motiramani, D. P. y Bali, Y. P. 1978. Suelos : su química y fertilidad en zonas tropicales. Ed. Diana.
- Téliz, O. D. 2000. El Aguacate y el Manejo Integrado. Mundi Prensa. 125-130 pp.
- Towsend, C. H. T. 1886. Coleoptera found in dead trunk of *Tila Americana* L. In October. Can. Ent. 18: 65-68.
- Trave, J. 2003. Saproxilic Beetles. People's trust for Endangered Species. English Nature. London pp 1-4.
- Trovessart, E. 1902. Notes sur les Uropodinae. Bull. Soc. Zool. France. 27.
- Vázquez, R. I. 1992. Las arañas del Morro de La Mancha, Veracruz. XXVII Cong. Nal. Ent. SLP. 456 p.
- Vázquez, R. I. y López C. M. G. 1996. Prostigmata mites from the litoral zone of Veracruz, México. Pp 575-578. Acarology IX Proceedings. Ohio Biological Survey, Columbus, Ohio.
- Vázquez, M. M. 1999. Catálogo de los ácaros Oribátidos edáficos de Sian Ka'an, Quintana-Roo, México. Edit. Primer Centenario de la Fundación de Chetumal.
- Vázquez, M. M. 2000. Mayans family orchad in the Mayan culture. A way for soil biodiversity conservation. State University Quintana-Roo Chetumal.
- Wallwork, J. A. 1970. The ecology of soil animals. Mc Graw-Hill. London
- Wallwork, J. A. 1976. The distribution and diversity of soil fauna. Academic Press. London, New York, San Francisco. 355 pp.
- Weigmann, G. 1973. Zonation and Phenology of Uropodina (Uropodidae) in marine littoral saltmarshes. Acarology IX 603-605 pp.
- Willis, P. R. y Axtell, R. C. 1968. Mites predators of the house fly. A comparison of *Fuscuropoda vegetans* and *Machocheles muscaedomesticae*. J. Econ. Ent. 16: 1669-16674 pp.

15. ANEXO 1
CLASIFICACIONES DE UROPODINA

Berlese (1918)	G. Owen Evans (1957)
Familia Uropodidae Tribu Trematurini Tribu Polyaspidini Tribu Prodinychini Tribu Phaulodinychini Tribu Urodinychini Tribu Trachyuropodini Tribu Uropodini	Subclase Acarina Orden Anactinochitinosi Suborden Mesostigmata Superfamilia Uropodoidea Familia Trematurellidae Familia Cillibidae Familia Eutrachytidae Familia Prodinychidae Familia Urodiaspidae Familia Trachyuropodidae Familia Phaulodinychidae Familia Urodinychidae Familia Uropodidae

Donald E. Johnston (1961)	Krantz (1978)
Cohorte Uropodina Superfamilia Uropodoidea Familia Thinozerconidae Familia Protodinychidae Familia Uropodidae	Subclase Acari Orden Parasitiformes Suborden Mesostigmata o Gamasida Supercohorte Monogynaspides Cohorte Uropodina Superfamilia Diarthrophalloidea Familia Diarthrophallidae Superfamilia Thinozerconoidea Familia Thinozerconidae Familia Protodinychidae Superfamilia Polyaspidoidea Familia Polyaspididae Familia Dithinozerconidae Superfamilia Uropodoidea Familia Uropodidae Familia Trachyuropodidae

G. O. Evans y W. M. Till (1978)	Karg 1989
<p>Phylum Artropoda Subphylum Chelicerata Clase Aracnida Subclase Acari-Parasitiformes Orden Mesostigmata (Gamasida) Suborden Uropodina Superfamilia Polyaspidoidea Familia Protodinychidae Género Protodinychus Familia Polyaspididae Género Trachytes Género Polyaspinus Género Polyaspis</p> <p>Superfamilia Uropodoidea Familia Uropodidae Familia Trachyuropodidae Familia Dinychidae Familia Urodiaspididae Familia Urodinychidae Familia Prodinychidae</p>	<p>Subclase Acari Orden Parasitiformes Suborden Gamasida</p> <p>Supercohorta Monogynaspides Cohorte Uropodina</p> <p>Superfamilia Thinozerconoidea Familia Thinozerconidae Género Thinozercon Familia Protodinychidae Género Protodinychus</p> <p>Superfamilia Polyaspidoidea Familia Trachytidae Género Trachytes Familia Polyaspididae Género Polyaspis Género Uroseius</p> <p>Superfamilia Uropodoidea Familia Uroactiniidae Género Uroactinia Género Chiropturopoda Familia Metagynuridae Género Metagynella Familia Uropodidae Género Uropoda Género Discourella Familia trematuridae Género Trichouropoda Género Nenteria Familia Trachyuropodidae Género Trachyuropoda Género Oplitis Familia Urodinychidae Género Urodiaspis Género Dinychus Género Uroobovella</p>

