



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores – Zaragoza

Diferenciación morfológica y molecular de
garrapatas del género *Antricola* (Ixodida:
Argasidae) en México.

TESIS

Que para obtener el título de:

BIÓLOGO

Presenta:

Jesús Alberto Lugo Aldana

Directora de tesis: Dra. María del Carmen Guzmán Cornejo

Asesor interno: Dr. David Nahum Espinosa Organista

México, D. F.

Abril 2013



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.



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM.

Laboratorio de Acarología “Anita Hoffman”

Facultad de Ciencias, UNAM.



Dedicatoria

A mi esposa **Diana Sánchez** y mi pequeña princesa **Quetzalli** por ser el motivo, para ser mejor día con día.

A mi mamá **Sara H. Aldana G.** y mi papá **Jesús G. Lugo C.** por enseñarme los valores que hoy me hacen ser una gran persona, además de ser el ejemplo para superarme todos los días.

A mi hermana **Mitzi Saraí** y hermano **José Luis** por su apoyo incondicional, que además de ser inspiración, lograron alentarme en todo momento para concluir este gran proyecto.

A la familia **Aldana Sánchez, Aldana Godínez, Del Moral Aldana, Lugo Cid, Lugo Romero, Lugo Maldonado** y a la Sra. **Irene Cabrera R.**, por todos sus consejos y apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera.

Mil gracias...

Agradecimientos

- A mi alma mater U.N.A.M., por darme la oportunidad de ser parte de ésta gran institución.
- A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, por brindarme los conocimientos esenciales en toda mi formación como biólogo.
- A la Dra. Ma. Del Carmen Guzmán Cornejo, “Meli”, por todo su apoyo incondicional durante la realización de éste trabajo, ya que sin sus consejos, orientación, confianza y amistad no se hubieran alcanzado tantas satisfacciones.
- Al Dr. David Nahum Espinosa Organista, por aceptarme como alumno en proyecto de tesis; además de brindarme sus consejos y orientación en este trabajo.
- A la Biól. Carmen Salgado, al Dr. Manuel Feria y a la Biól. Magdalena Ordóñez, por sus contribuciones y revisión de este trabajo.
- Al C. a Dr. Ricardo Paredes León, por su apoyo en la colecta de campo, elaboración y revisión del análisis molecular; además de su gran amistad.
- A la M. en C. Griselda Montiel Parra, por sus facilidades que me brindó durante la revisión de material depositado en la CNAC; además de su orientación y amistad.
- A la M. en C. Fabiola Ramírez Corona, por su asistencia y orientación en el procesamiento de las muestras de ADN para el análisis molecular de este estudio.
- A la M. en C. Laura Márquez Valdemar, por su asistencia y orientación en la obtención de las secuencias de ADN a través del secuenciador ABI Prism 3100® del Instituto de Biología de la UNAM.
- A la M. en C. Berenit Mendoza G., por su asistencia en la toma de fotografías con el Microscopio Electrónico de Barrido (Hitachi S-2460N y SU1510) del Instituto de Biología de la UNAM.
- A la Biól. Susana Guzmán G., por su asistencia en la toma de fotografías con el microscopio Leica (modelo Z16 APO-A) de la UNIBIO, en el Instituto de Biología de la UNAM.
- Al Dr. Ricardo López Wilchis (Departamento de Biología, U.A.M.–Iztapalapa.), por su apoyo y orientación sobre la distribución de murciélagos (Mormoopidae) en México.

- A la Biól. Laura Del Castillo Martínez, por su asistencia en el procesamiento parcial del material colectado, contribuciones a éste trabajo y su gran amistad.
- A la Dra. Naomi Cuervo Pineda (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Ambiente, Instituto de Ecología y Sistemática, Departamento de Colecciones Zoológicas, La Habana, Cuba), por su asistencia en la recopilación de literatura especializada.
- Al Biól. Rodrigo Monjaraz y al Biól. Miguel Patricio, por su asistencia parcial en la colecta de garrapatas utilizadas en éste trabajo.
- A Rubén Del Moral Aldana, por su asistencia en la edición de imágenes (ruben@deadastronauts.com.mx).
- Al proyecto PAPIIT No. 226010, por el financiamiento parcial de este proyecto.
- A compañeros y amigos del laboratorio de Acarología “Anita Hoffmann”: Biól. Carmen Letechipia, Dr. Gerardo Rivas, Biól. Guadalupe López, Dr. Ignacio Vázquez, Dr. Juan Morales Malacara, M. en C. Marcia Ramírez, Dra. Areli Santos, Sokani Sánchez, Christina Lynggaard, Claudia Chávez y Mirna Hernández.
- Al Dr. Efraín Ángeles Cervantes, por su valioso apoyo durante mi formación como biólogo en la F. E. S., y también por todos sus consejos y amistad incondicional.
- A mis compañeros y grandes amigos de la F.E.S.-Zaragoza: Rodrigo León “Rorro”, Elizabeth González, Norma Salazar, Armando Molina, Janine Gutiérrez, Xóchitl Arzola, Ana Bautista, Vanesa Cárdenas, Rigoberto Ramos, Sandra Aldana, Diana Jiménez, Sacnité Chávez, Mariana Zamudio, Adriana Vallejo, sé que la lista sigue pero nunca terminaríamos, así que no se preocupen si no ven su nombre aquí, recuerden que serán mis grandes amig@s...

¡Gracias a todos!

Índice

Resumen	1
Introducción	2
Antecedentes	6
Zona de estudio	13
Objetivos	
Generales.....	16
Particulares.....	16
Material y método	17
Resultados	19
Análisis morfológico	
<i>Antricola mexicanus</i>	20
<i>Antricola marginatus</i>	34
<i>Antricola coprophilus</i>	42
Análisis molecular	
Caracterización de las secuencias de rADN.....	48
Matriz de distancias genéticas.....	50
Fenograma con Neighbor-Joinin.....	51
Discusión	52
Conclusiones	55
Referencias bibliográficas	57
Anexos	
Anexo A . Protocolo de extracción de ADN.....	65
Anexo B . Protocolo de reacción de amplificación.....	66
Anexo C . Protocolo de purificación de ADN.....	67
Anexo D . Alineamiento de secuencias de 16S de <i>Antricola</i>	68

Resumen

El presente estudio comprende la diferenciación morfológica y molecular de dos de las tres especies de garrapatas del género *Antricola* (*A. mexicanus*, *A. coprophilus* y *A. marginatus*) distribuidas en México. *Antricola mexicanus* se recolectó en las siete cuevas muestreadas; *A. marginatus* solo en la cueva de Calcehtok, Yucatán, mientras que *A. coprophilus* no se colectó en ninguna de las cuevas.

El análisis morfológico de *A. marginatus* y *A. mexicanus* incluye la redesccripción tanto de estados ninfales como de los adultos (hembras y machos), mientras que para *A. coprophilus*, la descripción se basó en los caracteres referidos en la descripción original. Aunado a lo anterior se refieren aspectos relacionados con su biología, distribución en México y comentarios taxonómicos.

El análisis molecular incluyó la caracterización de las secuencias obtenidas del gen 16S rADN (composición nucleotídica, sitios conservados, sitios informativos); adicionalmente se obtuvo una matriz de distancias genéticas entre los ejemplares analizados, para construir finalmente un fenograma a través del método de Neighbour-Joining. El fenograma está conformado por dos grandes grupos, el primero corresponde al material identificado morfológicamente como *A. marginatus*, y el segundo incluye a los ejemplares identificados como *A. mexicanus*. Con las secuencias obtenidas se corroboró la pertenencia del material recolectado a las especie *A. mexicanus* y *A. marginatus*.

El conocimiento sobre la biología, sistemática y biogeografía de las garrapatas del género *Antricola* está aún lejos de completarse. Por ello se requieren de nuevas colectas en cuevas no exploradas, así como nuevas observaciones de campo, que nos permitan conocer más sobre este taxón en particular.

Introducción

En general, la biodiversidad se refiere a la variabilidad de la vida, incluyendo tanto los ecosistemas terrestres como acuáticos, de los cuales se distinguen tres niveles de variabilidad biológica: genética (o intraespecífica), especies (diversidad sistemática) y ecosistémica (comunidades biológicas). En estos niveles se integra una amplia gama de fenómenos, de manera que la biodiversidad de un país se refleja en los diferentes tipos de ecosistemas, el número de especies que contiene, el cambio en la riqueza de especies de una región a otra, el número de endemismos, las subespecies y variedades o razas de una misma especie, entre otros (Neyra y Durand, 1998).

Cerca de dos terceras partes de la diversidad biológica mundial se localiza en poco más de una docena de países conocidos como megadiversos. México destaca entre ellos por ser la cuarta nación en cuanto a riqueza de especies (Espinosa y Ocegueda, 2008).

En particular, México ocupa el lugar 14 en extensión territorial, y en él habita la cuarta biota más rica del mundo, que contribuye, en promedio, con 10% de la riqueza global en cada taxón. Su diversidad de ecosistemas y su riqueza genética lo ubican en un lugar privilegiado en el mundo. Esta elevada biodiversidad se explica por su gran complejidad fisiográfica y por su intrincada historia geológica y climática (Espinosa y Ocegueda, 2008). La flora y fauna mexicanas muestran patrones geográficos correlacionados con el comportamiento del medio físico. La riqueza de especies y de endemismos de cada grupo no son uniformes a lo largo del territorio mexicano, sino que muestran tendencias geográficas y discontinuidades (Sarukhán y Dirzo, 2001).

Gran parte de esta riqueza se debe a que en el territorio mexicano concurren dos grandes zonas biogeográficas: la llamada Neártica, que contribuye con una gran representación de las especies de las zonas templadas del mundo, y la Neotropical, que aporta muchos elementos de la zona tropical, provenientes de la Cuenca Amazónica. Además se presentan casi todos los climas del planeta, lo que aunado a su accidentada topografía y compleja geología permite que se desarrollen prácticamente todos los ecosistemas terrestres presentes en el mundo, concentrados en poco menos de dos millones de kilómetros cuadrados (Sarukhán *et al.*, 2009).

En el mundo se conocen hasta el momento alrededor de 1.8 millones de especies animales, vegetales y de microorganismos, de un total estimado en más de 10 millones de especies. Es decir, se desconoce más del 80% del total posible de especies, pero se tiene un panorama de la magnitud de la

riqueza de la vida y de su distribución en la Tierra (Sarukhán *et al.*, 2009).

Dentro de esta diversidad biológica, los invertebrados representan casi el 97% de los animales. Actualmente se reconocen cerca de 30 Phyla de invertebrados, mientras que los vertebrados solo se adscriben a un solo Phylum (Burnie, 2003). A pesar de ser un grupo tan diverso, es de los menos conocidos, pues no existen especialistas para cubrir su estudio y los ambientes donde se desarrollan.

Entre los invertebrados, los artrópodos constituyen un grupo taxonómico muy exitoso evolutivamente, con una antigüedad de al menos 540 millones de años. Debido a ello éstos han alcanzado gran número de especies, si se les compara con otros taxones, pues están ampliamente adaptados a casi todos los hábitats y microhábitats, además de que están notablemente diversificados gran número de familias. Constituyen aproximadamente el 85% del total de la fauna mundial y representan el 65% de las especies. Las estimaciones sobre el número de especies de artrópodos en el mundo varían entre poco más de un millón, que son cifras más conservadoras, hasta cerca de 30 millones o más, solo para insectos en las estimaciones más extremas (Erwin, 1982).

El éxito alcanzado por estos artrópodos a lo largo de su evolución es verdaderamente notable, debido a su gran poder de adaptación a todo tipo de hábitat en el planeta, sea terrestre, marino o dulceacuícola. Esto también les ha permitido, asociarse con todos los demás seres vivos, originándose una gran variedad de biorrelaciones (e. g. parasitismo, mutualismo, foresia). El factor fundamental que estimula la formación de estas relaciones es la alimentación, pero hay asimismo otros aspectos muy importantes para su vida que contribuyen al establecimiento de estas asociaciones, como son la protección, la diseminación, la reproducción, la oviposición y demás. Con el tiempo se ha comprobado también su relevante y benéfica participación como biodegradadores de materia orgánica de la fauna del suelo y como indispensables controles biológicos en las poblaciones de otros animales, ayudando en forma esencial a mantener el equilibrio biológico dentro de los ecosistemas (Hoffmann y López-Campos, 2000).

Los artrópodos han colonizado casi todos los ecosistemas, un caso muy particular es la presencia de éstos en cuevas (e. g. insectos, miriápodos y arácnidos). Las cuevas son consideradas como formaciones geológicas, caracterizadas por la ausencia de luz, temperatura constante, altos niveles de humedad y bajos niveles de nutrientes, que han sido utilizadas por el hombre como vivienda, santuarios religiosos y ceremoniales, para abastecimiento de agua o para la extracción de minerales. Sin embargo, las cuevas también sirven de refugio a muchos animales como zorras,

tejones, zorrillos, mapaches, aves, reptiles, culebras, ranas, sapos y murciélagos, entre otros (Winkler y Adams, 1972; Reddell, 1981; Hoffmann *et al.*, 1986; Guerrero y Morales-Malacara, 1996; Espino del Castillo *et al.*, 2009). En México existen alrededor de 7000 cuevas o cavernas de diferente tamaño, origen y constitución (Lazcano, 1983).

La fauna de cuevas puede incluir a verdaderos animales cavernícolas o troglóbios, que son aquellos que pasan todo su ciclo de vida dentro de la cueva y se caracterizan por la pérdida o reducción de ojos y pigmentos, y por el alargamiento de apéndices. Los troglófilos son organismos que permanecen la mayor parte de su vida en la cueva donde encuentran refugio y alimento, pero otra parte de su ciclo de vida lo pasan afuera de éstas y los troglóxenos, los cuales viven normalmente en el exterior y sólo por accidente penetran a las cavernas, buscando alimento, refugio o para escapar de algún depredador (Reddell, 1981; Culver *et al.*, 2000).

En particular, los murciélagos utilizan las cuevas como sitios de hibernación, reproducción y crianza (Kunz, 1982). Arita (1993) señala que de las especies de murciélagos que se distribuyen en el país, 60 de ellas (44%) utilizan las cuevas como refugio. De éstas, 27 especies las usan permanentemente, mientras que 33 las utilizan como refugios alternativos. Las especies restantes pueden llegar a ocuparlas sólo ocasionalmente. Adicionalmente, los murciélagos son parte importante de las cuevas, aportando a través del guano, la materia orgánica necesaria para el sustento de comunidades o biocenosis dentro de estos ambientes (Ferreira y Martins, 1999; Hoffmann *et al.*, 2004), entre las que destacan las de los ácaros

Los ácaros constituyen un grupo muy grande y complejo de animales que por su pequeño tamaño pasaron desapercibidos por el hombre durante mucho tiempo. El grupo de ácaros más estudiado, no sólo en México sino en todo el mundo, es el de las garrapatas, por ser los ácaros de mayores dimensiones, y por el importante papel que juegan en el campo de la parasitología como transmisores de muchos microorganismos patógenos (Hoffmann y López-Campos, 2000).

