

Mesostigmados (Acari: Mesostigmata) asociados con *Dendroctonus rhizophagus* de Chihuahua, México

Mesostigmatid mites (Acari: Mesostigmata) associated to *Dendroctonus rhizophagus* from Chihuahua, Mexico

M. Patricia Chaires-Grijalva^{1✉}, Edith G. Estrada-Venegas¹, Armando Equihua-Martínez¹, John C. Moser², Guillermo Sánchez-Martínez³, Ignacio M. Vázquez-Rojas⁴, Gabriel Otero-Colina¹ y Jesús Romero-Nápoles¹

¹Colegio de Postgraduados, Fitosanidad, Programa de Entomología y Acarología. Km 36-5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, 56230 Estado de México, México.

²Forest Service, Southern Research Station, United States Department of Agriculture. 2500 Shreveport Hwy, 71360 Pineville, Louisiana, USA.

³Campo Experimental Pabellón, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 32.5, Carretera Aguascalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, 20660 Aguascalientes, México.

⁴Laboratorio de Acarología "Anita Hoffmann", Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 México, D. F., México.

✉ chaires@colpos.mx

Resumen. Se registran 7 especies de mesostigmados asociados con *Dendroctonus rhizophagus*. Para realizar este estudio se efectuaron muestreos en el estado de Chihuahua, junio y julio del 2008-2011. Las raíces de *Pinus arizonica* fueron observadas bajo microscopio para obtener los ácaros vivos asociados con *D. rhizophagus* y a las galerías. Complementariamente, se revisaron ejemplares de las colecciones en alcohol de *D. rhizophagus* del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Se encontró a *Dendrolaelaps neocornutus*, *Macrocheles boudreauxi*, *Proctolaelaps hystrix*, *P. subcorticalis*, *Trichouropoda ovalis*, *T. polytricha*, *Trichouropoda* sp. 2, *Lasioseius imitans* y *Androlaelaps casalis* en galerías y sobre el cuerpo del insecto; en este último caso, localizadas principalmente en las zonas gular y esternitos ventrales. Las especies encontradas en las galerías pueden hallar una amplia disponibilidad de recursos alimentarios, así como una temperatura constante y sobre todo, protección de otros depredadores. Con este trabajo se incrementa el número de mesostigmados asociados con *D. rhizophagus* en el estado de Chihuahua y se amplía el mapa de distribución de especies en México.

Palabras clave: Scolytinae, ácaros, depredadores, foresia, *Pinus arizonica*.

Abstract. We report 7 species of mesostigmatid mites associated to *Dendroctonus rhizophagus*. Samples were taken in the state of Chihuahua (June and July 2008-2011). The roots of *Pinus arizonica* were observed under the microscope to obtain mites associated to *D. rhizophagus* and their galleries. Collection from Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) and Instituto Politécnico Nacional (IPN) were reviewed. *Dendrolaelaps neocornutus*, *Macrocheles boudreauxi*, *Proctolaelaps hystrix*, *P. subcorticalis*, *Trichouropoda ovalis*, *T. polytricha*, *Trichouropoda* sp. 2, *Lasioseius imitans*, and *Androlaelaps casalis* were found in galleries and on the insect's body, located mainly on gular zone and ventral sternites. The species found in the galleries can find a wide availability of food resources with constant temperature and above all protection from other predators. With this study the number of species associated to *D. rhizophagus* is increased for the state of Chihuahua, and the general distribution of these mites in Mexico is expanded.

Key words: Scolytinae, mites, predatory, phoresy, *Pinus arizonica*.

Introducción

Dendroctonus rhizophagus Thomas y Bright (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) es una de las

especies de mayor tamaño del género y es comúnmente llamada el descortezador de los renuevos. Es una especie común de la sierra Madre Occidental en México, que coloniza plántulas y árboles jóvenes menores de 3 m, de preferencia brinzales de 0.2-1.2 mm, donde realiza galerías en espiral que circundan al árbol y lo matan, debido a que no permiten el paso de agua y sustancias minerales (Estrada,

1983). Presenta un comportamiento atípico con respecto al resto de las especies del género, las cuales prefieren árboles de talla mayor (Cibrián et al., 1995). Es una especie de importancia económica para la industria forestal de México, ya que puede encontrarse en 11 especies de pinos entre los que se incluyen *Pinus arizonica*, *P. engelmannii*, *P. durangensis* y *P. leiophylla* (Salinas-Moreno et al., 2010). Su distribución en México incluye los estados de Sinaloa, Sonora, Chihuahua, Durango (Mendoza et al., 2011; Zúñiga et al., 1999), Guerrero (Atkinson y Equihua, 1985) y Jalisco (Armendáriz et al., 2012).