16. ANEXO II

CLAVE DE IDENTIFICACION PARA UROPODINA (Karg, 1989)

16.1 CLAVE DE IDENTIFICACION PARA SUPERFAMILIAS

1 (2) Coxas del apéndice I angosto y cilíndrico; las setas hipostomales de igual forma; tritosterno con dos lacinias largas. Fig.12 a, b; escudo genital de la hembra triforme; tectum en forma de concha dentado. Fig. 11 b; quelícero con una lirifisura lateral. Fig. 9 a, h; palpogena con 6 setas; tibia del apéndice I con 3 o 4 setas ventrales.

.....Thinozerconoidea Evans, 1957.

2 (1) Coxas del apéndice I ancho; setas hipostomales desiguales; tritosterno con más de dos lacinias, Fig.12 c-o; escudo genital de la hembra uniforme, Fig. 6 c-o; quelícero sin la lirifisura lateral; palpogen con 4 o 5 setas; tibia del apéndice I con 1 o 2 setas ventrales.....2

3 (4) Coxas del apéndice I de ningún modo se extiende de la base del tritosterno, no está cubierto por las coxas; base del tritosterno tan largo como ancho, Fig. 12 c, d, g; el escudo dorsal de los adultos separado del escudo pigidial. Fig. 6 c, d, o.

.....Polyaspidioidea Evans, 1957.

4 (3) Coxas de la pata I se extiende de la base del tritosterno, cubriendo el tritosterno; base del tritosterno de ningún modo, tan largo como ancho, Fig.12 h,o; fovae pedals bien desarrollada; el escudo dorsal presenta una división en escudo postdorsal o postmarginal. Fig. 6 e-n.

.....Uropodoidea Evans, 1957.

16.2 CLAVE PARA IDENTIFICACION PARA FAMILIAS

SUPERFAMILIA THINOZERCONOIDEA Evans, 1957

1 (2) Peritremas y estigmas dorsales Fig. 6 b; coxas del apéndice IV con 2 setas; coxas del apéndice I dentro de fovae pedals; las setas del hipostoma están en un solo plano, Fig. 7 b; tectum con un delgado ápice con bordes regulares Fig.11 b.

.....Thinozerconidae Halbert, 1915.

2 (1) Peritremas y estigmas ventrales; coxas del apéndice IV con 1 seta; coxas del apéndice I separadas por una acetabuli, Fig.7 a; tectum sin ápice regular, Fig.11 a.

.....Protodinychidae Evans 1957.

SUPERFAMILIA POLYASPIDOIDEA Evans, 1972

- 1 (2)** Quelícero del dígito fijo en forma de navaja, Fig.9 b; adultos con escudo marginal y pigidial; las setas coxales c3 y c4 en una línea aserrada.
.....Trachytidae Trägårdh, 1938.
- 2 (1)** Quelícero del dígito fijo no está en forma de navaja, Fig.9 c, f; cuerpo oval; escudo marginal en forma de plaquetas pequeñas, Fig.6 c, o; setas hipostomales Fig. 7 f, g.
.....Polyaspidae Berlese, 1917.

SUPERFAMILIA UROPODOIDEA Evans, 1957

- 1 (2)** Quelícero del dígito movable con una excrescencia en forma de hongo, Fig.10 h, i. Hypostoma termina en punta y con plumaje; con cornículo; región genital en la sección oval, Fig.9 d, e, g.
.....Uroactiniidae Hirschm. 1964.
- 2 (1)** Quelícero del dígito movable termina en punta o en doble aguja, Fig.9, 10 a – g.
3 (6) Quelícero sin nodo. Fig.9 d, e, g,
- 4 (5)** En la coxa del pedipalpo tiene un par de cerdas cortas y cónicas, Fig. 7 h; Apertura genital de la hembra a la altura de la coxa IV, Fig.6 l; el adulto mide 400 un de largo.
.....Metagynuridae Balogh, 1943
- 5 (4)** Las coxas del pedipalpo con cerdas largas Fig.7 c, d; apertura genital de la hembra a la altura de la coxa II y IV, Fig.6 m, n; el adulto mide 400 um de largo.
.....Uropodidae Berlese, 1900
- 6 (3)** Quelícero con nodo, Fig. 10.
- 7 (8)** Lacinias sobre el hypostoma en forma de concha o escamas o paralacinias o bien cornículos, Fig. 8 e, g; escudo dorsal del adulto con márgenes, Fig.6 e, f, a, q.
.....Trematuridae Berlese, 1917
- 8 (7)** Lacinias en forma de pico con plumas, Fig. 8 a, b, c, d, f.
- 9 (10)** Quelíceros y sus dígitos móviles sin apófisis, Fig. 10 a, b; cuerpo ancho y el caparazón incidente a la luz.
.....Trachyuropodidae Berlese, 1917.
- 10. (9)** Lacinias del hypostoma en forma de pico con plumazón; el dígito movable del quelícero con apófisis o dientecillos detrás, Fig. 8 c, d, f, Fig.10 c, d, e; cuerpo oval con escudo postdorsal, Fig.6 h; el extremo del peritrema desarrollado, Fig. 6 g.
.....Urodinychidae Berlese, 1917