El orden Ixodida comprende al grupo de ácaros conocidos como garrapatas, las cuales se caracterizan por ser parásitas de grupos de vertebrados tales como: anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Este orden está conformado por tres familias: Argasidae (garrapatas blandas), Ixodidae (garrapatas duras) y Nuttalliellidae, las dos primeras con especies representantes en México y la última monotípica, con distribución restringida a Sudáfrica y Tanzania. Los registros bibliográficos que existen de garrapatas en cuevas o grutas, refieren principalmente la asociación de estos ácaros con

murciélagos u otros pequeños vertebrados, viviendo en el guano o simplemente caminando en las paredes de estos ambientes. Sin embargo, el conocimiento de estos artrópodos en cuevas es aún escaso.

En la actualidad existen pocos proyectos destinados a la investigación bioespeleológica en el país, por ello es importante retomar trabajos sistemáticos, ecológicos y biogeográficos con el fin de aportar nuevo conocimiento sobre organismos que habitan estos particulares ambientes.

Antecedentes

La primera investigación biológica en una cueva mexicana fue realizada por Dominik Bilimek en 1866 en las grutas de Cacahuamilpa. En esta expedición se reportaron 11 especies, una de ellas es *Lepisma anophthalma* (Thysanura), la cual fue considerada como troglóbia. A partir de entonces se llevaron a cabo nuevas expediciones en cuevas de diferentes estados del país, generándose a partir de ésta, información sobre su fauna (Reddell, 1971; Reddell, 1981; Hoffmann *et al.*, 1986; Hoffmann *et al.*, 2004).

Gran parte de la diversidad de fauna de cuevas está conformada por artrópodos. Reddell (1981) mencionó en la “Revisión de la fauna cavernícola de México, Guatemala y Belize” un total de 1263 especies de artrópodos, de las cuales 304 son consideradas como troglóbias. Por su parte, Hoffmann *et al.* (2004) citan para el país 1935 especies de artrópodos de 584 cavernas. De este total, 127 especies se consideraron como troglóbias. Sin embargo, estos autores refieren que aún faltan muchos estudios para determinar con mayor precisión el grado de interacción de estas especies con las cuevas. Como parte de esta diversidad, los ácaros constituyen un grupo importante por su abundancia y diversidad, pero sin duda también han sido poco estudiados. Para México, Reddell (1981) enlistó 83 especies, mientras que Hoffmann *et al.* (2004) citaron un total de 273 especies de ácaros distribuidos en cinco taxones: Mesostigmata, Ixodida, Prostigmata, Astigmata y Oribatida.

En particular, de las aproximadamente 100 especies del orden Ixodida distribuidas en el país, 14 han sido registradas en cuevas, en 16 estados de la República Mexicana; de este total, cuatro pertenecen a la familia Ixodidae (*Amblyomma* e *Ixodes*) y diez a la familia Argasidae (*Antricola*, *Ornithodoros*, *Argas* y *Nothoaspis*) (Cuadro1).

Cuadro 1. Registros de Ixodida en cuevas de México.

Género	Cueva	Estado	Referencia
Antricola			
<i>A. coprophilus</i>	En guano de murciélago para agricultura.	Nuevo León	McIntosh, 1935
	Cueva de la Chepa	Chiapas	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cueva "El chico"	Jalisco	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Sótano de la Tinaja	San Luis Potosí	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cueva de la Florida	Tabasco	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cueva de Teapa	Tabasco	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cueva de los cuarteles	Tamaulipas	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cuevas de laguna encantada	Veracruz	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
<i>A. mexicanus</i>	Cueva de la Florida	Tabasco	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Sótano del Sauz	Chihuahua	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Grutas de Juxtlahuaca	Guerrero	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cueva del Taninul No. 1	San Luis Potosí	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cueva cercana a Playa San Vicente	Veracruz	CNAC
<i>A. marginatus</i>	Cueva cercana a Playa San Vicente	Veracruz	CNAC
Argas			
<i>A. cooleyi</i>	Cueva el Salitre	Chihuahua	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
Nothoaspis			
<i>N. reddelli</i>	Cueva de X'tacumbilxuna'an	Campeche	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cueva del azufre	Tabasco	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cueva Toh	Yucatán	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cueva Xpukil	Yucatán	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cueva Sodzil	Yucatán	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cueva del Arrollo del Bellaco	Veracruz	CNAC
Ornithodoros			
<i>O. capensis</i>	Grutas la estrella	Edo. De México	CNAC
<i>O. dyeri</i>	Cenote y cueva Xtolok	Yucatán	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cueva de la Chepa	Chiapas	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cueva del diablo	Nuevo León	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cueva del Taninul No. 3	San Luis Potosí	CNAC
	Cueva de la Finca	Colima	CNAC
<i>O. nicollei</i>	Cueva Huajintlán	Morelos	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
<i>O. talaje</i>	Grutas de Cacahuamilpa	Guerrero	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cenote y cueva Xtolok	Yucatán	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cenote Yuncu	Yucatán	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cueva Balaam Canche	Yucatán	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cueva de Sabacá	Yucatán	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
<i>O. yumatensis</i>	Gruta de Zapaluta	Chiapas	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cueva de los vampiros	Tabasco	Hoffmann <i>et al.</i> , 2004
	Cueva Grande	Chiapas	CNAC
	Cueva del Maíz	Chiapas	CNAC
	Grutas de Cacahuamilpa	Guerrero	CNAC
	Cueva de Juxtlahuaca	Guerrero	CNAC
	Cueva de Sabacá	Yucatán	CNAC
Ixodes			
<i>I. conepti</i>	Cueva la Manga	Coahuila	Guzmán-Cornejo <i>et al.</i> , 2007
	Cueva popo de oso	Coahuila	Guzmán-Cornejo <i>et al.</i> , 2007
Amblyomma			
<i>A. auricularium</i>	Cueva de Juxtlahuaca	Guerrero	CNAC

Cuadro 1. Continuación.

<i>A. cajennense</i>	Cenote Xtolok y cueva	Yucatán	Hoffmann <i>et al.</i>, 2004
	Cueva Chac Mol	Yucatán	Hoffmann <i>et al.</i>, 2004
	Cueva de Loltun	Yucatán	Hoffmann <i>et al.</i>, 2004
	Cueva del camino a San Roque, Oxcutzcab No. 2	Yucatán	Hoffmann <i>et al.</i>, 2004
	Cueva Puz	Yucatán	Hoffmann <i>et al.</i>, 2004
	Cueva Balaam Canche o Balamkanché	Yucatán	CNAC
<i>A. dissimile</i>	Cueva Balaam Canche o Balamkanché	Yucatán	Hoffmann <i>et al.</i>, 2004
	Cueva de Kaua	Yucatán	Hoffmann <i>et al.</i>, 2004
	Cueva de Sambulha (Motul)	Yucatán	Hoffmann <i>et al.</i>, 2004
	Cueva del camino a San Roque, Oxcutzcab No. 2	Yucatán	Hoffmann <i>et al.</i>, 2004
	Cueva siete aguas	Yucatán	Hoffmann <i>et al.</i>, 2004
	Cueva Yunchen	Yucatán	Hoffmann <i>et al.</i>, 2004

*CNAC=Colección Nacional de Ácaros, Instituto de Biología, UNAM.

Argasidae Koch, 1844.

La familia Argasidae incluye alrededor de 193 especies conocidas como garrapatas blandas, las cuales se caracterizan por presentar ninfas y adultos que carecen de placas dorsales y ventrales en el cuerpo (idiosoma), mientras que la mayoría de sus larvas presentan una placa media-dorsal, coxas sin espolones, cutícula de ninfas y adultos granulada, plegada, mamilada y/o raramente estriada, y un ciclo de vida que comprende un estado larvario, varios estadios ninfales y un estado adulto (hembra y macho) que carece de dimorfismo sexual (Sonenshine, 1991; Guglielmone *et al.*, 2010). Los argásidos son esencialmente nidícolas y/o parásitos temporales que se alimentan de su huésped cuando éste llega a dormir o a descansar a su nido o madriguera. Los adultos pueden alimentarse varias veces con intervalos variables (Hoffmann, 1988).

Estudios sistemáticos de la familia Argasidae por Pospelova-Shtrom (1946) incluyen dos subfamilias: Argasinae con los géneros *Argas* y *Carios* y la subfamilia Ornithodorinae con los géneros *Ornithodoros*, *Antricola*, *Otobius* y *Alveonasus*. Posteriormente Clifford *et al.* (1964) proponen un arreglo taxonómico diferente de las dos subfamilias: Argasinae con el género *Argas* y Ornithodorinae, con los géneros *Otobius*, *Ornithodoros* y *Antricola*. Hoogstraal (1985) propone una nueva clasificación parecida a la de Clifford *et al.* (1964) sólo que incluye además al género *Nothoaspis*. Posteriormente, Klompen y Oliver (1993) realizaron un nuevo análisis filogenético de argásidos utilizando caracteres morfológicos tanto de larvas como de adultos: este estudio confirma la monofilia de la familia y la

validez de las subfamilias Argasinae (con el género *Argas*) y Ornithodorinae (con los géneros *Ornithodoros*, *Otobius* y *Carios*). En el género *Carios* se incluyeron algunas especies de los géneros *Argas* y *Ornithodoros* y todas las especies de *Antricola* y *Nothoaspis* (Cuadro 2).

El cambio de *Antricola* no ha sido aceptado por muchos investigadores que realizan estudios en la región Neotropical, considerándolo prematuro y argumentando la necesidad de realizar más estudios morfológicos y sobre historias de vida, asociación de huéspedes y taxonomía molecular (Estrada-Peña *et al.*, 2004; Guglielmono y Nava, 2005).

Cuadro 2. Clasificaciones propuestas para la familia *Argasidae*.

Pospelova-Shtrom (1946, 1969) & Filippova (1961)	Clifford <i>et. al.</i> , (1964) & Hoogstraal (1985) ¹	Klompen & Oliver (1993)
Subfamilia Argasinae	Subfamilia Argasinae	Subfamilia Argasinae
Tribu Argasini		
<i>Argas</i>	<i>Argas</i>	<i>Argas</i>
<i>Carios</i>		
Subfamilia Ornithodorinae	Subfamilia Ornithodorinae	Subfamilia Ornithodorinae
Tribu Ornithodorini		
<i>Ornithodoros</i>	<i>Ornithodoros</i>	<i>Ornithodoros</i>
<i>Antricola</i>	<i>Antricola</i>	<i>Otobius</i>
Tribu Otobiini	<i>Otobius</i>	<i>Carios</i>
<i>Otobius</i>	<i>Nothoaspis</i>	
<i>Alveonasmus</i>		

¹En el estudio de Hoogstraal cada género tiene su propia subfamilia. Tomado de Nava *et al.*, 2009.

En un análisis más reciente, Nava *et al.* (2009) y Estrada-Peña *et al.* (2010) analizaron secuencias del gen 16S rADN de varias especies de garrapatas blandas (Figura 1a), concluyendo algunos aspectos generales como que el género *Carios* propuesto por Klompen y Oliver (1993) parece no estar justificado del todo. El agrupamiento de especies de *Antricola* sugiere un estatus genérico, por lo que la invalidación de éste requiere aún de más estudios.

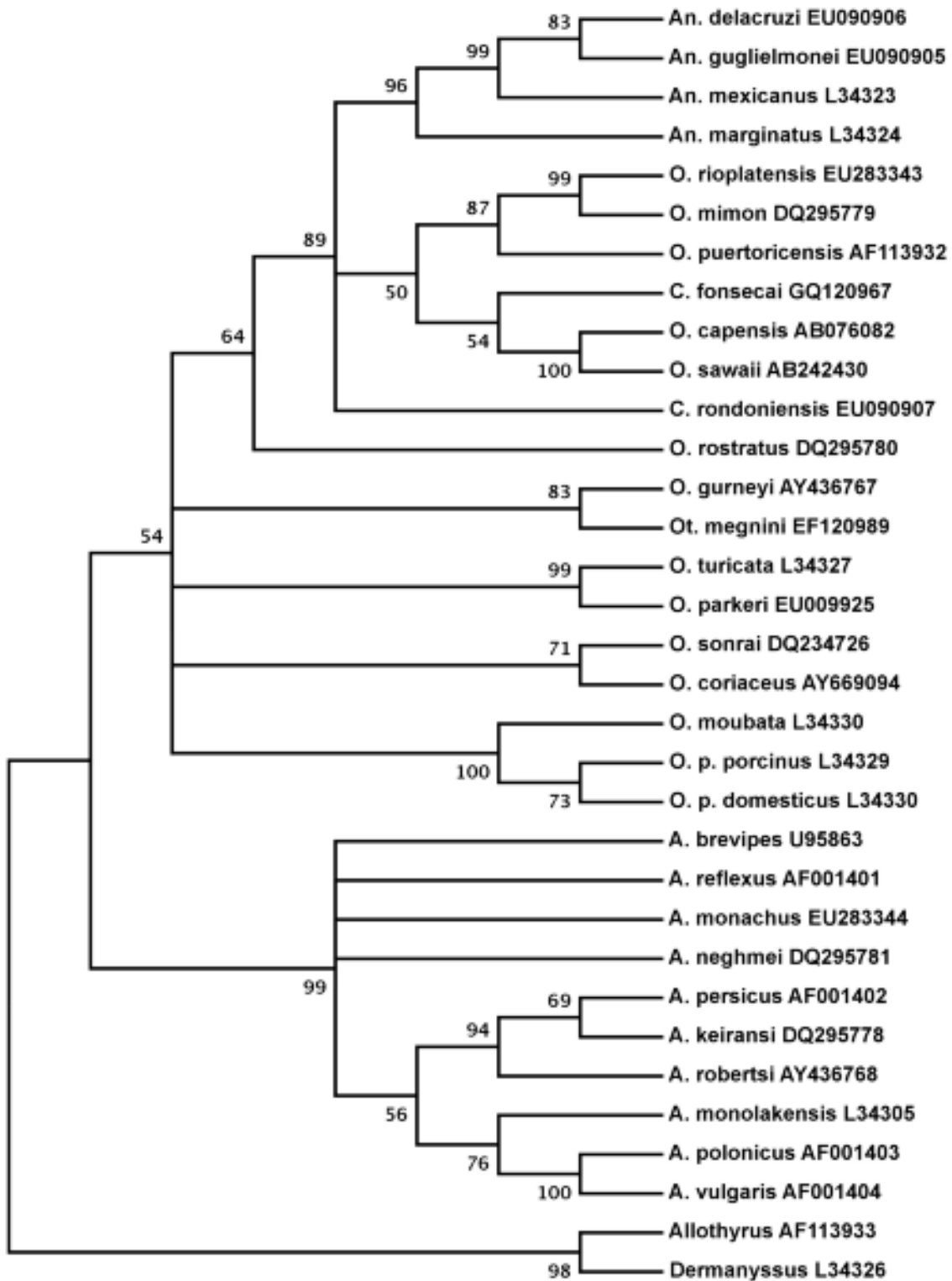


Figura 1a. Árbol filogenético con representantes de la familia Argasidae utilizando el gen 16S rADN. An.=*Antricola*; O.=*Ornithodoros*; C.=*Carios*; A.=*Argas*. Tomado de Estrada-Peña *et al.*, 2010.

Antricola Cooley y Kohls, 1942.