Su importancia varía según las condiciones de manejo de un bosque natural o de una plantación y es más relevante en esta última cuando se ubica en altitudes de 1 900 a 2 000 m snm, siendo menos frecuente por debajo y encima de estas altitudes (Cibrián et al., 1995). En condiciones epidémicas, *D. rhizophagus* ocasiona pérdidas económicas importantes en áreas de regeneración natural, así como en plantaciones comerciales (Sánchez-Martínez y Wagner, 2009). La emergencia de los adultos se observa a finales de junio, coincidiendo con el inicio del periodo de lluvias (Thomas y Bright, 1970). *Dendroctonus rhizophagus* excava galerías generalmente en las raíces de los árboles, las cuales le proporcionan un medio adecuado para el desarrollo durante todo su ciclo biológico manteniendo la temperatura y la humedad necesarias para el establecimiento, no sólo de este insecto, sino también de otros artrópodos (Lindquist, 1975).

Los ácaros son artrópodos comúnmente asociados con los descortezadores y sus galerías, se conoce que tienen influencia en su reproducción y en la relación que mantienen los escarabajos con hongos (Six y Klepzig, 2004). La influencia de los ácaros sobre las poblaciones de escarabajos *Dendroctonus* no es clara, pero su alta abundancia relativa y su diversidad sobre estos insectos sugieren la posibilidad de que puedan influenciar su dinámica dentro de los árboles infestados y afectar la condición física de estos insectos (Hofstetter et al., 2008). Por ello, el estudio de los ácaros que habitan debajo de la corteza de los árboles ofrece amplias perspectivas de investigación, tanto de biodiversidad y distribución como del efecto de éstos en la dinámica poblacional de los descortezadores.

Los ácaros del orden Mesostigmata (= Gamasida) son de los más comúnmente encontrados en asociación con los escarabajos del género *Dendroctonus*; muchas de las especies registradas son cosmopolitas, otras tantas se asocian específicamente con este género y otras más sólo se asocian con una especie del mismo género. Se han considerado un grupo de importancia ecológica porque tienen un impacto directo sobre las poblaciones de los descortezadores, por lo que se consideran candidatos

potenciales para ejercer control biológico sobre dichos insectos plaga (Moser et al., 1974). Existen listas de diversidad de ácaros mesostigmados relacionados con la subfamilia Scolytinae en México, entre las cuales destacan la de McGraw y Farrier (1969), en donde citan a *Eugamasus lyriformis* (Parasitidae) en galerías de *Dendroctonus* spp. e *Ips* spp. en Puebla; Lindquist (1971) describe varias especies de ácaros y cita a *Proctolaelaps dendroctoni* (Ascidae) en galerías de especies de los géneros *Dendroctonus*, *Ips* y *Pityophthorus* en los estados de Chiapas, Chihuahua, Estado de México y Puebla; Moser et al. (1974) citan 5 especies de gamásidos relacionados con *Dendroctonus frontalis*, *D. valens*, *Ips mexicanus* e *Ips lecontei*, encontrados en *P. leiophylla* y *P. montezumae*; Gispert (1983) elaboró una lista de la acarofauna asociada a *Ips bonansea* y cita 7 especies de gamásidos, *Sejus* sp., *Dendrolaelaps neodisetus*, *Lasioseius saffroi*, *Asca pini*, *Vulgarogamasus lyriformis*, *Proctolaelaps subcorticalis* y *Trichouropoda australis*. Debido a la escasa información sobre el tema, el presente trabajo tiene por objetivo conocer la diversidad de los ácaros mesostigmados asociados con *D. rhizophagus* tanto directa como indirectamente (sobre su cuerpo y en galerías, respectivamente).

Materiales y métodos

Se realizaron muestreos en junio y julio, meses de emergencia de los adultos, de 2008 a 2011, en el estado de Chihuahua, principalmente en las localidades de La Laja (27°55'54.9" N, 107°35'54.6" O, 2 452 m snm) y Cuesta Prieta (27°55'50" N, 107°35'45.6" O, 2 450 m snm) en el municipio de San Juanito Bocoyna. Se tomaron 12 trozos de raíces de *P. arizonica* con signos de daño por *D. rhizophagus*, como son presencia de grumos de resina en la base del fuste y follaje amarillento o marrón, en árboles de talla pequeña (Fig. 1A). Las muestras fueron envueltas en papel absorbente humedecido con agua destilada e introducidas en bolsas plásticas y refrigeradas a 4° C, para posteriormente trasladarlas al Laboratorio de Entomología y Acarología Forestal del Colegio de Postgraduados para su revisión. Las raíces se mantuvieron en refrigeración hasta que fueron procesadas. Cada muestra fue observada bajo microscopio estereoscópico Stemi 2000C Carl Zeiss para obtener y cuantificar los ácaros vivos tanto en galerías como los que se encontraban sobre el insecto. Se registró la ubicación de los ácaros en el cuerpo del insecto. Las galerías fueron clasificadas en nuevas y viejas, de acuerdo con el tiempo de desarrollo. Los ácaros extraídos se colocaron en ácido láctico para su posterior montaje en laminillas permanentes en líquido de Hoyer. Las raíces procesadas se colocaron en cámaras de emergencia (Fig. 1C) para obtener los insectos adultos que aún quedaban en ellas