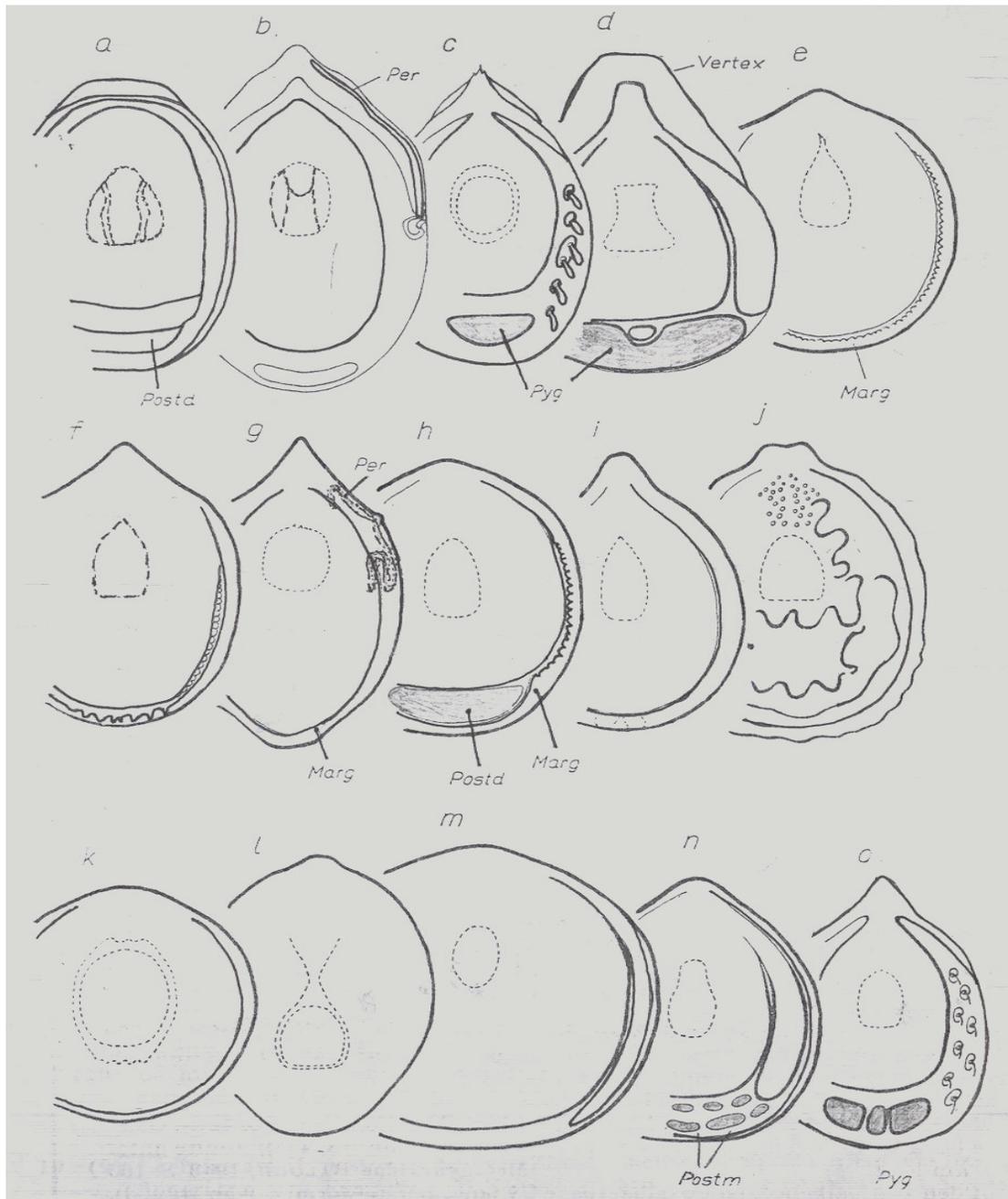


Fig. 6. Forma del cuerpo y escudos dorsales. a) *Protodinychus*, b) *Thinozercon*, c) *Polyaspis*, d) *Trachytes*, e) *Trichouropoda*, f) *Nenteria*, g) *Dinychus*, h) *Urodiaspis*, i) *Uroobovella*, j) *Trachyuropoda*, k) *Oplitis*, l) *Metagynella*, m) *Uropoda*, n) *Discourella*, o) *Uroseius*. Postd, Postdorsales; Per, Peritrema