El género *Antricola* fue erigido por Cooley y Kohls en 1942, para incluir a la especie *Antricola coprophilus* (McIntosh, 1935), la cual fue originalmente descrita como *Ornithodoros coprophilus*. El género incluye garrapatas de tamaño medio o grande (hembras 4-7 mm y macho 3-4 mm), con cuerpo en forma variable, aunque muchas veces piriforme. Tubérculos y surcos dorso marginales bien definidos, además de tener un surco post-anal transverso asociado a tubérculos (Barros-Battesti *et al.*, 2006). Tienen un tegumento granulado y la base del gnatosoma puede ser grande o reducida con pedipalpos grandes y robustos. Los adultos poseen piezas bucales que no son funcionales; sin embargo, las larvas se alimentan de sangre de quirópteros y se caracterizan por poseer pulvilos bulbosos que les facilitan trepar las paredes de cuevas para llegar a sus huéspedes (Guglielmone *et al.*, 2004).

Las especies que constituyen a este género están distribuidas principalmente en la región Neotropical, en cuevas llamadas comúnmente “cuevas de calor”, donde se presentan condiciones (temperaturas entre los 36.7-38.2°C y una humedad relativa entre 96 y 99%, en algunos casos hasta su punto de saturación) que permiten el establecimiento de grandes poblaciones de murciélagos (Mormoopidae, Natalidae, Phyllostomidae, etc.), los cuales generan grandes cantidades de guano (De la Cruz, 1976). A nivel mundial, el género está conformado por 17 especies distribuidas en América desde el sur de los Estados Unidos hasta Argentina (Guglielmone *et al.*, 2004): *Antricola armasi* De la Cruz y Estrada-Peña, 1995; *Antricola centralis* De la Cruz y Estrada-Peña, 1995; *Antricola cernyi* De la Cruz, 1978; *Antricola coprophilus* (McIntosh, 1935); *Antricola delacruzii* Estrada-Peña, Barros-Battesti y Venzal, 2004; *Antricola grañasi* De la Cruz, 1973; *Antricola guglielmonei* Estrada-Peña, Barros-Battesti y Venzal, 2004; *Antricola habanensis* De la Cruz, 1976; *Antricola hummelincki* De la Cruz & Estrada-Peña, 1995; *Antricola inexpectata* Estrada-Peña, Barros-Battesti y Venzal, 2004; *Antricola marginatus* (Banks, 1910); *Antricola martelorum* De la Cruz, 1978; *Antricola mexicanus* Hoffmann, 1958; *Antricola naomiae* De la Cruz, 1978; *Antricola occidentalis* De la Cruz, 1978; *Antricola siboneyi* De la Cruz y Estrada-Peña, 1995 y *Antricola silvai* Černý, 1967 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Especies de *Antricola* en el continente Americano.

Especie	Distribución	Huésped /Asociación	Referencia
<i>Antricola armasi</i>	Cuba	Guano de Chiroptera	De la Cruz y Estrada-Peña, 1995
<i>Antricola centralis</i>	Cuba	Guano de Chiroptera	De la Cruz y Estrada-Peña, 1995
<i>Antricola cernyi</i>	Cuba	Guano de Chiroptera	De la Cruz, 1978
<i>Antricola coprophilus</i>	E. U. A., México Venezuela ?	Guano de Chiroptera Guano de Chiroptera	McIntosh, 1935 Ortiz, 1967
<i>Antricola delacruz</i>	Brasil	Guano de Chiroptera	Estrada-Peña <i>et al.</i> , 2004
<i>Antricola grañasi</i>	Cuba	Guano de Chiroptera	De la Cruz, 1973
<i>Antricola guglielmonei</i>	Brasil	Guano de Chiroptera	Estrada-Peña <i>et al.</i> , 2004
<i>Antricola habanensis</i>	Cuba	<i>Phyllonycteris poeyi</i> <i>Mormoops blainvillei</i>	De la Cruz 1987
<i>Antricola hummelincki</i>	Venezuela	<i>Mormoops megaphylla</i> <i>intermedia</i>	De la Cruz y Estrada-Peña, 1995
<i>Antricola inexpectata</i>	Brasil	<i>Guano de murciélago</i>	Estrada-Peña <i>et al.</i> , 2004
<i>Antricola marginatus</i>	Cuba Puerto Rico República Dominicana México	Guano de Chiroptera Guano de Chiroptera Guano de Chiroptera Guano de Chiroptera <i>Nycticeius humeralis cubanus</i> <i>Eumops glaucinus</i>	Černý, 1969 De la Cruz y Socarras, 1992 Hoogstraal, 1985 Guglielmone <i>et al.</i> , 2004 Pérez, 1934 (a, b)
<i>Antricola martelorum</i>	Cuba	Guano de Chiroptera	De la Cruz, 1978
<i>Antricola mexicanus</i>	México, Guatemala, Panamá Colombia Trinidad	Guano de Chiroptera Guano de Chiroptera Guano de Chiroptera <i>Pteronotus personatus</i> , <i>Pteronotus davyi fulvus</i>	Kohls <i>et al.</i> , 1965 Marinkelle y Grose, 1981 De la Cruz y Estrada-Peña, 1995 De la Cruz, 1973 Kohls <i>et al.</i> , 1965
<i>Antricola naomiae</i>	Cuba	<i>Phyllonycteris poeyi</i>	De la Cruz, 1978
<i>Antricola occidentalis</i>	Cuba	Guano de Chiroptera	De la Cruz, 1978
<i>Antricola siboneyi</i>	Cuba	Guano de Chiroptera	De la Cruz y Estrada-Peña, 1995
<i>Antricola silvai</i>	Cuba	Guano de Chiroptera <i>Chyllonycteris fuliginosa</i> <i>torrei</i> <i>Phyllonycteris poeyi</i> <i>Mormoops blainvillei</i> ,	Hoogstraal, 1985 De la Cruz, 1973

En México, las garrapatas del género *Antricola* están representadas sólo por tres especies: *A. coprophilus*, *A. marginatus* y *A. mexicanus*, distribuidas en nueve estados de la República Mexicana. La mayoría de los registros son del sureste del país (Cuadro 1), a excepción de *A. coprophilus*, cuya distribución ha sido referida también en estados del norte (Hoffmann *et. al.*, 2004) (Cuadro 1).

Poco se conoce sobre las especies que conforman este género, de allí la necesidad de realizar nuevas colectas que nos permitan obtener más información con el fin de contribuir en el conocimiento sobre su biología, ecología y evolución.

Zona de estudio

La recolecta de garrapatas del género *Antricola* se llevó a cabo en siete cuevas de cuatro estados de la República Mexicana (Fig. 1b).

✓ Estado de Veracruz

➤ Cueva de los Murciélagos

Se localiza en el municipio de Apazapán en las coordenadas 19.35609°N, 96.69942°W a 521 msnm. Selva baja caducifolia. Murciélagos registrados: Mormoopidae (*Mormoops megalophylla*, *Pteronotus davyi* y *Pteronotus personatus*) (Clarke-Crespo, 2008).

➤ Cueva Arroyo del Bellaco

Se localiza en el municipio de Puente Nacional en las coordenadas 19.22122°N, 96.63501°W a 272 msnm, con un clima cálido-subhúmedo y una vegetación de selva baja caducifolia. Dentro de la cueva se han registrado temperaturas promedio anuales de 33.4°C y una humedad relativa de 88%. Murciélagos registrados: Mormoopidae (*M. megalophylla*, *P. davyi*, *P. parnellii*, *P. personatus*) y Natalidae (*Natalus stramineus*) (Del Castillo-Martínez, 1996).

➤ Cueva Boca del Cántaro

Se localiza en el municipio de Puente Nacional en las coordenadas 19.22966°N, 96.63654°W a 277 msnm, con un clima cálido-subhúmedo y una vegetación de selva baja caducifolia (Torres-Flores y López-Wilchis, 2010).

✓ Tabasco

➤ Cueva de las Sardinas

Se localiza en el municipio de Tapijulapa, en las coordenadas 17.44237°N, 92.77533°W a 91 msnm, con un clima cálido-subhúmedo y una vegetación de selva alta perennifolia. Se trata de un ambiente muy especial, ya que tiene una mezcla de recursos energéticos como guano de murciélagos, detritos vegetales y colonias de bacterias autotróficas. Dentro de la cueva se reporta una temperatura promedio de

32.3°C y una humedad relativa de 85% (Guzmán-Cornejo *et al.*, 2012). Murciélagos registrados: Mormoopidae (*M. megalophylla*, *P. davyi* y *P. gymnonotus*) (Palacios-Vargas *et al.*, 2001; Torres-Flores y López-Wilchis, 2010).

✓ **Campeche**

➤ Cueva de X'tacumbilxuna' an

Se localiza en el municipio de Hopelchen en las coordenadas 19.99088°N, 89.76417°W a 108 msnm; con un clima cálido-subhúmedo, con una vegetación de selva mediana perennifolia. Murciélagos registrados: Mormoopidae (*M. megalophylla*) y Desmodontinae (*Demodus rotundus*) (Torres-Flores y López-Wilchis, 2010).

➤ Cueva Balam Kú

Se localiza en el municipio Calakmul en las coordenadas 18.52346°N, 89.82377°W a 201 msnm, con un clima cálido-subhúmedo y una vegetación de selva mediana perennifolia. Está constituida de piedra caliza, con un tiro de 100 m de profundidad y grandes cantidades de guano. La cueva se encuentra ubicada en un macizo de roca aluvial del periodo Cuaternario (1.8-1.6 m.a.) que sobresale aislado con una elevación máxima de 250 msnm, rodeado de una matriz de roca caliza del Terciario-Paleoceno (65-56 m.a.), predominante en la región. Murciélagos registrados: Molossidae (*Nyctinomops laticaudatus*), Mormoopidae (*M. megalophylla*, *P. davyi*, *P. parnellii* y *P. personatus*) y Vespertilionidae (*Myotis keaysi*) (Torres-Flores y López-Wilchis, 2010).

✓ **Yucatán**

➤ Cueva de Calcehtok

Se localiza en el municipio de Opichen en las coordenadas 20.55106°N, 89.91256°W a 62 msnm, con un clima cálido-subhúmedo y una vegetación de selva baja caducifolia. Murciélagos: Phyllostomidae (*Artibeus jamaicensis*), Desmodontinae (*D. rotundus*, *Diphylla ecaudata*), Glossophaginae (*Glossophaga soricina*) y Mormoopidae (*M. Megalophylla*) (Torres-Flores y López-Wilchis, 2010).

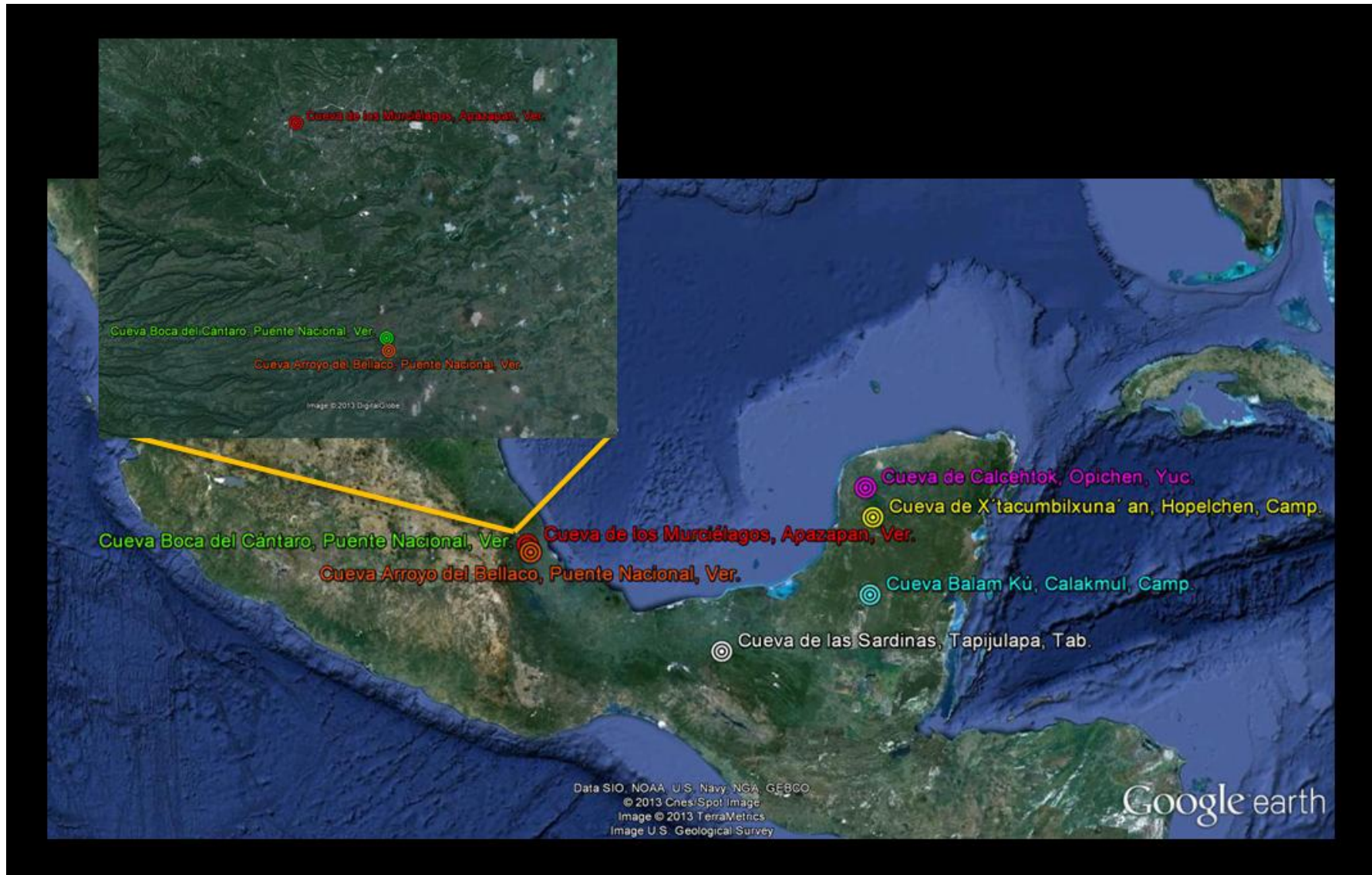


Figura 1b. Mapa que representa la ubicación de los sitios (cuevas) de colecta.

Objetivos

General

- ✓ Diferenciar morfológica y molecularmente las garrapatas del género *Antricola* (Ixodida: Argasidae) distribuidas en México.

Particulares

- ✓ Identificar y redescibir morfológicamente las especies de garrapatas del género *Antricola* colectadas en siete cuevas de México.
- ✓ Caracterizar molecularmente las especies de garrapatas utilizando el gen mitocondrial 16S rADN.
- ✓ Aportar información a la sistemática de la familia Argasidae a partir de la obtención y análisis de caracteres moleculares de especies del género *Antricola* distribuidas en México.

Material y Método

Búsqueda bibliográfica

Se hizo una búsqueda bibliográfica en bases de datos especializadas (Biological Abstracts, Biosis, CAB Abstracts) y en la base de datos del acervo bibliográfico de la Colección Nacional de Ácaros (CNAC) del Instituto de Biología de la UNAM, con la finalidad de construir una nueva base de datos que incluyera información de las especies de garrapatas localizadas en cuevas de México, distribución, huéspedes, autores y años.

Trabajo de campo

Se realizaron colectas en siete cuevas de cuatro estados de la República Mexicana. La colecta de garrapatas se realizó directamente del guano de murciélagos y paredes de las cuevas; las garrapatas se tomaron con ayuda de pinzas y se guardaron en frascos con etanol al 96 %, colocándoles su respectiva etiqueta con los datos de colecta. Aunado a lo anterior, se recolectó una muestra de guano por cueva en recipientes de plástico con tapa para su posterior procesamiento en el laboratorio.