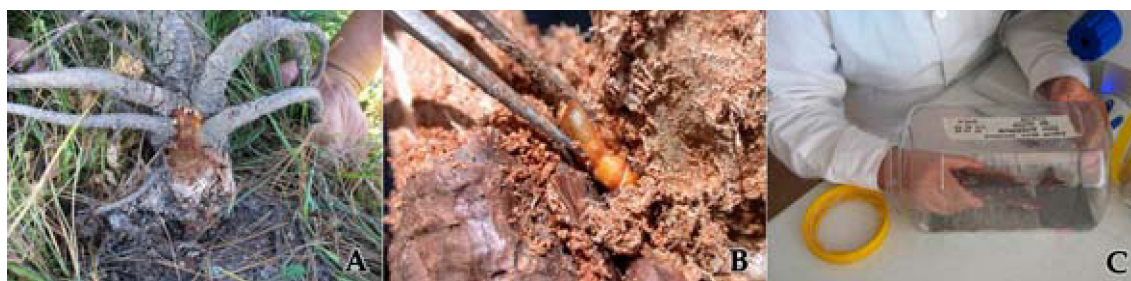


Figura 1. A, muestras de raíces de *Pinus arizonica*; B, obtención de insectos *in vivo* y C, revisión en laboratorio.

(Fig. 1B). Para la observación de los ácaros colectados se realizaron montajes permanentes con líquido de Hoyer. Los ácaros encontrados fueron identificados a nivel de especie, para lo cual se utilizaron las claves de McGraw y Farrier (1969) y descripciones originales de las especies.

Para complementar la información obtenida en campo y ampliar el registro de distribución de los ácaros mesostigmados asociados con *D. rhizophagus*, se revisó la colección de insectos en alcohol, que data de 1994, procedente de Mesa de Parra, municipio de Madera, Chihuahua (29°11'59" N, 108°9'58" O, 2 234 m snm), depositada en el Instituto Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Pabellón, y la del Instituto Politécnico Nacional, del 2012, procedente de San Juanito (27°55'54.9" N, 107°35'54.6" O, 2 452 m snm), del municipio de Bocoyna, en el mismo estado. Los ácaros encontrados sobre estos insectos se procesaron de la misma forma. Los ejemplares estudiados fueron depositados en la colección personal de la Dra. Edith Estrada del Colegio de Postgraduados.

Resultados

En los 172 organismos de *D. rhizophagus* que fueron revisados, tanto de las colecciones en alcohol como de los organismos en vivo, se encontraron 102 ácaros mesostigmados, de los cuales se identificaron 9 especies: *Lasioseius imitans*, *Dendrolaelaps neocornutus*, *Androlaelaps casalis*, *Macrocheles boudreauxi*, *Proctolaelaps hystrix*, *P. subcorticalis*, *Trichouropoda ovalis*, *T. polytricha* y *Trichouropoda* sp. 2, incluidas en 6 familias: Ascidae, Digamasellidae, Laelapidae, Macrochelidae, Melicharidae y Trematuridae (Cuadro 1). La familia con mayor abundancia de individuos fue Trematuridae con el 66.66% de los ejemplares colectados, seguida de Melicharidae con 11.76%, Digamasellidae con 9.80%, Macrochelidae con 5.88%, Ascidae con 4.90% y Laelapidae con 0.98%.

De las 7 especies reportadas en este trabajo sólo *Lasioseius imitans*, *P. hystrix*, *T. polytricha* y *T. ovalis* se

encontraron en las galerías viejas. Las galerías viejas, pero húmedas son las que presentan una mayor diversidad de organismos que en ella viven, se alimentan y encuentran refugio. En éstas se encontraron también nematodos, que en muchos casos pueden ser utilizados como alimento por los ácaros.

Los ácaros se distribuyeron en diferentes partes del cuerpo, el 97% principalmente en la zona gular y en zonas ventrales (entre las patas II y III y los esternitos abdominales), 2% en el declive elitral y el 1% en el pronoto y élitros (sobre y debajo de ellos) (Cuadro 2). Los ácaros claramente muestran las preferencias por ubicarse en un sitio específico del cuerpo del insecto; el tórax, por ejemplo, generalmente es ocupado por las familias Ascidae y Digamasellidae, debajo de los élitros y la zona del declive elitral (Fig. 3).

Cuando los insectos fueron colectados *in vivo*, se observó que los ácaros foréticos generalmente se adhieren a ellos en áreas donde tienen menos probabilidades de ser alcanzados por sus huéspedes a través de sus actividades de limpieza y de la construcción de la galería (Cuadro 2).