; Pyg, Pygidial; Postm, Postmarginal; Marg, Marginal. Tomado de Karg 1989.

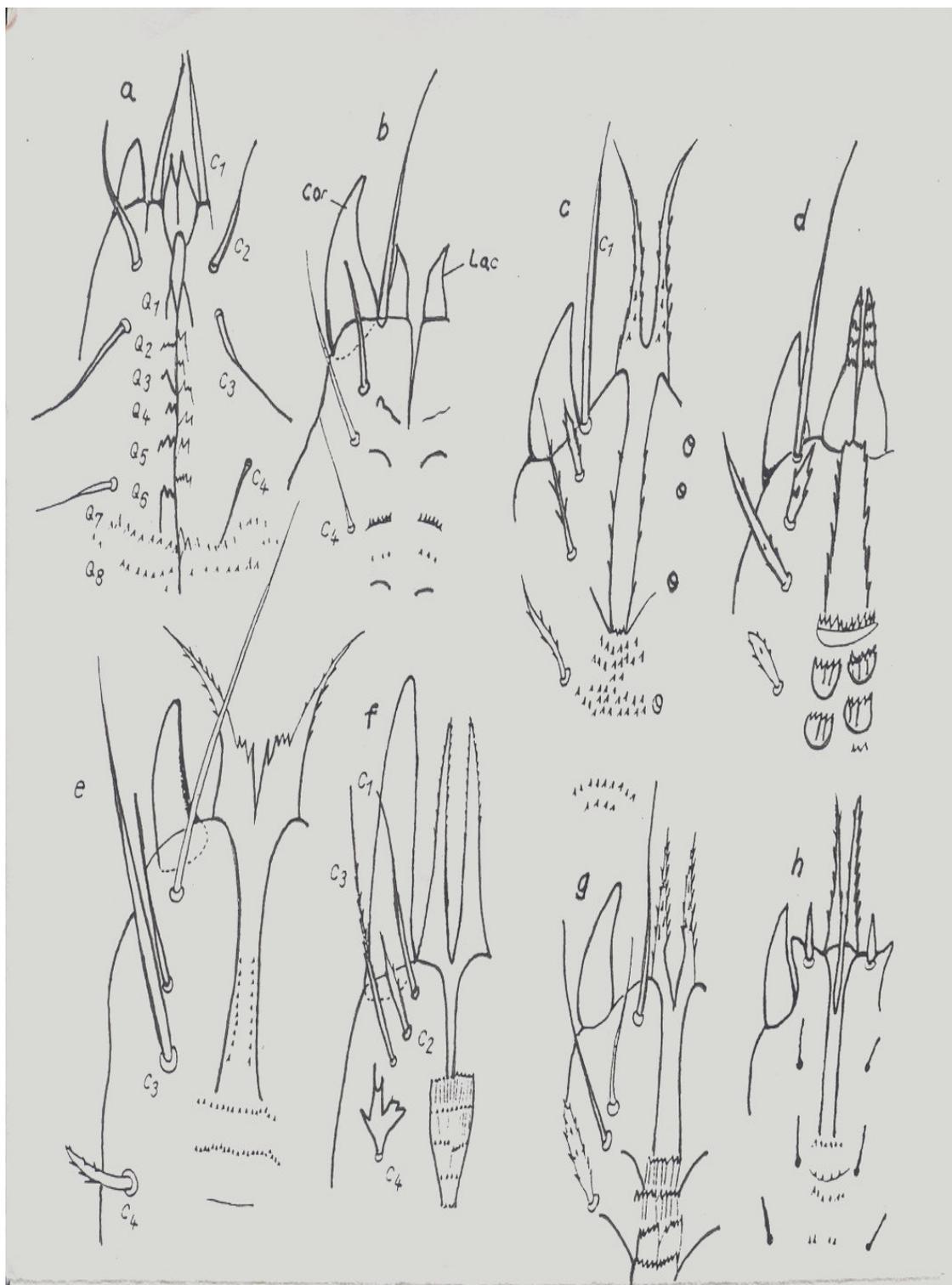


Fig. 7. Típicos Hipostomas de Uropodina. a) *Protodinychus*; b) *Thinozercon*; c) *Uropoda*; d) *Discourella*; e) *Trachytes*; f) *Polyaspis*; g) *Uroseius*; h) *Metagynella*. C1.C2.C3.C4. Setas coxales; Cor, Corniculus; Lac, Lacinias. Tomado de Karg 1989.