Trabajo de Laboratorio

En laboratorio se procesaron las muestras de guano con ayuda de embudos de Berlesse, en donde se colocaron muestras de aproximadamente 1 Kg, durante 48 h; el material colectado se almacenó en frascos con etanol al 96 %. Posteriormente se realizó la separación del material por cueva y por estado de madurez: larvas, ninfas y adultos (hembras y machos).

El material se determinó taxonómicamente utilizando claves y literatura especializada: McIntosh (1935); Hoffmann (1958); De la Cruz (1973, 1978); De la Cruz y Estrada-Peña (1995); Estrada-Peña *et al.* (2004); Barros-Battesti *et al.* (2006) y Nava *et al.* (2010).

Para la caracterización morfológica se tomaron medidas (microscopio estereoscópico CARL-ZEISS 475200-9901) de algunas estructuras (i. e.: largo y ancho del idiosoma, gnatosoma, placa espiracular, tarso I y tarso IV). Asimismo se tomaron algunas fotografías con el microscopio Leica (modelo Z16 APO-A) de las placas espiraculares de las garrapatas.

Adicionalmente se seleccionaron algunas garrapatas (hembras, machos y ninfas) y se limpiaron con ayuda de agujas de disección y pinceles, con el fin de prepararlas para la toma de fotografías con

un Microscopio Electrónico de Barrido (Hitachi S-2460N y SU1510). Las garrapatas se transfirieron a alcohol etílico absoluto, posteriormente se secaron hasta punto crítico con CO₂ y se montaron en porta muestras con cinta adhesiva de carbón; finalmente, se cubrieron con oro para su observación y toma de imágenes.

Análisis molecular

Se seleccionó el material biológico para ser procesado en el laboratorio de Biología Molecular del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. La extracción de ADN se hizo mediante la utilización del Kit QIAGEN DNeasy® Blood & Tissue Handbook (Anexo A).

Las muestras de DNA fueron amplificadas utilizando el Termociclador (AXYGEN) con el Kit RED Taq Ready Mix y los primers específicos para el gen 16S (forward 5'-CCG GTC TGA ACT CAG ATC AAG T-3' y reverse 5'-CTG CTC AAT GAT TTT TTA AAT TGC TGT GG-3') utilizados por Norris *et al.* (1996), con un ciclo que inicia con la desnaturalización a 94 °C por 2 min, seguido de 35 ciclos por 45 s a 94 °C, 45 s para la primera anidación y 45 s para la primera extensión a 72 °C. La temperatura de anidación de los siete primeros ciclos se incrementa 0.3 °C cada segundo de 47 a 48.8 °C, seguido por 28 ciclos usando una temperatura de anidación de 50 °C y por último una extensión durante 7 min a 72°C (Anexo B).

Los resultados se evaluaron mediante una electroforesis en gel de agarosa al 1.5% y posteriormente se realizó la purificación de los fragmentos amplificados con el Kit de columnas Millipore Montage (GENOMICS) (Anexo C).

La obtención de las secuencias de ADN se realizó a través del secuenciador ABI Prism 3100® (Applied Biosystems), del Laboratorio de Biología Molecular del Instituto de Biología de la UNAM. Para la edición y análisis de las secuencias obtenidas se utilizaron los programas Chromas y MEGA 5.05 (Tamura *et al.*, 2011). La determinación del grupo externo se tomó con base en el trabajo de Estrada-Peña *et al.*, (2010), utilizando secuencias de la base de datos de Genbank de *Ornithodoros rioplatensis* (EU283343), *Antricola marginatus* (L34324) y *Antricola mexicanus* (L34323).

Resultados

Los resultados obtenidos de este trabajo se presentan en dos partes: la primera corresponde al análisis de morfológico y la segunda parte al análisis molecular.

El estudio morfológico incluye las caracterizaciones de hembras, machos y ninfas de *A. mexicanus* y *A. marginatus*. Para la especie de *A. coprophilus* se consideraron los caracteres referidos en la descripción original de Mc Intosh (1935), debido a que no se colectaron ejemplares de este taxón, ni tampoco se lograron identificar individuos de esta especie depositados bajo este nombre en la CNAC. Para cada especie se refieren los sinónimos y el acrónimo (s) de la colección (es) en donde se encuentra depositado el material tipo: CNAC (Colección Nacional de Ácaros, IBUNAM), USNTC (United States National Tick Collection, BMNH (British Museum of Natural History), USNPC (United States National Parasite Collection, Beltsville, E.U.A.) y USNM (United States National Museum, Washington, E.U.A.). Adicionalmente, para cada taxón se presentan medidas de algunas estructuras, refiriendo el valor promedio, seguido entre paréntesis del valor mínimo y máximo. Todas las medidas están en milímetros. Para cada especie se refiere la distribución en el país, así como comentarios taxonómicos e imágenes.

La segunda sección incluye el análisis molecular, que se subdivide en el alineamiento de las secuencias, la composición nucleotídica de las secuencias, las tasas de transversiones vs transiciones, la construcción de la matriz de distancias y la construcción del fenograma a través del método Neighbor-Joining, realizados con MEGA 5.05 (Tamura *et al.*, 2011).

***Antricola mexicanus* Hoffmann, 1958.**

Hoffmann, A. 1958. Una especie de *Antricola* (Acarina, Argasidae) en México. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas 9:97-107.

Sinónimos: *Carios mexicanus* (Hoffmann, 1958) Klompen *et al.*, (1996).

Material tipo: CNAC bajo el nombre de *Carios mexicanus* y USNTC.

Hembra. Dorso. Cuerpo piriforme. Largo promedio del idiosoma de 5.46 y una anchura máxima a nivel medio de 2.84. Superficie dorsal con tubérculos que varían en forma y tamaño, que junto con la presencia de sedas forman varios tipos de ornamentación (Fig. 3). Idiosoma con un reborde marginal en toda su extensión (Fig. 3). Región anterior terminando en punta redondeada (Fig. 10). Región media del dorso con una elevación, limitada por una serie de discos que varía en número y cuya disposición conforman dos surcos laterales que se extienden hacia la región anterior y se desvanecen hacia la posterior. Región media del idiosoma con una estrangulación, más o menos al mismo nivel de las placas estigmas, las cuales pueden observarse en vista dorsal (Fig. 3). Algunos ejemplares con protuberancias dorsales que asemejan pequeñas hombreras, localizadas al nivel de las coxas II y III (Figs. 9-11).

Ventre. Largo promedio del gnatosoma de 0.91 por 0.59 de ancho. Base del gnatosoma ligeramente más larga que ancha, con una superficie provista de algunas sedas (Fig. 5). Pedipalpos y quelíceros grandes y robustos. Hipostoma pequeño con dentición fina en la región marginal (Fig. 5). Carece de mejillas, pero presenta protuberancias digitiformes en número y tamaño variable (Figs. 12-15). Camerostoma representado por una depresión que aloja al hipostoma. Gancho terminando en punta con un conjunto de sedas característico (Fig. 9).

Región ventral con tubérculos con sedas, siendo ligeramente más pequeños los que se localizan en la región media (entre las coxas) (Fig. 4). Placas estigmas localizadas entre las coxas III y IV, con forma foliácea, cordiforme, lobulada u ovalada, con un largo y ancho promedio de 0.34 y 0.23 respectivamente; unidas al cuerpo por una pequeña porción basal (Figs. 16-21). Región posterior del idiosoma y a los lados por debajo de las coxas IV, con tubérculos provistos de mechones con sedas característicos, visibles ventralmente y en algunas ocasiones dorsalmente (Figs. 7 y 8).

La abertura genital está situada entre las coxas I, alcanzado una ligera porción entre las coxas II; placa anal con forma ovalada en la región posterior del idiosoma, las valvas presentan sedas

pequeñas (Fig. 4). Surco preanal débilmente marcado, surco medio postanal ligeramente esbozado y surco postanal perfectamente marcado, estando delimitado en su borde anterior por dos largos tubérculos transversos y uno solo alargado en su borde posterior (Fig. 4).

Coxas II, III y IV contiguas, mientras que entre la I y II existe un pequeño pliegue de separación (Fig. 4).

Patas largas y delgadas, provistas de sedas finas, tarso I con una longitud promedio de 0.76 y un ancho de 0.98; mientras que el tarso IV con una longitud promedio de 0.98 y un ancho de 0.15. Patas con par de uñas alargadas. Órgano de Haller en el tarso I con una fórmula 2+8, con una cápsula con el poro ligeramente cerrado (Fig. 6).

Cuadro 4. Comparativo de medidas de Hembras, referidas por Hoffmann (1958) y los ejemplares analizados en éste estudio de *Antricola mexicanus*.

	n	Idiosoma		Tarso I		Tarso IV		Gnatosoma		Placas estigmas	
		Largo	Ancho ¹	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo ²	Ancho ³	Largo	Ancho
Hoffmann, 1958	?	7.81	4.66	1.44	---	1.51	---	---	---	---	---
Cueva de X'tacumbilxuná an, Campeche.	1	5.1	2.4	0.7	0.16	0.8	0.14	0.82	0.5	0.32	0.16
Cueva Balam Kú, Campeche.	5	5.86 (5.2-6.5)	3.06 (2.9-3.3)	0.696 (0.64-0.74)	0.168 (0.16-0.18)	0.868 (0.7-1.0)	0.14 (0.12-0.16)	0.864 (0.8-0.9)	0.576 (0.54-0.6)	0.256 (0.2-0.28)	0.18 (0.12-0.2)
Cueva de las Sardinias, Tabasco.	5	6.72 (6.4-7.0)	3.78 (3.2-4.2)	0.852 (0.64-1.1)	0.236 (0.2-0.28)	1.2 (1.0-1.5)	0.2 (0.16-0.22)	1.116 (1.0-1.24)	0.72 (0.66-0.78)	0.664 (0.6-0.8)	0.32 (0.26-0.4)
Cueva de Calcehtok, Yucatán.	5	5.88 (5.3-6.3)	3.12 (2.8-3.5)	0.856 (0.8-0.94)	0.184 (0.18-0.2)	1.072 (1.0-1.1)	0.164 (0.16-0.18)	1.02 (0.9-1.1)	0.64 (0.6-0.68)	0.516 (0.4-0.72)	0.364 (0.3-0.48)
Cueva Boca del Cántaro, Veracruz.	8	4.887 (4.6-5.3)	2.412 (2.3-2.6)	0.797 (0.7-0.9)	0.175 (0.16-0.2)	1.002 (0.9-1.1)	0.152 (0.14-0.18)	0.805 (0.7-0.9)	0.52 (0.48-0.58)	0.29 (0.26-0.3)	0.217 (0.2-0.3)
Cueva de los Murciélagos, Veracruz.	11	5.090 (4.3-6.1)	2.636 (2.0-3.2)	0.723 (0.6-0.8)	0.165 (0.14-0.18)	0.905 (0.7-1.0)	0.141 (0.12-0.16)	0.825 (0.64-1.04)	0.518 (0.44-0.6)	0.290 (0.2-0.34)	0.22 (0.18-0.3)
Cueva Arroyo del Bellaco, Veracruz.	15	5.366 (4.4-6.3)	2.793 (2.1-3.3)	0.749 (0.6-0.9)	0.186 (0.14-0.22)	0.977 (0.8-1.14)	0.166 (0.12-0.22)	0.956 (0.8-1.1)	0.650 (0.52-0.82)	0.274 (0.2-0.32)	0.213 (0.14-0.3)

1. Idiosoma (ancho): sin tomar en cuenta las placas espiraculares

2. Gnatosoma (largo): tomando en cuenta la base del gnatosoma y los pedipalpos extendidos.

3. Gnatosoma (ancho): se toma la medida del ancho máximo de la base.

n = Número de individuos revisados.

Macho. Dorso. Cuerpo más pequeño que la hembra; con una longitud promedio de 3.86 y una anchura de 2.43 a nivel de las placas espiraculares. Idiosoma piriforme terminando anteriormente en punta la cual se dobla ligeramente hacia la región ventral (Fig. 22). Tubérculos que varían en forma y tamaño a lo largo del dorso (Figs. 22 y 24), pero no tan diversos como en la hembra; con sedas pequeñas principalmente en los tubérculos de la periferia. Superficie dorsal marginada, con surcos submarginales débilmente marcados. Sin hundimientos (extrangulaciones) laterales en la porción media, como en la hembra (Fig. 22).

Ventre. Gnatosoma similar al de la hembra, con una longitud promedio de 0.68 y 0.45 de ancho. Pedipalpos, hipostoma y quelíceros como en la hembra (Fig. 25). Carece de mejillas y no presenta protuberancias digitiformes. Gancho ausente.

Región esternal sin tubérculos, comenzando éstos al nivel de las coxas IV. Abertura genital situada entre las coxas I. Placa anal como la hembra. Surco preanal ausente, surco post anal como en la hembra (Fig. 23). Las placas estigmas en forma foliácea y lobuladas son más pequeñas en comparación con la hembra, con un largo promedio de 0.30 y un ancho de 0.20.

Patas con artejos más cortos que las hembras, todos los tarsos carecen de protuberancias dorsales. Coxas con arreglo similar al de la hembra (Fig. 23). La longitud promedio del tarso I es 0.40 con un ancho promedio de 0.15 y el tarso IV con una longitud promedio de 0.42 y un ancho de 0.15. Tarsos con espolones ventrales bien desarrollados.

Cuadro 5. Comparativo de medidas de Machos, referidas por Hoffmann (1958) y los ejemplares analizados en éste estudio de *Antricola mexicanus*.

	n	Idiosoma		Tarso I		Tarso IV		Gnatosoma		Placas estigmas	
		Largo	Ancho ¹	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo ²	Ancho ³	Largo	Ancho
Hoffmann, 1958	?	4.47	2.89	0.53	---	0.63	---	---	---	---	---
Cueva de X'tacumbilxuna án, Campeche.	7	3.4 (2.8-3.6)	2.057 (1.7-2.3)	0.317 (0.3-0.36)	0.131 (0.12-0.14)	0.411 (0.32-0.5)	0.105 (0.1-0.12)	0.602 (0.46-0.7)	0.4 (0.36-0.42)	0.288 (0.2-0.5)	0.202 (0.14-0.26)
Cueva Balaam Kú, Campeche.	5	3.98 (3.5-4.4)	2.72 (2.5-2.8)	0.364 (0.28-0.4)	0.144 (0.14-0.16)	0.364 (0.28-0.4)	0.144 (0.14-0.16)	0.688 (0.6-0.8)	0.436 (0.4-0.46)	0.212 (0.18-0.26)	0.148 (0.12-0.16)
Cueva de las Sardinias, Tabasco.	10	4.28 (3.3-4.7)	2.76 (2.4-3.2)	0.434 (0.36-0.5)	0.176 (0.16-0.2)	0.434 (0.36-0.5)	0.176 (0.16-0.2)	0.758 (0.7-0.9)	0.484 (0.44-0.52)	0.484 (0.4-0.6)	0.22 (0.14-0.34)
Cueva de Calcehtok, Yucatán.	10	3.84 (3.5-4.0)	2.42 (2.0-2.8)	0.464 (0.4-0.52)	0.168 (0.14-0.18)	0.464 (0.4-0.52)	0.168 (0.14-0.18)	0.694 (0.6-0.8)	0.478 (0.4-0.54)	0.34 (0.28-0.4)	0.256 (0.16-0.32)
Cueva Boca del Cántaro, Veracruz.	10	3.66 (3.3-3.9)	2.24 (1.9-2.6)	0.406 (0.36-0.46)	0.154 (0.14-0.18)	0.406 (0.36-0.46)	0.154 (0.14-0.18)	0.594 (0.56-0.66)	0.42 (0.38-0.46)	0.226 (0.2-0.26)	0.2 (0.18-0.22)
Cueva de los Murciélagos, Veracruz.	10	3.85 (3.3-4.3)	2.45 (2.0-2.7)	0.39 (0.3-0.5)	0.138 (0.1-0.18)	0.39 (0.3-0.5)	0.138 (0.1-0.18)	0.656 (0.54-0.74)	0.428 (0.38-0.5)	0.29 (0.24-0.34)	0.204 (0.16-0.22)
Cueva Arroyo del Bellaco, Veracruz.	10	3.95 (3.2-4.2)	2.43 (2.1-2.6)	0.446 (0.36-0.5)	0.176 (0.14-0.2)	0.446 (0.36-0.5)	0.176 (0.14-0.2)	0.774 (0.7-0.9)	0.502 (0.42-0.56)	0.26 (0.2-0.3)	0.202 (0.18-0.22)

1. Idiosoma (ancho): sin tomar en cuenta las placas espiraculares

2. Gnatosoma (largo): tomando en cuenta la base del gnatosoma y los pedipalpos extendidos.

3. Gnatosoma (ancho): se toma la medida del ancho máximo de la base.

n = Número de individuos revisados.