Discusión

Los ácaros asociados con *D. rhizophagus* se dividen en 2 grandes grupos, todos aquellos que se encuentran sobre el cuerpo del insecto y los habitantes de las galerías que se encuentran debajo de la corteza de los árboles (Cuadro 1). Tanto unos como otros pueden tener hábitos diferentes respecto a su alimentación (Hoffmann, 1981) y en ambos habrá especies que se alimenten de huevos o estados larvales iniciales y con ello causen reducciones en las poblaciones de los descortezadores, en este estudio *Androlaelaps casalis* sólo se encontró sobre los insectos, pero no en sus galerías, por lo que no podemos saber si sólo es una especie que se encontró accidentalmente o si sus hábitos se relacionan directamente al descortezador. Se menciona en la literatura que típicamente el género *Dendroctonus* tiene un conjunto de 15 a 20 especies de ácaros asociadas a ellos, pero sólo 10 o 12 de éstas pueden

Cuadro 1. Estructura poblacional de mesostigmados encontrados en galerías y sobre *Dendroctonus rhizophagus*

Familia	Especie	Núm. individuos					
		Galerías			Sobre insectos		
		♀	♂	DN	♀	♂	DN
Ascidae	<i>Lasioseius imitans</i>	3	0	0	1	1	0
Digamasellidae	<i>Dendrolaelaps neocornutus</i>	7	2	0	1	0	0
Laelapidae	<i>Androlaelaps casalis</i>	0	0	0	1	0	0
Macrochelidae	<i>Macrocheles boudreauxi</i>	3	2	0	1		0
Melicharidae	<i>Proctolaelaps hystrix</i>	3	2	0	2	1	0
	<i>Proctolaelaps subcorticalis</i>	3	1	0	0	0	0
Trematuridae	<i>Trichouropoda ovalis</i>	3	1	7	4	0	12
	<i>Trichouropoda polytricha</i>	3	2	15	3	1	12
	<i>Trichouropoda</i> sp. 2	0	0	3	0	0	2
	Total	25	10	25	13	3	26

Cuadro 2. Mesostigmados asociados al cuerpo de *Dendroctonus rhizophagus* y sus galerías

Familia	Especie	Asociación	Sitio	Estadio y sexo
Ascidae	<i>Lasioseius imitans</i>	Galerías	V-S	AD♀
		Epizoico	SE	AD♀, DN
Digamasellidae	<i>Dendrolaelaps neocornutus</i>	Epizoico	ZG, BE	AD♀♂
Laelapidae	<i>Androlaelaps casalis</i>	Epizoico	EA	AD♀
Macrochelidae	<i>Macrocheles bodreauxi</i>	Epizoico	SV	AD♀
Melicharidae	<i>Proctolaelaps hystrix</i>	Epizoico	ZG, SV	AD♀♂
		Galerías	V-H	PN y DN
	<i>P. subcorticalis</i>	Galerías	N-H	AD♀♂
Trematuridae	<i>Trichouropoda ovalis</i>	Epizoico	SV, EA	DTN
		Galerías	V-H	AD♀, PN y LV
	<i>T. polytricha</i>	Epizoico	EA, DE	DTN
		Galerías	V-H	AD♀, PN y LV
	<i>Trichouropoda</i> sp. 2	Epizoico	EA	DTN

Zonas del cuerpo: ZG, zona gular; SE, sobre élitros; BE, bajo élitros; SV, superficie ventral; EA, esternitos abdominales; DE, declive elitral. Tipo de galería: N, nueva; V, vieja; S, seca; H, húmeda. Estadio: AD, adulto; LV, larva; PN, protoninfa; DN, deutoninfa; DTN, deuteroninfa o ninfa forética.

ser componentes bióticos del hábitat de los descortezadores, de las cuales 1 o 2 especies son polífagas y/o nematófagas, y algunas especies son depredadoras especializadas de los estados juveniles de los descortezadores; algunas especies de los géneros *Digamasellus*, *Proctolaelaps* y *Lasioseius*; por lo que son consideradas simbioses en el amplio sentido y son dependientes de los escolitinos por el vínculo de la forésia y directa o indirectamente por nutrición (Lindquist, 1970).

En términos generales, se puede decir que los ácaros que se encuentran sobre *D. rhizophagus* como forontes no perjudican casi nunca a su huésped; es decir, no se alimentan de él ni le causan daño físico, pero en las galerías sí pueden alimentarse de su progenie (Moser, 1975). En la literatura se registra a *D. neocornutus*, *M. boudreauxi*, *Androlaelaps casalis* y *P. hystrix* como depredadores en las galerías (Kenis et al., 2007). Las 2 especies de Trematuridae encontradas en este estudio (Cuadro 1) han

sido registradas como generalistas, asociadas con múltiples familias de descortezadores, entre los que se incluyen escolítidos, curculiónidos, tenebriónidos y ceraméricos (Kinn y Linit, 1989).

Como ya se ha mencionado, en nuestro país son escasos los trabajos relacionados con los ácaros asociados con Scolytinae. Este trabajo es el primer registro formal de las especies de ácaros mesostigmados asociadas a este descortezador y a su huésped vegetal, por ser ambas especies endémicas, la primera de México y la segunda del continente americano. Todas las especies mencionadas en este estudio son nuevos registros para este descortezador, así como para el estado de Chihuahua.