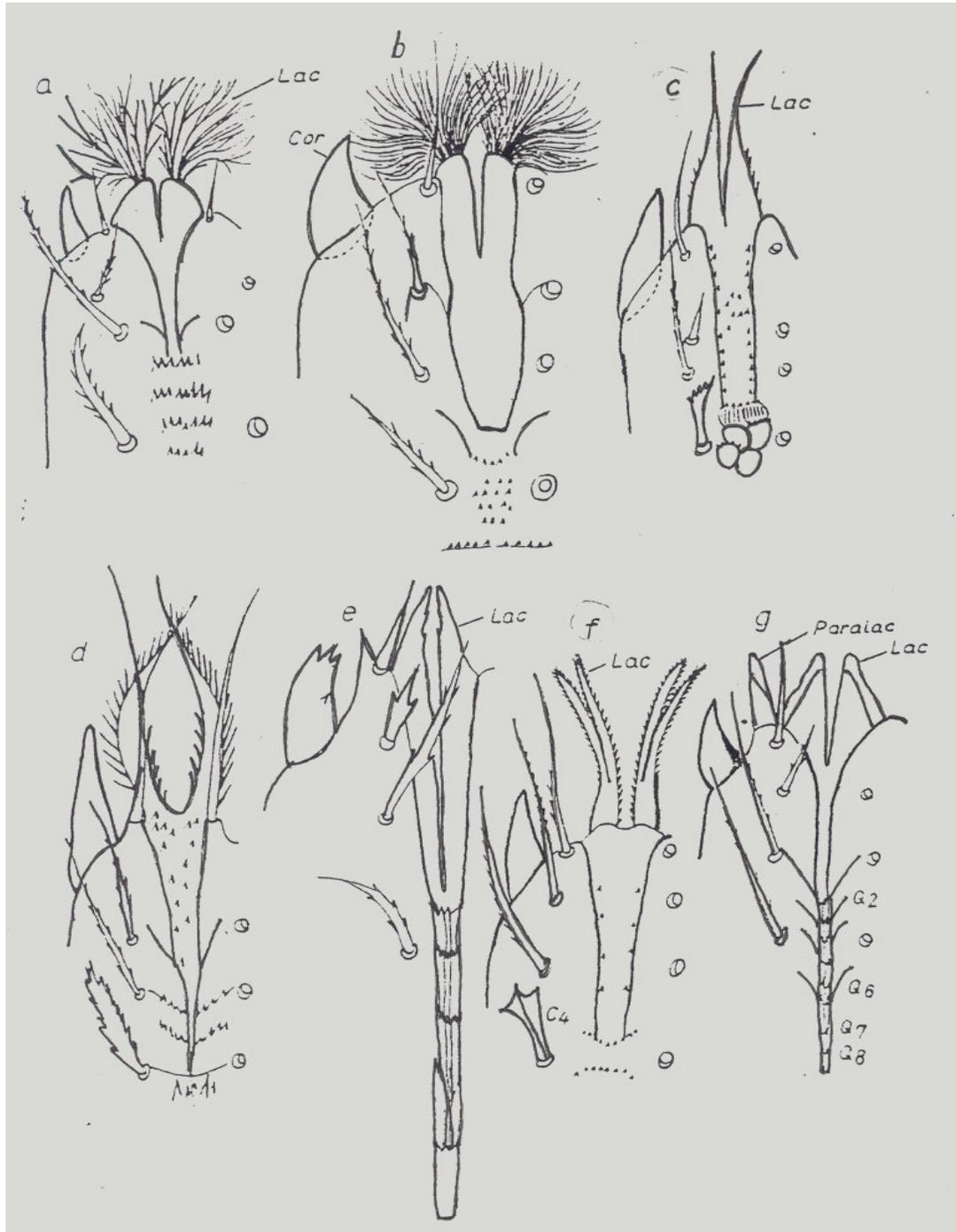


Fig. 8. Típicos hipostomas de Uropodina. a) *Trachyuropoda*, b) *Urodiaspis*, c) *Urobovella*, f) *Dinychus*, g) *Nenteria*. Lac, Lacinias; Par lac, Paralacinias; Q2-Q3 ranuras presentes en el hipostoma. Tomado de Karg 1999