Ninfa. Dorso. Idiosoma con forma piriforme, con una longitud promedio de 4.04 y ancho de 0.20. Superficie dorsal con tubérculos con sedas en mayor número que la hembra, variando en forma y tamaño (Fig. 26). Idiosoma con un reborde marginal en toda su extensión. Región media con una elevación, limitada por una serie de discos laterales conformando dos surcos laterales que se extienden y se unen en la región anterior y se desvanecen hacia la posterior (Fig. 26). Región media (al nivel de las placas estigmas) con una constricción (estrangulación) menos evidente que en la hembra. No se observan protuberancias (“hombros”) como en la hembra (Fig. 26).

Ventre. Largo y ancho promedio del gnatosoma de 0.87 por 0.52 respectivamente, provisto de algunas sedas (Fig. 27). Pedipalpos y quelíceros como la hembra. Hipostoma pequeño, con dentición fina en la región marginal (Fig. 28). Carece de mejillas; pero presenta protuberancias digitiformes. Camerostoma y gancho como en la hembra.

Región ventral con tubérculos con sedas, con un arreglo similar a la hembra (Fig. 27). Placas estigmas situadas entre las coxas III y IV, con forma foliácea con una longitud y ancho promedio de 0.30 y 0.19 respectivamente; unidas al cuerpo por una pequeña porción basal.

Abertura genital ausente, placa anal como en la hembra, con pequeñas sedas en las valvas. Surco preanal bien marcado, surco medio postanal débilmente esbozado y surco postanal marcado, delimitado igualmente como en la hembra (Fig. 27).

Coxas como la hembra. Patas con un gran número de sedas en todos los artejos (Fig. 27). Tarso I con una longitud promedio de 0.58 y 0.15 de ancho; mientras que el tarso IV con una longitud y ancho de 0.74 y 0.12 respectivamente. Órgano de Haller como en la hembra.

Cuadro 6. Comparativo de medidas de Ninfas analizadas en éste estudio de *Antricola mexicanus*.

	n	Idiosoma		Tarso I		Tarso IV		Gnatosoma		Placas estigmas	
		Largo	Ancho ¹	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo ²	Ancho ³	Largo	Ancho
Hoffman, 1958	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Cueva de X'tacumbilxuna án, Campeche.	15	3.766 (1.5-6.3)	2.013 (0.9-3.2)	0.490 (0.2-0.82)	0.136 (0.06-0.2)	0.670 (0.28-1.18)	0.106 (0.04-0.2)	0.76 (0.3-1.4)	0.437 (0.02-0.7)	0.237 (0.06-0.6)	0.158 (0.06-0.34)
Cueva Balaam Kú, Campeche.	5	4.32 (3.7-6.0)	2.54 (2.1-3.6)	0.516 (0.4-0.7)	0.148 (0.12-0.18)	0.74 (0.58-1.12)	0.1 (0.08-0.1)	0.876 (0.74-1.1)	0.548 (0.5-0.7)	0.232 (0.2-0.28)	0.156 (0.14-0.18)
Cueva de las Sardinias, Tabasco.	15	4.313 (1.2-7.0)	2.533 (0.8-4.2)	0.646 (0.1-1.1)	0.170 (0.08-0.26)	0.772 (0.14-1.2)	0.144 (0.06-0.22)	0.884 (0.22-1.4)	0.516 (0.14-0.82)	0.437 (0.14-0.7)	0.241 (0.06-0.4)
Cueva de Calcehtok, Yucatán.	15	4.166 (2.7-6.1)	2.426 (1.8-3.3)	0.636 (0.3-1.0)	0.161 (0.14-0.22)	0.846 (0.4-1.4)	0.137 (0.08-0.2)	0.96 (0.58-1.4)	0.593 (0.32-0.82)	0.369 (0.2-0.54)	0.234 (0.14-0.34)
Cueva Boca del Cántaro, Veracruz.	15	4.273 (2.7-5.1)	2.44 (1.5-3.0)	0.628 (0.4-0.78)	0.165 (0.12-0.2)	0.798 (0.5-1.0)	0.136 (0.1-0.18)	0.922 (0.7-1.1)	0.557 (0.4-0.66)	0.272 (0.2-0.3)	0.2 (0.14-0.24)
Cueva de los Murciélagos, Veracruz.	15	3.946 (2.0-5.7)	2.433 (1.3-3.4)	0.524 (0.3-0.7)	0.148 (0.1-0.18)	0.677 (0.36-1.0)	0.118 (0.08-0.16)	0.850 (0.44-1.2)	0.516 (0.24-0.74)	0.254 (0.12-0.32)	0.174 (0.1-0.22)
Cueva Arroyo del Bellaco, Veracruz.	15	3.74 (1.4-6.0)	2.053 (1.0-3.3)	0.604 (0.2-0.86)	0.154 (0.08-0.24)	0.714 (0.2-1.1)	0.132 (0.04-0.22)	0.888 (0.32-1.24)	0.549 (0.2-0.84)	0.257 (0.12-0.44)	0.184 (0.06-0.28)

1. Idiosoma (ancho): sin tomar en cuenta las placas espiraculares

2. Gnatosoma (largo): tomando en cuenta la base del gnatosoma y los pedipalpos extendidos.

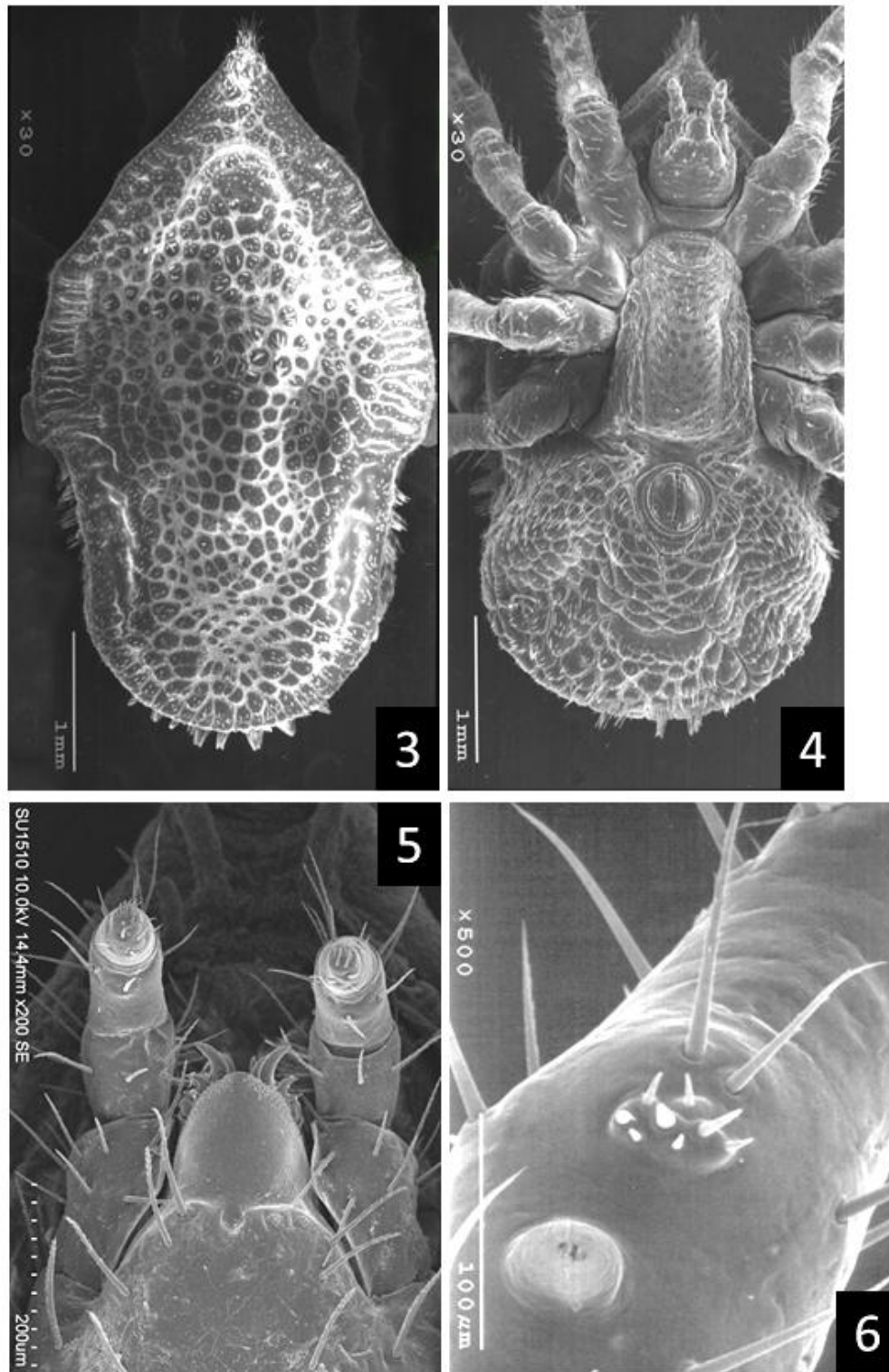
3. Gnatosoma (ancho): se toma la medida del ancho máximo de la base.

n = Número de individuos revisados.

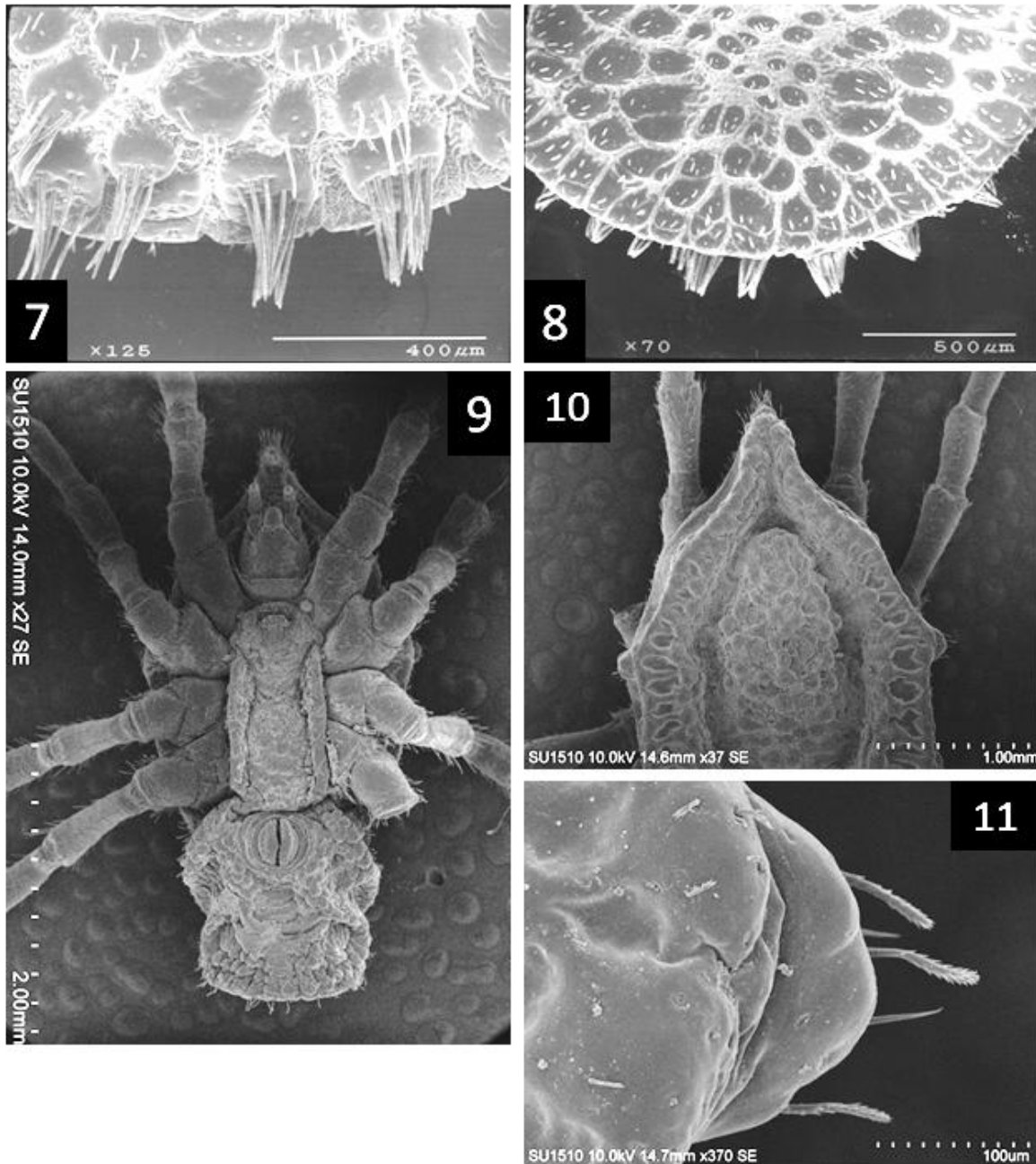
Material estudiado: 5HH, 10MM, 15NN Cueva de Calcehtok, Opichen, Yucatán, 14.Jun.2010; 5HH, 10MM, 15NN Cueva de las Sardinas, Tapijulapa, Tabasco, 12.Jun.2010; 1H, 7MM, 15NN Cueva de X'tacumbilxuna' an, Hopelchen, Campeche, 13.Jun.2010; 5HH, 5MM, 5NN Cueva Balam Kú, Calakmul, Campeche, 9.Jul.2011; 11HH, 10MM, 15NN Cueva de los Murciélagos, Apazapan, Veracruz, 10.Jun.2010; 15HH, 10MM, 15NN Cueva Arroyo del Bellaco, Puente Nacional, Veracruz, 29.Jun.2011; 8HH, 10MM, 15NN Cueva Boca del Cántaro, Puente Nacional, Veracruz, 30.Jun.2011.

Distribución: México, Guatemala, Panamá, Colombia y Trinidad.