Con respecto a las especies encontradas, los ácaros de la familia Macrochelidae han sido registrados en muy pocas ocasiones en asociación con descortezadores. *Macrocheles boudreauxi* está reportada como una especie arrenotoca, que se alimenta de otros ácaros como son digamasélidos y queilétidos, principalmente (Kinn, 1967). Krantz (1965) y Moser (1995) mencionan que se alimenta además de nematodos que se encuentran en las galerías de los descortezadores, esta especie es más abundante en las galerías cuando eclosionan los primeros 2 instares larvales de *Dendroctonus*, por lo que Kinn y Witcosky (1977) afirman que estos ácaros se alimentan de las larvas de los descortezadores, además de otros insectos invasores en las galerías y que sólo utilizan a los escarabajos adultos para transportación a un nuevo lugar.

Los ácaros del género *Dendrolaelaps* (Digamasellidae) son cosmopolitas y por lo general, tienen un gran número de huéspedes; se alimentan principalmente de nemátodos, aunque ocasionalmente lo hacen de las crías de los descortezadores (Moser, 1995). Estos ácaros pueden beneficiar al desarrollo del escarabajo y su asociación mutualista, porque son depredadores de nemátodos endoparásitos de los descortezadores (Kinn, 1983). *Dendrolaelaps neocornutus* está reportado asociado a *D. frontalis* (Estados Unidos, Guatemala y Honduras) y a *Ips alvulsus* sólo en Estados Unidos (Moser et al., 1974), por lo que en México es el primer registro en asociación con *D. rhizophagus*.

La familia Trematuridae tiene hábitos nematófagos; de las especies encontradas en este estudio, *Trichouropoda hirsuta* ha sido reportada en 4 especies de *Dendroctonus* (*D. approximatus*, *D. brevicornis*, *D. frontalis* y *D. valens*) y 4 de *Ips* (*Ips alvulsus*, *I. calligraphus*, *I. grandicollis*, *I. pini*) en Estados Unidos por Moser et al. (1974), Hirschmann y Wisniewski (1986), Hofstetter (2008), Kinn y Linit (1989) y Knee et al. (2012); mientras que *T. ovalis* fue citada sólo en *D. frontalis* en Honduras por Moser et al. (1974). De estas especies no se ha observado ni reportado ningún aspecto sobre su biología.

Proctolaelaps hystrix fue registrado en 2 especies de *Dendroctonus* (*D. frontalis* y *D. terebrans*) y en *Ips alvulsus* (Moser et al., 1974); Lindquist y Hunter (1965) mencionan que las especies de *Proctolaelaps* son comensales, mientras otros son depredadoras de sus insectos asociados.

En general, los ácaros encontrados en este estudio tienen hábitos alimentarios muy similares, la mayoría son nematófagos y ocasionalmente se llegan a alimentar de los primeros estadios larvales (Kinn, 1967). Sin embargo, no fue posible observar este comportamiento en los ejemplares colectados en vivo y sobre las larvas de *D. rhizophagus*. Las hembras que se presentan, tanto en las galerías como sobre los insectos generalmente fueron ovígeras, puesto que se observa un huevo dentro del cuerpo. En estas condiciones tienen la oportunidad de depositar sus huevos en un sitio completamente diferente, que podrá ser colonizado por su prole, por lo que el papel de los ácaros en la colonización es clara, la migración es un medio de colonizar y explotar hábitats cambiantes por individuos pre-reproductivos (Lindquist, 1970).

Las deutoninfas predominan tanto en las galerías como en el cuerpo de los insectos (Cuadro 1). Las galerías juegan un papel importante en el ciclo biológico de los ácaros, pues les proporcionan diferentes tipos de alimento (nematodos, hongos, bacterias, etc.) además de refugio, humedad, temperatura, los cuales son necesarios para su supervivencia. Al respecto, Massey (1974) indica que los nematodos viven libremente en las galerías hechas por los escarabajos sin causarles ningún tipo de daño, por lo que su relación con los descortezadores es aún incierta, dependiendo tanto de las especies de nematodos encontradas en galerías como directamente asociadas al cuerpo del insecto.

En lo que respecta a la diversidad de ácaros vinculados a descortezadores, Moser y Roton (1971) mencionan que estas especies aparentemente están limitadas en la gama de sus huéspedes y que las especies de los géneros de *Dendroctonus* e *Ips* son las que presentan la mayor diversidad de ácaros. Esto se ha comprobado en estudios previos hechos por los autores, donde sólo se han encontrado estas especies en 2 géneros de Scolytinae (Chaires-Grijalva et al., 2009). Lindquist (1975) menciona que este tipo de asociaciones se da cuando las especies muestran preferencia por recursos o microclimas similares, o bien, cuando el recurso alimentario existe en el mismo microhábitat.