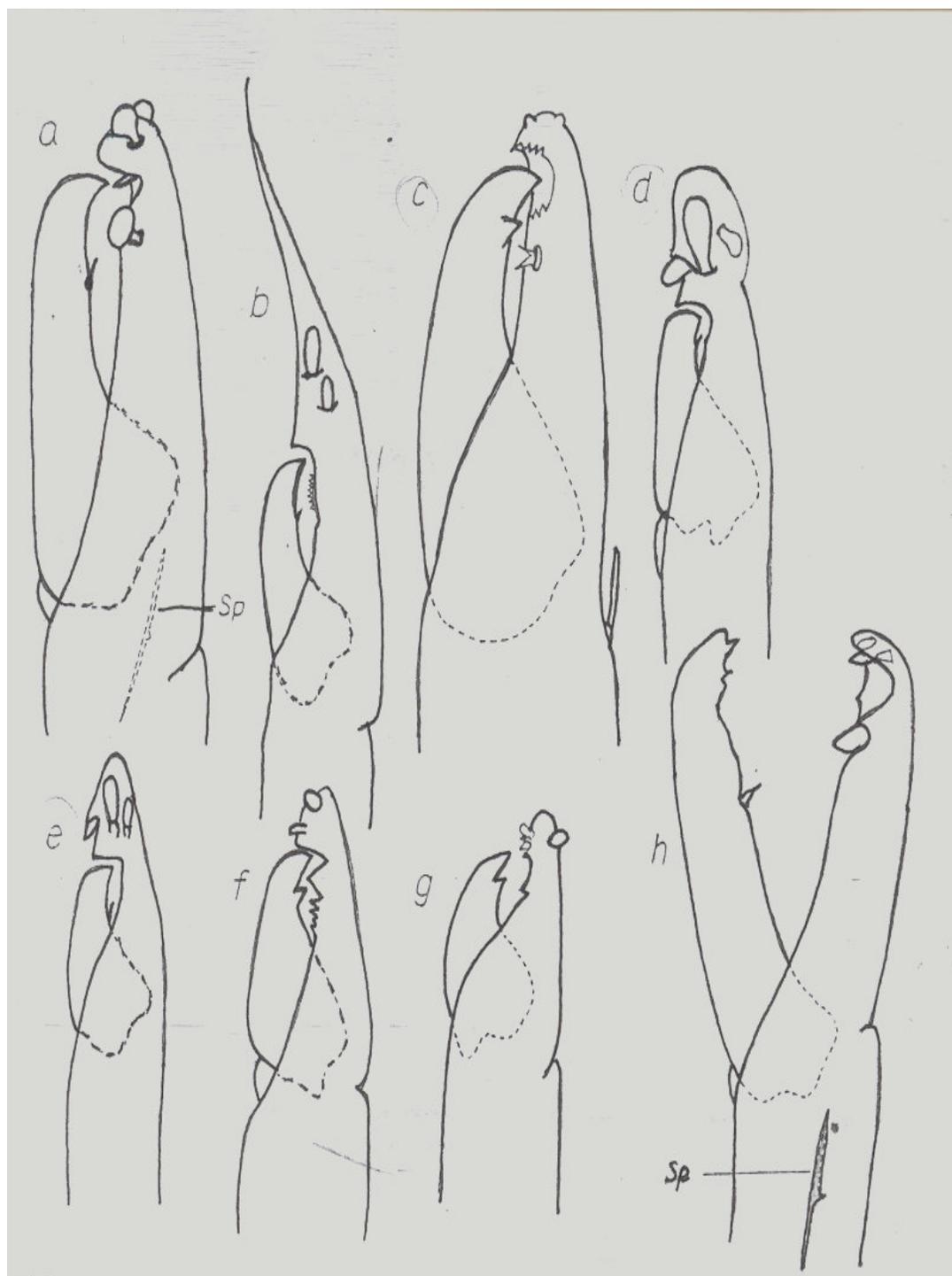


Fig. 9. Tipos de Quelíceros de Uropodina sin nodo. a) *Protodinychus*, b) *Trachytes*, c) *Polyaspis*, d) *Uropoda*, e) *Discourella*, f) *Uroseius*, g) *Metagynella*, h) *Thinozercon*. Sp ranuras laterales. Tomado de Karg, 1989.