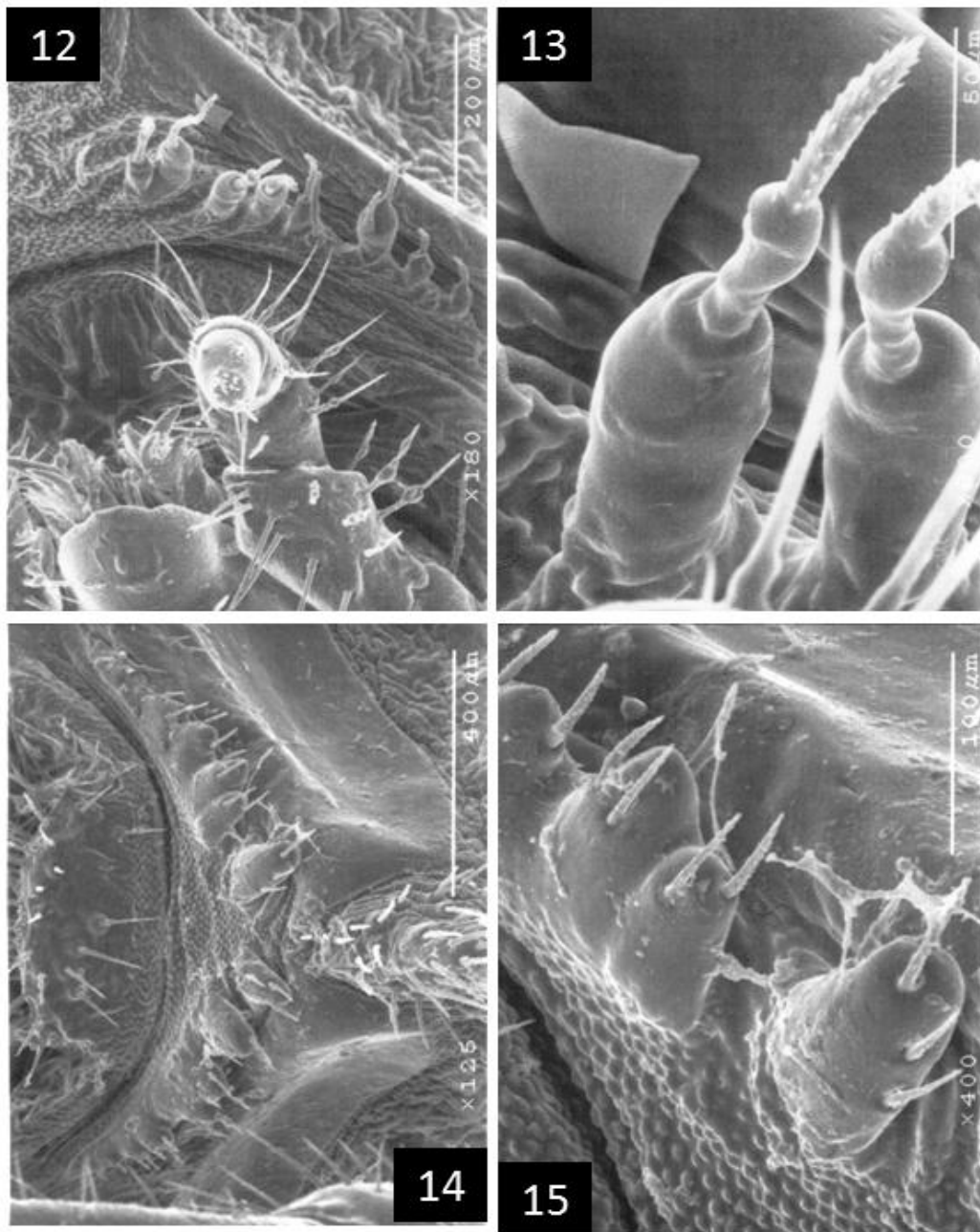
Comentarios taxonómicos: Los caracteres morfológicos de los ejemplares estudiados coinciden con los referidos por Hoffmann (1958) para *A. mexicanus*, entre los que destacan la presencia de tubérculos con sedas en la región posterior (Fig. 7 y 8), característica considerada como diagnóstica. En cuanto a las placas espiraculares Hoffmann (1958) menciona que éstas presentan una forma foliácea (Fig. 16). Sin embargo, observamos cierta variación en la forma ya que éstas pueden también presentar una forma lobulada u ovalada (Figs. 17-21). Adicionalmente, algunos organismos del material recolectado presentan protuberancias en la región anterior del idiosoma a manera de "hombreras", carácter que no fue referido en la descripción original de la especie (Figs. 9-11). Se ha referido que las especies del género *Antricola* pasan por diferentes estadios ninfales (Cooley y Kohls, 1942), en este estudio damos una descripción general de la ninfa sin asignarla a un estadio ninfal en particular. Lo observado a través del material colectado es que son organismos muy parecidos a las hembras e incluso el tamaño llega a ser parecido al de las hembras, solo que carecen de una abertura genital característica (Fig. 27).



Figuras 3-6. *Antricola mexicanus*, Hembra. **3.** Idiosoma dorsal. **4.** Idiosoma ventral **5.** Gnatosoma, hipostoma y pedipalpos. **6.** Órgano de Haller con fórmula de 2+8.



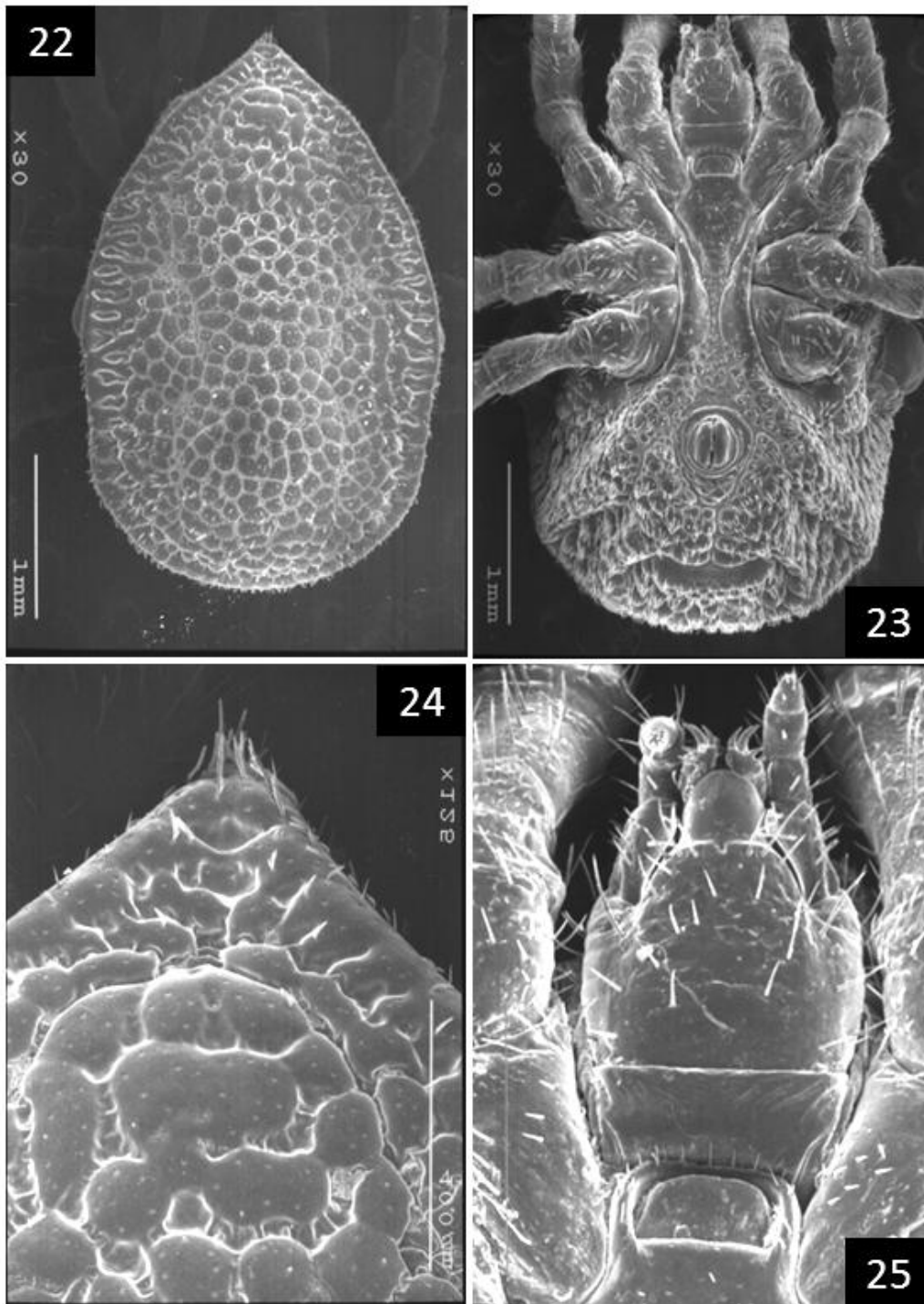
Figuras 7-11. *Antricola mexicanus*, Hembra. **7.** Tubérculos con sedas de la región posteroventral del idiosoma. **8.** Tubérculos con sedas de la región posterodorsal del idiosoma. **9.** Idiosoma ventral. **10.** Protuberancias a maneras de “hombreras” en la región media del idiosoma. **11.** Protuberancia a manera de “hombreira”.



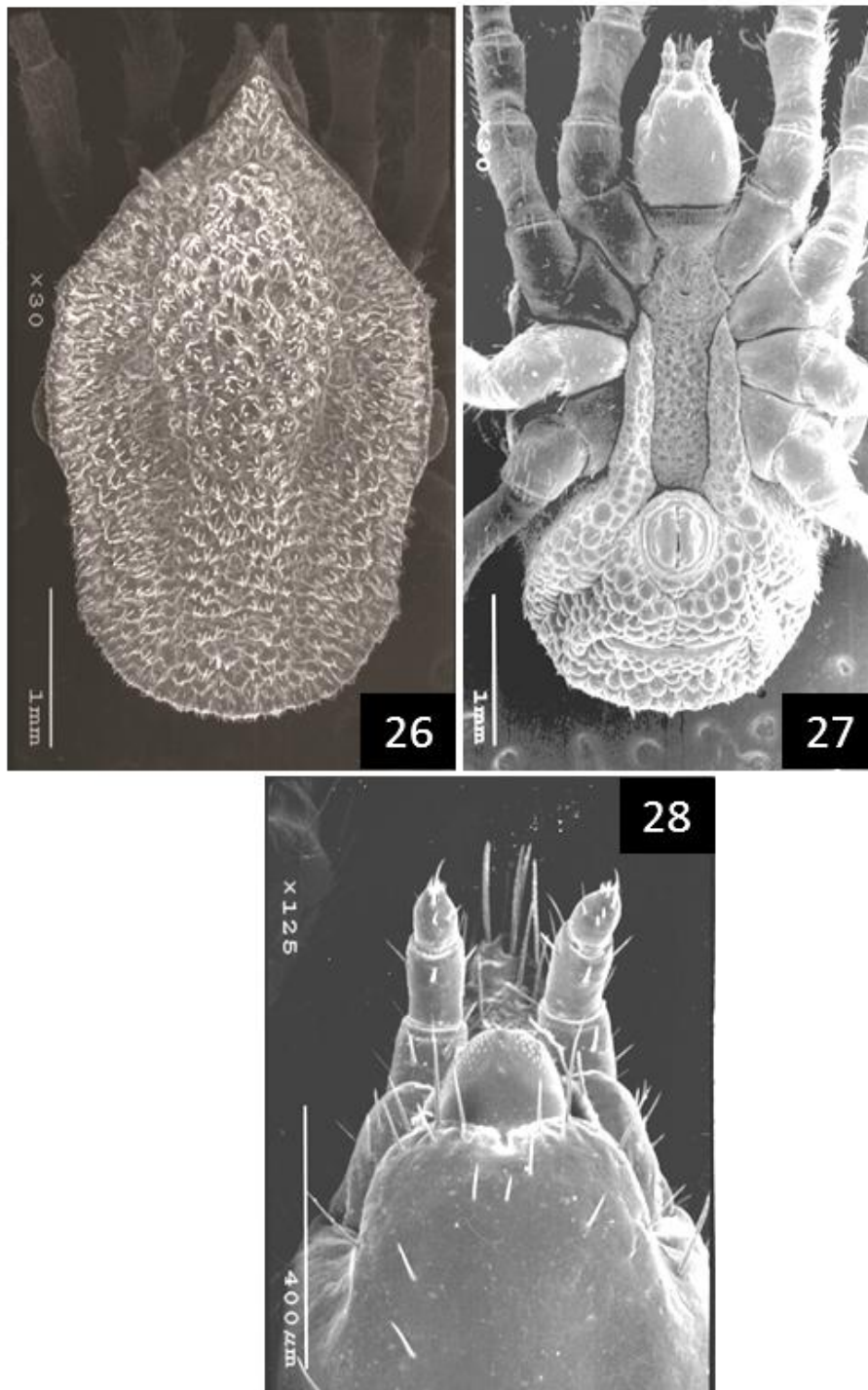
Figuras 12-15. *Antricola mexicanus*, Hembra. Proyecciones digitiformes por detrás del gnatosoma,



Figuras 16-21. *Antricola mexicanus*, Hembras, variación morfológica de placas estigmalas. **16.** Foliácea (Holotipo). **17.** Foliácea de menor tamaño. **18.** Ligeramente redondeada. **19.** Ligeramente ovalada. **20 y 21.** Lobuladas.



Figuras 22-25. *Antricola mexicanus*, Macho. **22.** Idiosoma dorsal. **23.** Idiosoma ventral. **24.** Región anterior del idiosoma dorsal. **25.** Gnatosoma, hipostoma y pedipalpos.



Figuras 26-28. *Antricola mexicanus*, Ninfa. **26.** Idiosoma dorsal. **27.** Idiosoma ventral. **28.** Gnatosoma, hipostoma y pedipalpos.

***Antricola marginatus* (Banks, 1910).**

Banks, 1910. New American Mites. Arachnoidea, Acarina. Proceedings of the Entomological Society of Washington 12:2-12.

Sinónimos: *Ornithodoros marginatus* Banks, 1910 : De la Cruz, 1974

Antricola (Parantricola) marginatus (Banks, 1910) Cerny, 1966

Carios marginatus (Banks, 1910) Klompen *et al.* (1996).

Material tipo: BMNH bajo el nombre de *Ornithodoros marginatus*.

Hembra. Dorso. Garrapatas grandes, con una longitud promedio de 8.5 y con un ancho de 4.35. Dorso cóncavo con un margen elevado y con tubérculos que rodean el margen del idiosoma, cada tubérculo con mechones de sedas característicos (Fig. 29). Superficie dorsal del idiosoma con tubérculos escasos y pequeños y con algunas depresiones irregulares.

Vientre. Gnatosoma con una longitud promedio de 1.63 y un ancho de 0.88. Base del gnatosoma con una superficie lisa y con numerosas sedas (Fig. 30). Hipostoma pequeño, ancho y redondeado apicalmente, con una dentición muy fina cerca del margen. Pedipalpos largos (Fig. 30). Gancho, camerostoma y mejillas ausentes.

Placa genital grande localizada entre las coxas I y II (Fig. 30); placa anal grande, ovalada y con sedas ciliadas, localizada en la región posterior del idiosoma (Fig. 31).