Posición sobre las diferentes partes del cuerpo. Al respecto, Binns (1982) menciona que el sitio específico de sujeción de los ácaros asociados a un insecto se selecciona principalmente para minimizar la probabilidad de desprendimiento por la actividad del insecto o pasivamente durante la dispersión. Estas familias residen

principalmente bajo los élitros, los cuales pueden proporcionar la mayor protección contra desprendimiento. Las especies de *Dendrolaelaps* utilizan el ambulacro y los quelíceros para sujetarse a las sedas, adhiriéndose a la superficie del cuerpo de su huésped (Hirschmann y Rühm 1953), mientras que Trematuridae se fija principalmente en el área ventral entre las coxas I y II, en contraste con los ácaros antes mencionados. Todas las deutoninfas de estos ácaros de esta familia se adhieren a su huésped mediante un pedicelo anal, que es una estructura flexible y resistente que proporciona una baja probabilidad de ser desalojado y que a su vez le proporciona más libertad para la selección del sitio donde se va a fijar (Faasch, 1967; Binns, 1982). Knee et al. (2012) realizaron un estudio sobre los ácaros uropodoideos en cerambícidos, quienes mencionan que algunas especies de trematúridos se encuentran principalmente bajo los élitros, mientras que *T.* prefiere la parte dorsal del protórax de los cerambícidos,

lo que no coincide con lo reportado en este estudio, pues las especies identificadas se encontraban principalmente en el área ventral del cuerpo.

Los hábitos de limpieza del escarabajo en zonas como la cabeza y piezas bucales influyen en los sitios de adhesión de estos ácaros, pues los movimientos bruscos pueden romper el pedicelo anal con el que se fijan algunas deutoninfas y fácilmente dejar libre la zona de los ojos y antenas. En algunos casos los movimientos son para librarse de algunos ácaros adultos que merodean esta zona en busca de un lugar donde posarse para iniciar la foresia. Al respecto, Hunter (1993) menciona 2 áreas sobre el cuerpo de los escarabajos donde se localizan los ácaros foréticos; sobre las superficies externas y en zonas protegidas del cuerpo, los ácaros que son encontrados en las superficies suaves y esclerosadas de la región frontal de la cabeza y entre el pro y mesotórax se adhieren por una estructura membranosa, ambulacro, localizada en las uñas II a IV;

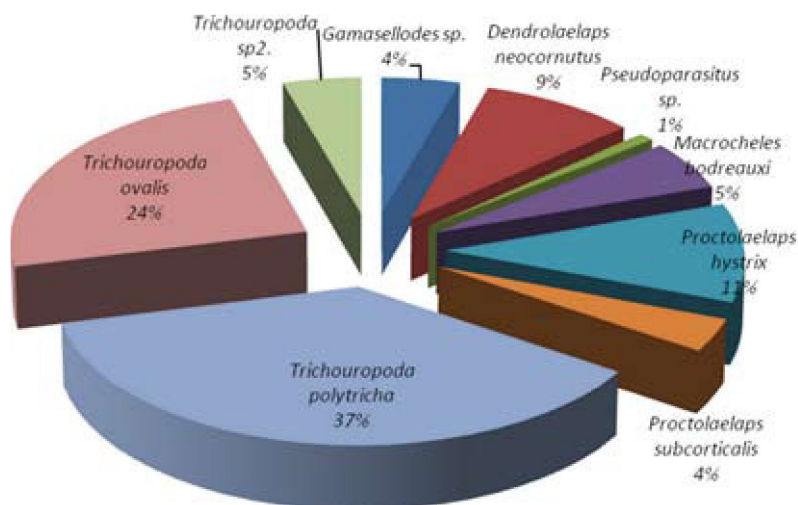


Figura 2. Abundancia de las especies de gamásidos asociadas con *Dendroctonus rhizophagus*.



Figura 3. *Dendroctonus rhizophagus*; A, *Trichouropoda ovalis* en pronoto y esternitos ventrales, y B, *Trichouropoda ovalis* en superficie ventral entre las patas.

formando una ventosa que permite al ácaro adherirse y moverse rápidamente en estas superficies. Es importante mencionar que los ácaros no sólo son específicos del huésped, sino también de las partes del cuerpo donde se alojan puesto que la elección del sitio por los ácaros no es accidental. Türk y Türk (1957) e Ignatowicz (1975) observaron patrones similares de disposición de espacio en los ácaros, por lo que los lugares preferidos son los menos expuestos al riesgo de ser eliminados por el insecto transportista (Fig. 3).

La riqueza presentada en este trabajo es considerada como alta para una sola especie de escoltino, muy probablemente por los hábitos de *D. rhizophagus*, que al ser una especie básicamente rizófaga, cuyo ciclo biológico se desarrolla en las raíces, está en constante contacto con el suelo, donde se encuentran las familias de ácaros registradas en este estudio, asociadas a este insecto porque en sus galerías pueden encontrar una amplia disponibilidad de recursos alimentarios, así como una temperatura constante y refugio contra sus enemigos naturales.

Con este trabajo se incrementa el número de especies (9) asociadas con *D. rhizophagus* en el estado de Chihuahua y se amplía el mapa de distribución para las diferentes especies de mesostigmados asociadas con descortezadores en el país. *Macrocheles boudreauxi*, *Trichouropoda ovalis* y *Trichouropoda* sp. 2 se registran por primera vez en México. Claramente se observa que 2 especies de Trematuridae fueron las más abundantes, *Trichouropoda polytricha* con el 37% de los ejemplares recolectados y *T. ovalis* con 24%; al contrario de *Androlaelaps casalis* que sólo presenta el 1% (Fig. 2).