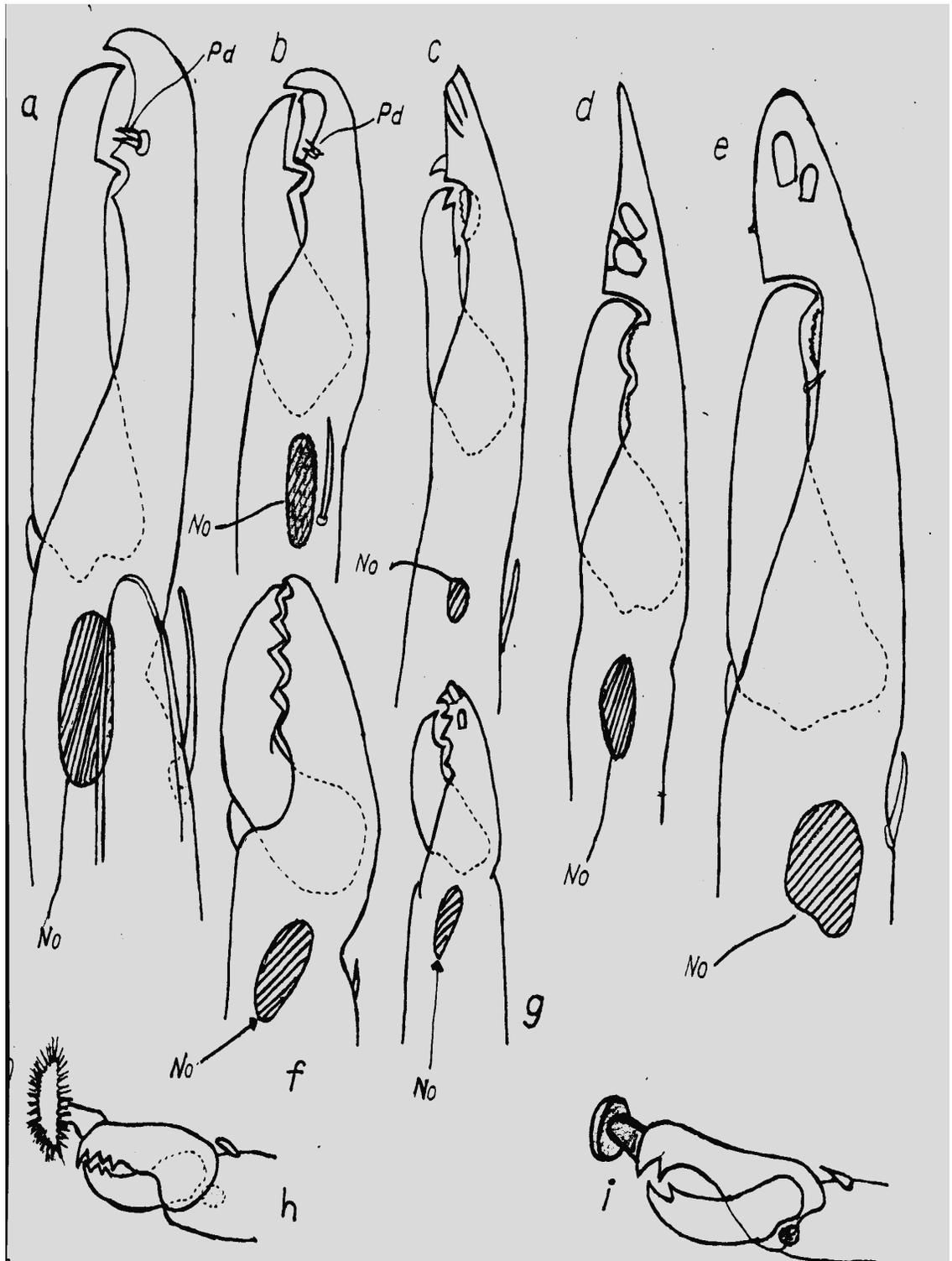


Fig. 10. Tipos de quelceros de Uropodina con nodos. a) *Trachyuropoda*; b) *Oplitis*; c) *Urodiaspis*; d) *Uroobovella*; e) *Dinychus*; f) *Trichouropoda*; g) *Nenteria*; h) *Uroactinia*; i) *Chiropturopoda*. Pd, Pilus dentilis; No, Nodo. Tomado de Karg 1989.



Fig. 11. Formas de tectum en Uropodina. a) *Protodinychus*, b) *Thinozercon*, c) *Trachytes*, d) *Polyasois*, e) *Uropoda*, f) *Discourella*, g) *Uroseius*, h) *Metagynella*, i) *Trachyuropoda*, j) *Oplitis*, k) *Urodiaspis*, l) *Uroobovella*, m) *Dinychus*, n) *Trichouropoda*, o) *Nenteria*, p) *Chiropturopoda*.