Placas estigmas globulares con una longitud promedio de 0.54 por 0.41 de ancho, unidas al cuerpo solo por una porción basal. Surco preanal y postanal medio ausentes, surco postanal transverso corto (Fig. 31).

Patas largas, con coxas grandes y contiguas. Tarso I con una longitud promedio de 1.17 y un ancho de 0.31; tarso IV longitud de 1.52 por 0.25 de ancho. Patas con un par de uñas largas. Órgano de Haller con una fórmula 0 + 9, con una cápsula con un poro muy abierto (Fig. 35).

Cuadro 4. Comparativo de medidas de Hembras, referidas por Cooley y Kohls (1944), Černý (1966) y los ejemplares analizados en éste estudio de *Antricola marginatus*.

<i>A. marginatus</i> Hembras											
	n	Idiosoma		Tarso I		Tarso IV		Gnatosoma		Placas estigmas	
		Largo	Ancho ¹	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo ²	Ancho ³	Largo	Ancho
Cooley y Kohls, 1944	?	6.62	4.70	0.9	---	1.56	---	---	---	---	---
Černý, 1966.	20	8.5 (7.6-9.0)	4.35 (3.8-5.0)	1.24 (1.11-1.42)	---	1.94 (1.78-2.08)	---	---	---	---	---
Cueva de Calcehtok, Yucatán.	4	7.625 (7.3-8.0)	3.637 (3.5-3.8)	1.172 (1.04-1.25)	0.315 (0.3-0.34)	1.525 (1.3-1.7)	0.25 (0.84-0.9)	1.435 (1.5-0.7)	0.885 (0.84-0.9)	0.545 (0.5-0.6)	0.415 (0.4-0.46)

1. Idiosoma (ancho): sin tomar en cuenta las placas espiraculares
 2. Gnatosoma (largo): tomando en cuenta la base del gnatosoma y los pedipalpos extendidos.
 3. Gnatosoma (ancho): se toma la medida del ancho máximo de la base.
- n = Número de individuos revisados.

Macho. Dorso. Idiosoma como en la hembra con una longitud promedio de 7.36 y un ancho de 3.93. Tubérculos a lo largo de todo el margen del idiosoma, con sedas como en la hembra. Superficie dorsal con tubérculos escasos y algunas depresiones irregulares (Fig. 32).

Ventre. Gnatosoma como en la hembra, con una longitud promedio de 1.44 y de ancho 0.94 (Fig. 34). Base del gnatosoma lisa, con sedas que varían en número. Hipostoma pequeño como en la hembra, con una dentición fina en el margen. Pedipalpos largos (Fig. 34). Gancho, camerostoma y mejillas ausentes.

Placa genital grande localizada entre las coxas I; placa anal de forma ovalada, con sedas localizada en la región posterior del idiosoma (Fig. 33).

Placa estigmas como en la hembra con una longitud promedio de 0.48 y un ancho de 0.27, unidas al cuerpo solo por una porción basal. Surco preanal y postanal medio ausentes, surco postanal transverso corto y profundo (Fig. 33).

Las patas son largas con coxas grandes y contiguas. Tarso I con una longitud promedio de 0.74 y un ancho de 0.2, mientras que el tarso IV presenta una longitud promedio de 1.08 y 0.2 de ancho. Patas con un par de uñas grandes. Órgano de Haller como la hembra (Fig. 35).

Cuadro 5. Comparativo de medidas de Machos, referidas por Černý (1966) y los ejemplares analizados en éste estudio de *Antricola marginatus*.

<i>A. marginatus</i> Machos											
	n	Idiosoma		Tarso I		Tarso IV		Gnatosoma		Placas estigmas	
		Largo	Ancho ¹	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo ²	Ancho ³	Largo	Ancho
Černý, 1966.	10	7.2-8.3	4.1-4.7	0.91-1.05	---	1.35-1.57	---	---	---	---	---
Cueva de Calcehtok, Yucatán.	3	7.366 (7.0-8.0)	3.933 (3.8-4.0)	0.746 (0.64-0.9)	0.026 (0.022-0.078)	1.08 (1.0-1.2)	0.2 (0.18-0.22)	1.446 (1.4-1.5)	0.94 (0.9-1.0)	0.486 (0.46-0.5)	0.273 (0.22-0.3)

1. Idiosoma (ancho): sin tomar en cuenta las placas espiraculares

2. Gnatosoma (largo): tomando en cuenta la base del gnatosoma y los pedipalpos extendidos.

3. Gnatosoma (ancho): se toma la medida del ancho máximo de la base.

n = Número de individuos revisados.

Ninfa. Dorso. Idiosoma como los adultos con longitud promedio de 6.82 y un ancho de 4.38. Superficie dorsal con depresiones irregulares y tubérculos ligeramente más marcados (Fig. 36). Tubérculos marginales más largos que en los adultos (Figs. 36 y 37).

Ventre. Gnatosoma como los adultos con largo y ancho promedio de 1.58 y 0.80 respectivamente. Base del gnatosoma como la hembra. Hipostoma pequeño como en los adultos. Pedipalpos largos (Fig. 38). Gancho, camerostoma y mejillas ausentes.

Placa genital ausente, placa anal grande y ovalada con sedas en las valvas (Fig. 39). Placas estigmales como los adultos, con un largo promedio de 0.40 y un ancho de 0.28.

Patas largas, tarso I con una longitud y ancho promedio de 0.89 y 0.33 respectivamente; tarso IV con una longitud promedio de 1.33 y 0.20 de ancho (Fig. 24). Patas con un par de uñas largas (Fig. 40). Órgano de Haller como en los adultos.

Cuadro 6. Comparativo de medidas de Ninfas, referidas por Černý (1966) y los ejemplares analizados en éste estudio de *Antricola marginatus*.

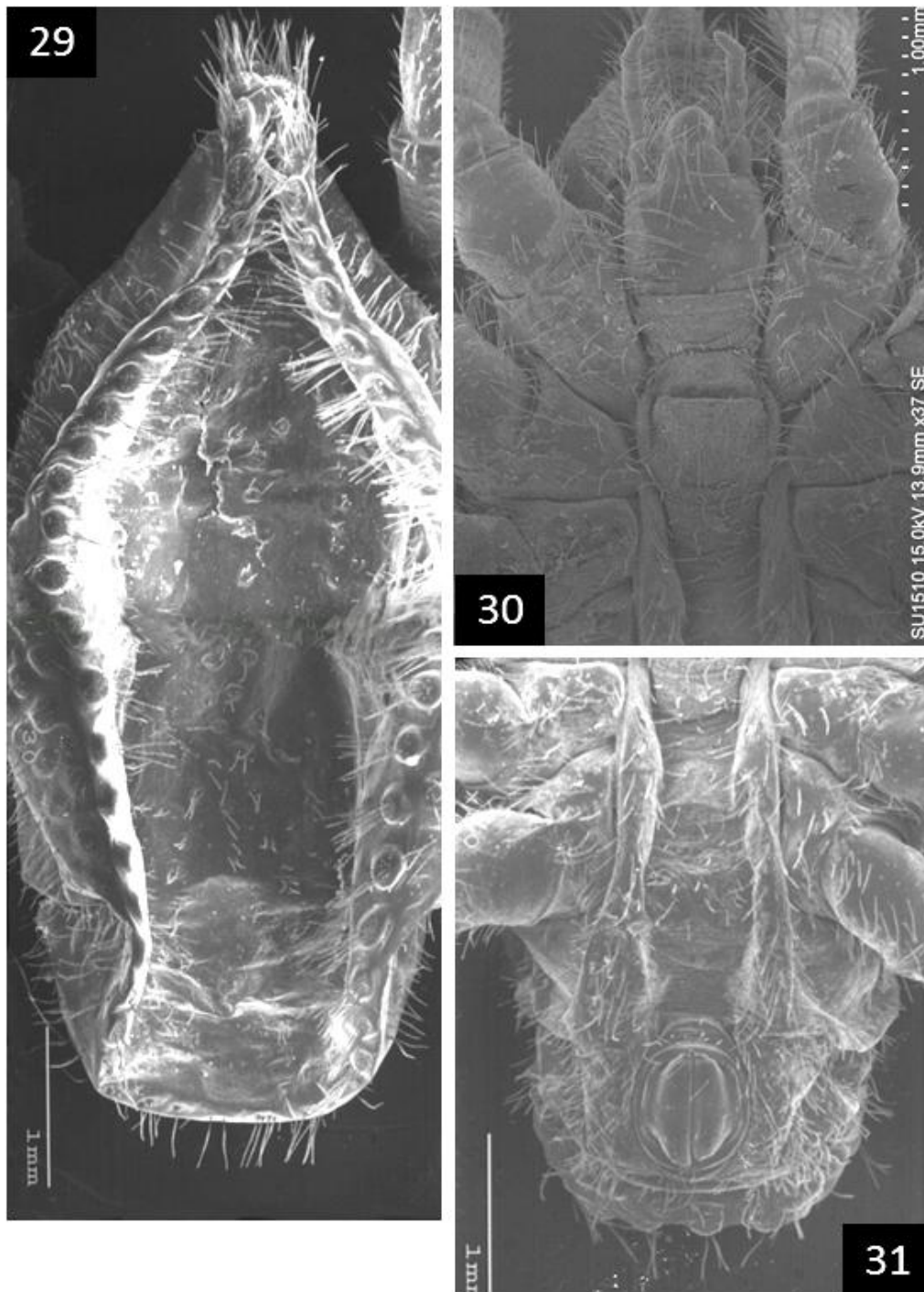
<i>A. marginatus</i> Ninfas											
	n	Idiosoma		Tarso I		Tarso IV		Gnatosoma		Placas estigmales	
		Largo	Ancho ¹	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo ²	Ancho ³	Largo	Ancho
Černý, 1966.	?	2.1-9.4	1.3-5.2	---	---	---	---	---	---	---	---
Cueva de Calcehtok Yucatán	15	6.82 (5.1-9.0)	4.386 (3.0-8.5)	0.890 (0.68-1.1)	0.330 (0.2-0.4)	1.333 (1.0-1.7)	0.208 (0.14-0.24)	1.581 (1.1-1.9)	0.808 (0.6-1.0)	0.402 (0.2-0.54)	0.288 (0.2-0.4)

1. Idiosoma (ancho): sin tomar en cuenta las placas espiraculares
 2. Gnatosoma (largo): tomando en cuenta la base del gnatosoma y los pedipalpos extendidos.
 3. Gnatosoma (ancho): se toma la medida del ancho máximo de la base.
- n = Número de individuos revisados.

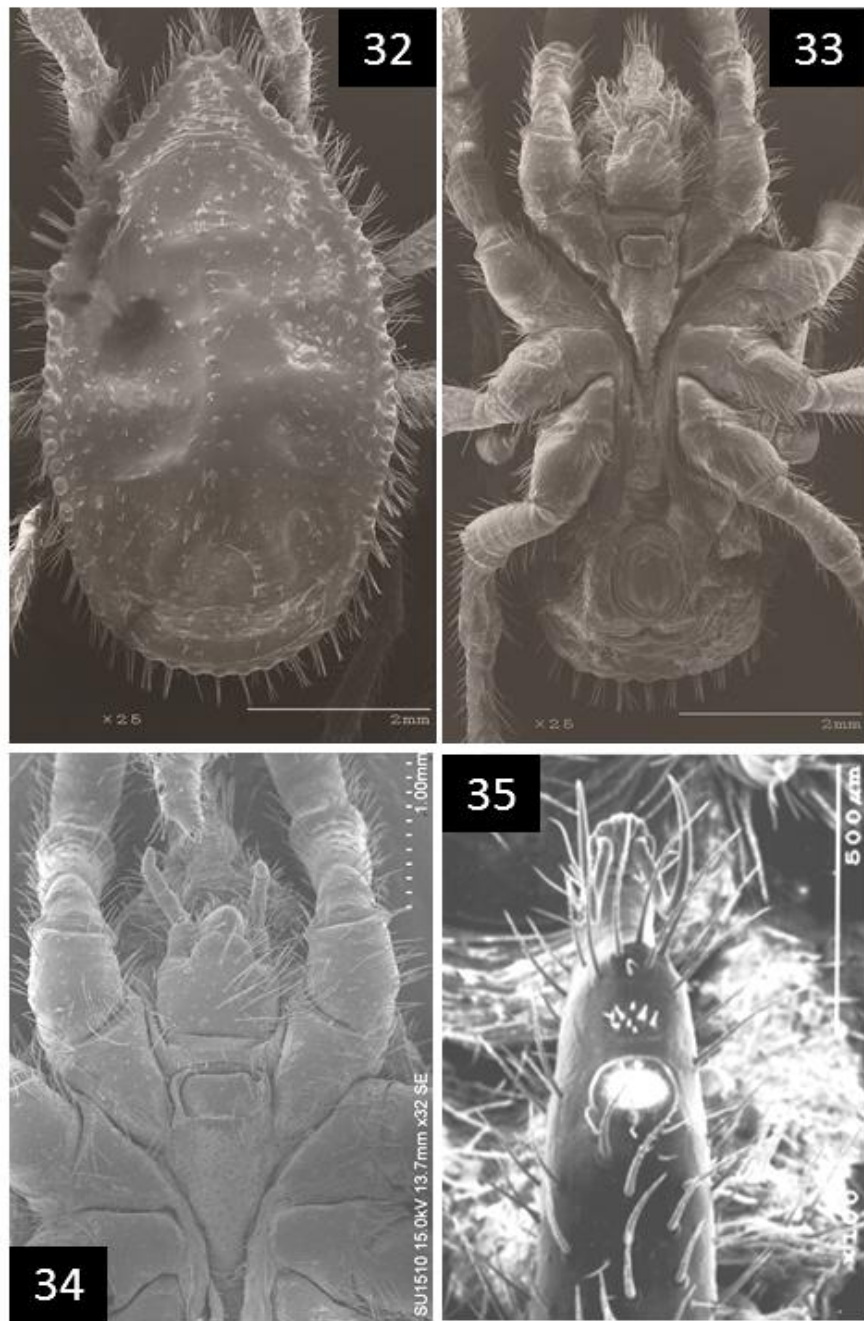
Material estudiado: 4HH, 3MM, 15NN Cueva de Calcehtok, Opichen, Yucatán, 14.Jun.2010.

Distribución: Cuba, Puerto Rico, República Dominicana y México.