Agradecimientos

Al Conacyt por la beca proporcionada al primer autor para la realización de este trabajo. A Verónica Torres, Francisco Armendáriz-Toledano y Adrián Sotelo-López del IPN, por la colecta de los insectos en campo y su ayuda para la revisión de muestras. A Norma León-García por la ayuda en el tratamiento de los ejemplares, a Jorge Valdez-Carrasco del CP, por la ayuda para tomar las fotografías que ilustran el manuscrito, a Jesús A. Acuña-Soto del CP, por su ayuda en la revisión y procesamiento de muestras en el laboratorio. A María del Rocío Carrillo-González de la UNAM, por la revisión y sugerencias del manuscrito. Este estudio forma parte del Proyecto “Ácaros asociados a especies de Scolytinae de interés forestal para México”.

Literatura citada

Atkinson, T. H. y A. M. Equihua. 1985. Notes on biology and distribution of Mexican and Central American Scolytidae

- (Coleoptera). I. Hylesininae, Scolytinae except Cryphalini and Corthylini. The Coleopterists Bulletin 39:227-238.
- Armendáriz, T. F., V. Torres, M. F. López, J. Villa y G. Zúñiga. 2012. New record and extension of the distribution range of the bark beetle *Dendroctonus rhizophagus* (Curculionidae: Scolytinae). Revista Mexicana de Biodiversidad 83:850-853.
- Binns, E. S. 1982. Phoresy as migration: Some functional aspects of phoresy in mites. Biological Review 57:57-620.
- Cibrián, T. D., T. M. Méndez, R. B. Campos, H. O. Yates y J. L. Flores. 1995. Insectos forestales de México. Forest insects of Mexico. Universidad Autónoma Chapingo; Conafor-Semarnat, México; Forest Service USDA, USA; NRCAN Forest Service, Canada y Comisión Forestal de América del Norte, COFAN, FAO, Chapingo, México, D. F. 453 p.
- Chaires-Grijalva, M. P., E. G. Estrada-Venegas y A. M. Equihua. 2009. Gamásidos (Acari: Mesostigmata) de 13 estados de la República Mexicana asociados a Scolytinae de importancia forestal. In Entomología Mexicana, vol. 8, E. G. Estrada-Venegas, A. M. Equihua, M. P. Chaires-Grijalva, J. A. S. Acuña, J. R. R. Padilla y A. E. Mendoza (eds.). Texcoco, Estado de México. p. 125-130.
- Estrada, M. O. 1983. Biología del descortezador del renuevo de pino, *Dendroctonus rhizophagus* T. y B. (Col: Scolytidae) en la región de Mesa del Huracán, Chihuahua. Tesis, Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. 74 p.
- Faasch, V. H. 1967. Beitrag zur Biologie der einheimischen Uropodiden *Uroobovella marginata* (C. L. Koch 1839) und *Uropoda orbicularis* (O. F. Muller 1776) und experimentelle Analyse ihres Phoresieverhaltens. Zoologische Jahrbuecher Abteilung fuer Systematik Oekologie und Geographie der Tiere 94:52-608.
- Gispert, G. M. C. 1983. Acarofauna asociada a *Ips bonansea* Hopkins (Coleoptera: Scolytidae). Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 108 p.
- Hirschmann, W. y W. Rühm. 1953. Milben und Fadenwürmer als Symphoristen und Parasiten des Buchdruckers. Mikrokosmos 43:7-10.
- Hirschmann, W. y J. Wisniewski. 1986. Gangsystematik der Parasitiformes Weltweite Revision der Gattung *Trichouropoda* Berlese 1916 teil I. Acarologie 33:1-181.
- Hoffmann, A. 1981. Algunos aspectos sobre el comportamiento forético de los ácaros. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas 24:51-69.
- Hofstetter, R. W. 2008. Information and images of mites associated with bark beetles and their predators. <http://oak.ucc.nau.edu/rh245/MiteImages.htm>; última consulta: 09.VIII.2010.
- Hunter, P. E. 1993. Mites associated with New World passalid beetles (Coleoptera: Passalidae). Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie 58:1-37.
- Ignatowicz, S. 1975. Forezjaw ródroztoczy [Phoresy in mites]. Wszech.wiat 6:151-153.
- Kenis, M., B. Wermelinger y J. C. Grégoire. 2007. Research on parasitoids and predators of Scolytidae. A review. In