Tomado de Karg 1989.

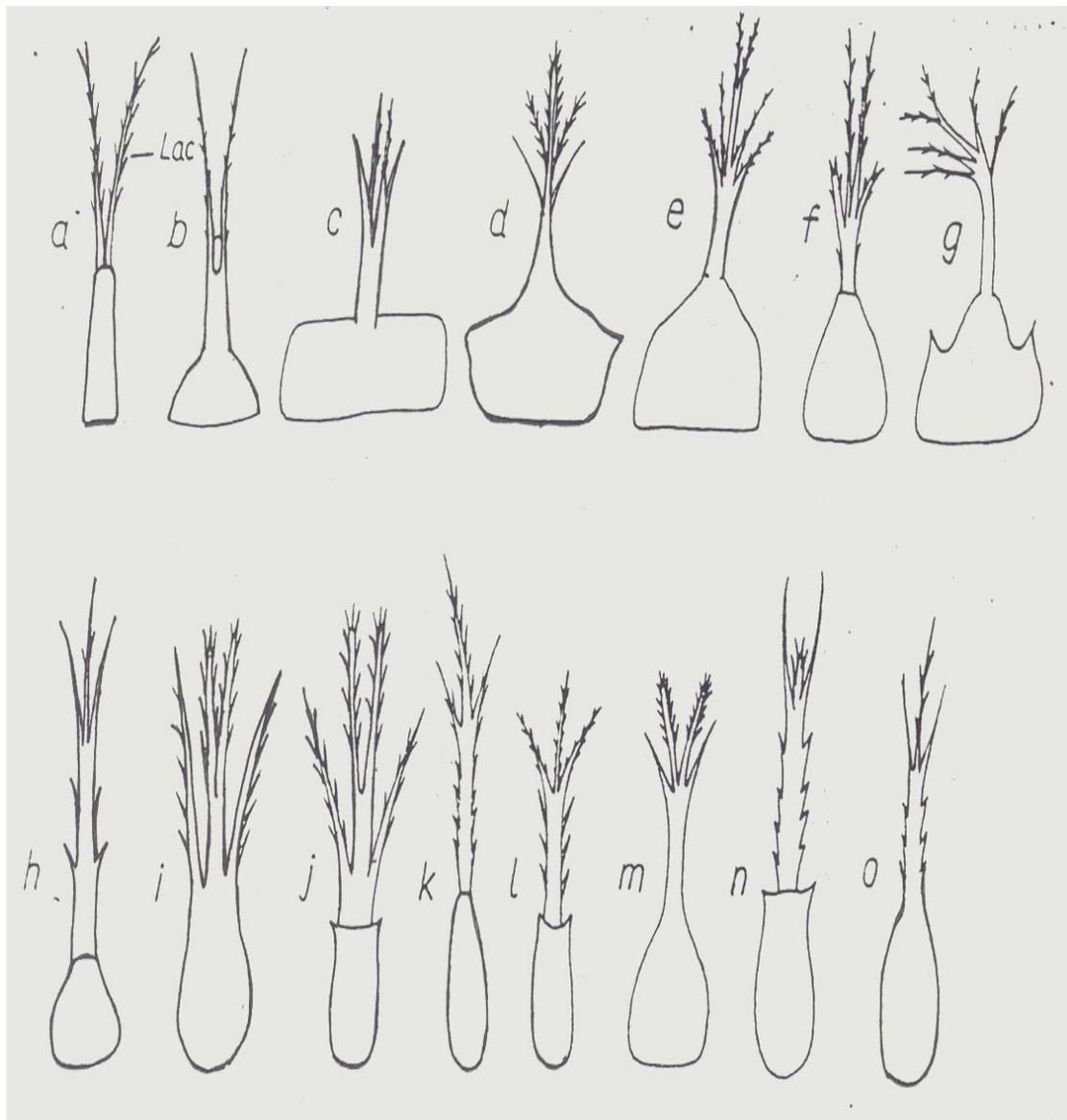


Fig. 12. Formas del tritosterno en Uropodina. a) *Protodinychus*, b) *Thinozercon*, c) *Trachytes*, d) *Polyaspis*, e) *Uropoda*, f) *Discourella*, g) *Uroseius*, h) *Metagynella*, i) *Trachyuropoda*, j) *Oplitis*, k) *Urodiaspis*, l) *Uroobovella*, m) *Dinychus*, n) *Trichouropoda*, o) *Nenteria*. Lac Lacinia. Tomado de Karg 1989.