- Bark and wood boring insects in living trees in Europe: a synthesis, F. Lieutier, K. R. Day, A. Battisti, J. C. Grégoire y H. F. Evans. (eds.). Springer Netherlands. p. 237-290.
- Kinn, D. N. 1967. Notes on the life cycle and habits of *Digamasellus quadrisetus* (Mesostigmata: Digamasellidae). *Annals of the Entomological Society of America* 60:862-865.
- Kinn, D. N. 1983. Mites as biological control agents of bark and sawyer beetles. In *Biological control of pests by mites, Proceedings of a Conference Held April 5-7, 1982 at the University of California, Berkeley*. Special Publication 3304. M. A. Hoy, G. L. Cunningham y L. Knutson (eds.). Agricultural Experimental Station. Division Natural Resources, Berkeley. p. 67-73.
- Kinn, D. N. y J. J. Witcosky. 1977. The life cycle and behaviour of *Macrocheles boudreauxi* Krantz. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 84:136-144.
- Kinn, D. N. y M. J. Linit. 1989. A key to phoretic mites commonly found on long-horned beetles emerging from southern pines. United States Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station 357:1-8.
- Knee, W., T. Hartzenberg, M. R. Forbes y F. Beaulieu. 2012. The natural history of mites (Acari: Mesostigmata) associated with the white-spotted sawyer beetle (Coleoptera: Cerambycidae): diversity, phenology, host attachment, and sex bias. *Canadian Entomologist* 144:1-9.
- Krantz, G. W. 1965. A new species of *Macrocheles* (Acarina: Macrochelidae) associated with bark beetles of the genera *Ips* and *Dendroctonus*. *Journal of the Kansas Entomological Society* 38:145-153.
- Lindquist, E. E. y P. Hunter. 1965. Some mites of genus *Proctolaelaps* Berlese (Acarina: Blattisocidae) associated with forest insect pest. *The Canadian Entomologist* 97:15-32.
- Lindquist, E. E. 1970. Relationships between mites and insects in forest habitats. *The Canadian Entomologist* 102:978-984.
- Lindquist, E. E. 1971. New species of *Ascidia* (Acarina: Mesostigmata) associated with forest insect pests. *The Canadian Entomologist* 103: 919-942.
- Lindquist, E. E. 1975. Associations between mites and other arthropods in forest floor habitats. *The Canadian Entomologist* 107:1-43.
- Massey, C. 1974. Biology and taxonomy of nematode parasites and associated with barkbeetles in the United States. U. S. Department of Agriculture, Forest Service. *Agricultural Handbook* 446. Washington, D. C. 233 p.
- McGraw, J. R. y M. H. Farrier. 1969. Mites of the superfamily Parasitoidea (Acarina: Mesostigmata) associated with *Dendroctonus* and *Ips* (Coleoptera: Scolytidae). *Technical Bulletin*. North Carolina Agricola Experimental Station 192. 162 p.
- Mendoza, M. G., Y. Salinas-Moreno, A. Olivo-Martínez y G. Zúñiga. 2011. Factors influencing the geographical distribution of *Dendroctonus rhizophagus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in the Sierra Madre Occidental, Mexico. *Environmental Entomology* 40:549-559.
- Moser, J. C. y L. M. Roton. 1971. Mites associated with the southern pine beetle in Allen Parish, Louisiana. *Canadian Entomologist* 103:1775-1798.
- Moser, J. C., R. Wilkinsok y E. W. Clark. 1974. Mites associated with *Dendroctonus frontalis* Zimmerman (Scolytidae: Coleoptera) in Central America and Mexico. *Turridbiz Vot* 24:373-381.
- Moser, J. C. 1975. Mite predators of the southern pine beetle. *Annals of the Entomological Society of America* 68:1163-1116.
- Moser, J. C. 1995. Mites associated with forest insects. Willamette Institute for Biological Control, Inc. Monroe, Oregon. 52 p.
- Salinas-Moreno, Y., M. C. F. Vargas, G. Zúñiga, J. Víctor, A. Ager y J. L. Hayes. 2010. Atlas de distribución geográfica de los descortezadores del género *Dendroctonus* (Curculionidae: Scolytinae) en México. Instituto Politécnico Nacional, Comisión Nacional Forestal, México D. F. 90 p.
- Sánchez-Martínez, G. y M. R. Wagner. 2009. Host preference and attack pattern of *Dendroctonus rhizophagus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae): a bark beetle specialist on pine regeneration. *Environmental Entomology* 38:1197-204.
- Six, D. y K. D. Klepzig. 2004. *Dendroctonus* bark beetles as model systems for studies on Symbiosis. *Symbiosis* 37:1-26.
- Thomas, J. B. y D. E. Brigh. 1970. A new species of *Dendroctonus* (Coleoptera: Scolytidae) from Mexico. *Canadian Entomologist* 102:479-483.
- Türk, E. y F. Türk. F. 1957. Systematic und Ökologie der Tyroglyphiden Mitteleuropas. In *Beiträge zur Systematik und Ökologie Mitteleuropäischer Acarina I (I)*, H. J. Stammer (ed.). Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K., Leipzig. p. 3-231
- Zúñiga, G., G. Mendoza, R. Cisneros y Y. M. Salinas. 1999. Zonas de sobreposición de las áreas de distribución geográfica de las especies mexicanas *Dendroctonus* Erichson (Coleoptera: Scolytidae) y sus implicaciones ecológico-evolutivas. *Acta Zoológica Mexicana* (ns) 77:1-22.