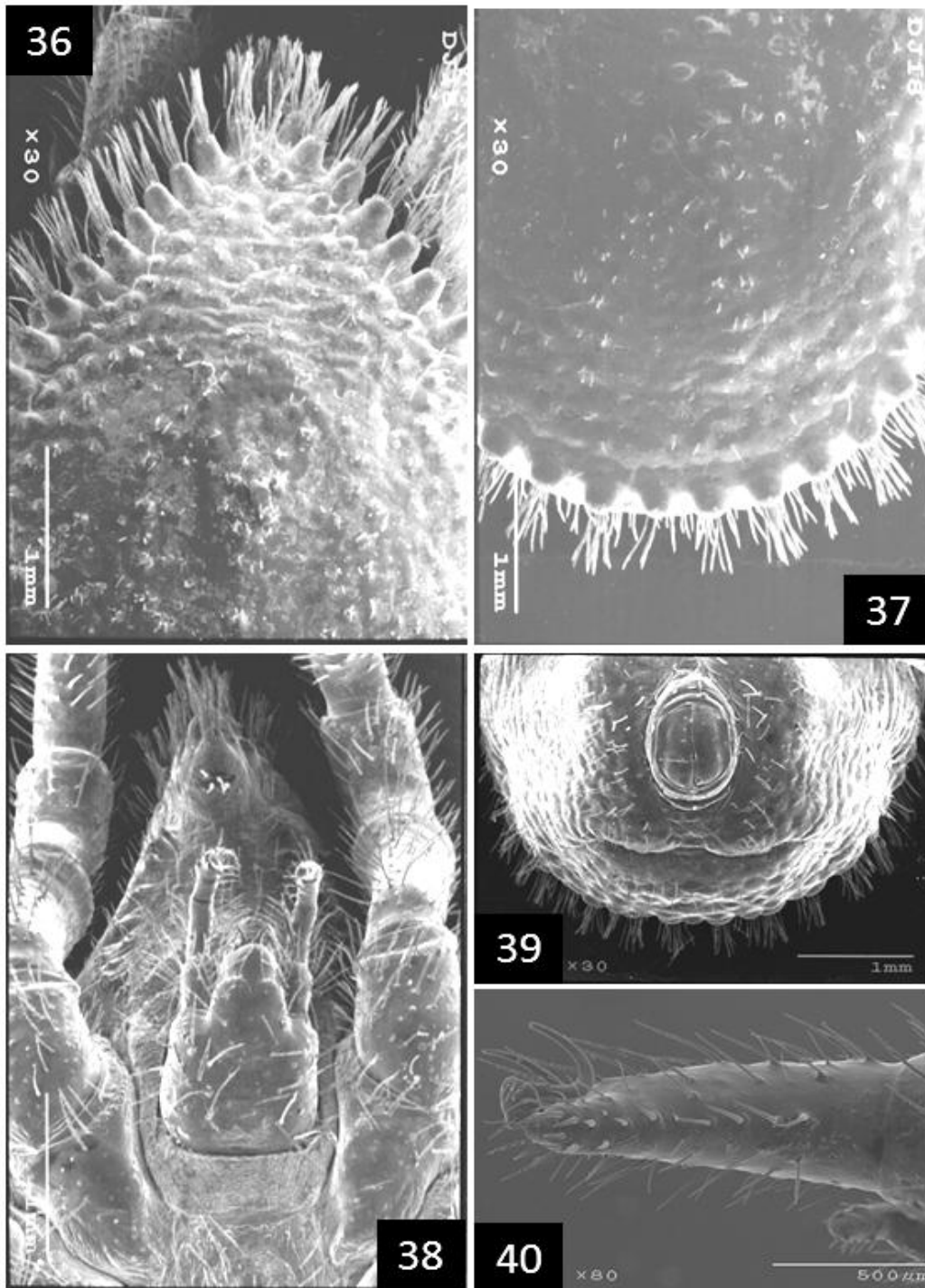
Comentarios taxonómicos: La identificación de los ejemplares recolectados se realizó con base en la descripción hecha por Banks (1910), Cooley y Kohls (1942) y Černý (1966), coincidiendo en caracteres tales como, forma del cuerpo, coxas grandes y contiguas, abertura genital y anal grandes (Figs. 30, 31 y 33), órganos de Haller 0+8 (Fig. 35), cápsula con un poro muy abierto y tubérculos marginales característicos provistos con sedas (Figs. 29, 32 y 36). Este último representa un carácter diagnóstico para la especie.



Figuras 29-31. *Antricola marginatus*, Hembra. **29.** Idiosoma dorsal. **30.** Idiosoma región anteroventral. **31.** Idiosoma región posteroventral.



Figuras 32-35. *Antricola marginatus*, Macho. **32.** Idiosoma dorsal. **33.** Idiosoma ventral. **34.** Región anteroventral del idiosoma, gnatosoma, hipostoma y pedipalpos. **35.** Órgano de Haller con fórmula 0+9.



Figuras 36-40. *Antricola marginatus*, Ninfa. **36.** Región anterodorsal del idiosoma. **37.** Región posterodorsal del idiosoma. **38.** Gnatosoma, hipostoma y pedipalpos. **39.** Región posteroventral del idiosoma. **40.** Tarso I con par de uñas.

***Antricola coprophilus* (Mc Intosh, 1935).**

Mc Intosh, A. 1935. Description of a tick, *Ornithodoros coprophilus* N. sp., from bat guano. *Parasitology* 4:519-523.

Sinónimos: *Ornithodoros coprophilus* Mc Intosh 1935

Carios coprophilus (Mc Intosh, 1935) Klompen *et al.*, (1996).

Material tipo: USNPC, USNM y USNTC bajo el nombre de *Ornithodoros coprophilus*.

Hembra. Dorso. Cuerpo piriforme con una longitud promedio de 6.0 y una anchura promedio de 3.3. Superficie dorsal con tubérculos, cada uno con una ó tres sedas en la región media que forman varios tipos de ornamentación. Márgenes laterales por detrás de las patas IV excavados. Margen de la superficie dorsal aplanado, irregular y con profundos surcos que se unen en el frente.

Vientre. Gnatosoma con hipostoma pequeño ancho y redondeado apicalmente, con dentición fina marginal. Base del gnatosoma con algunas sedas. Pedipalpos y quelíceros grandes (Fig. 42-B). Carece de mejillas, pero presenta de cinco a siete protuberancias digitiformes, cada una llevando de una a dos sedas. Camerostoma representado por una depresión que aloja al hipostoma. Gancho ausente, pero con una proyección en la región anterior (Fig. 42-B).

Región ventral con tubérculos poco definidos y con algunas sedas. Región posterior con tubérculos sin sedas. Placas estigmas pequeñas y globulares, unidas al cuerpo por una pequeña región basal. Abertura genital situada entre las coxas I y II; placa anal muy alargada. Surco postanal transverso corto y muy marcado, surcos medio postanal y preanal ligeramente esbozados o ausentes.

Coxas contiguas. Patas largas y delgadas, provistas de sedas en todos los artejos. Tarso I con una longitud promedio de 0.66, mientras que el tarso IV con una longitud de 1.02; carecen de protuberancias y poseen un par de uñas grandes (Fig. 43-C y D). Órgano de Haller con una fórmula de 2+8, cápsula con el poro ligeramente cerrado.

Macho. Dorso. Cuerpo piriforme con un largo y ancho promedio de 4.44 y 2.75 respectivamente. Superficie dorsal con tubérculos sin o con pocas sedas.

Vientre. Gnatosoma similar a la hembra con hipostoma pequeño con una dentición fina marginal. Pedipalpos y quelíceros como en la hembra (Fig. 42-A). Gancho ausente. Carece de mejillas pero presenta protuberancias digitiformes más pequeñas y en menor número que la hembra.

Región esternal con pocos tubérculos, comenzando éstos al nivel de las coxas IV. Abertura

genital situada entre las coxas I, aunque con una posición ligeramente más anterior que la hembra. Placa anal como la hembra. Placas estigmas pequeñas con forma globular (Fig. 42-E). Surcos preanal, medio postanal y postanal como la hembra (Fig. 41).

Coxas como la hembra (Fig. 41). Patas un poco más reducidas que las hembras; tarso I con una longitud promedio de 0.45; mientras que el tarso IV con 0.54. Tubérculos en todos los artejos de las patas, con presencia de sedas que varían en tamaño y disposición. Patas con un par de uñas grandes. Órgano de Haller como la hembra.

Ninfa. Dorso. Cuerpo piriforme con una longitud y ancho promedio para la primera etapa ninfal de 1.8 por 1.14 respectivamente y 2.2 por 1.35 para la segunda etapa ninfal. Superficie dorsal con tubérculos como los adultos; las ninfas en etapa muy temprana tienen los tubérculos alargados en posición horizontal o en un ángulo en los márgenes y con uno o más sedas que se proyectan desde la parte de superior, con lo que se asemeja a los tubérculos o "protuberancias" que se encuentran en *A. marginatus*.

Ventre. Gnatosoma con hipostoma pequeño con dentición fina marginal como los adultos. Pedipalpos y quelíceros como los adultos. Camerostoma como la hembra; gancho ausente; mejillas ausentes, pero presenta una serie de proyecciones digitiformes pequeñas que pueden variar en número.

Abertura genital ausente; placa anal con forma ovalada, similar a los adultos. Surco postanal, surco medio postanal y surco preanal como en la hembra.

Coxas contiguas. Patas largas y delgadas con algunas sedas en los artejos. Órgano de Haller como en adultos.

Distribución: Estados Unidos de América, México y Venezuela (?).

Comentarios taxonómicos: En la descripción de *A. mexicanus* realizada por Hoffmann (1958), se refiere que esta especie se diferencia de *A. coprophilus* por dos caracteres principales: 1) el aspecto foliar y cordiforme de los procesos estigmáticos, los cuales sobresalen del cuerpo, y que en *A. coprophilus* no se observan, 2) la disposición de los mechones de sedas que se localizan únicamente en el borde posterior del cuerpo y a los lados por debajo de las coxas IV, mientras que *A. coprophilus*

carece de estas estructuras.

Del material colectado en las siete cuevas muestreadas, no logramos identificar organismos con estos caracteres. Asimismo se revisaron ejemplares depositados en la CNAC bajo el nombre de *Carios coprophilus*; sin embargo, todos presentaron tubérculos posteriores con mechones de sedas, característica referida para *A. mexicanus*, además de coincidir en otros caracteres morfológicos. Las características diagnósticas que podrían ayudarnos a separar a ambas especies tendrían que se corroboradas con la revisión del material tipo, el cual solo lo pudimos revisar para *A. mexicanus* (1 Holotipo y 1 Paratipo), además de que se requiere la recolecta de nuevos ejemplares para complementar el estudio morfológico y poder utilizar herramientas moleculares para su diferenciación y validación.

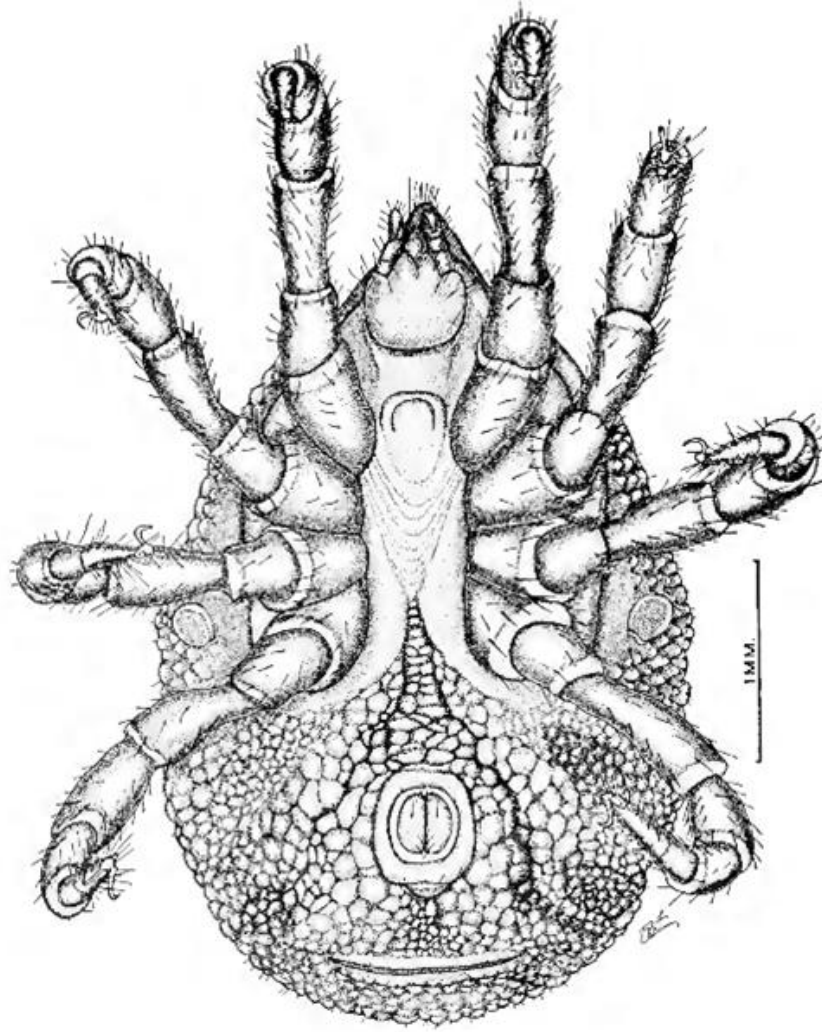


Figura 41. *Antricola coprophilus*, Macho, Vista ventral. Tomado de Mc Intosh (1935).

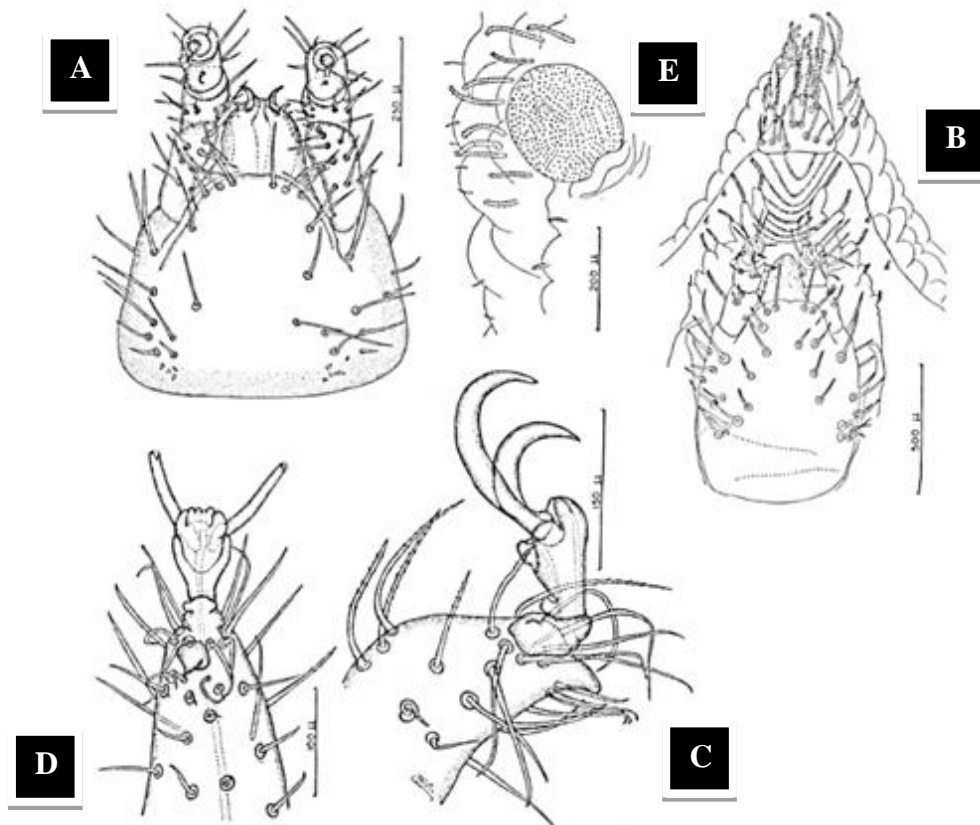


Figura 42. *Antricola coprophilus* (Mc Intosh), **A.** Gnatosoma, Macho, Vista ventral. **B.** Gnatosoma y gancho, Hembra, Vista ventral. **C.** Tarso IV, Macho, Vista lateral. **D.** Tarso I, Macho. **E.** Placa espiracular, Macho, Vista Ventral. Tomado de Mc Intosh (1935).

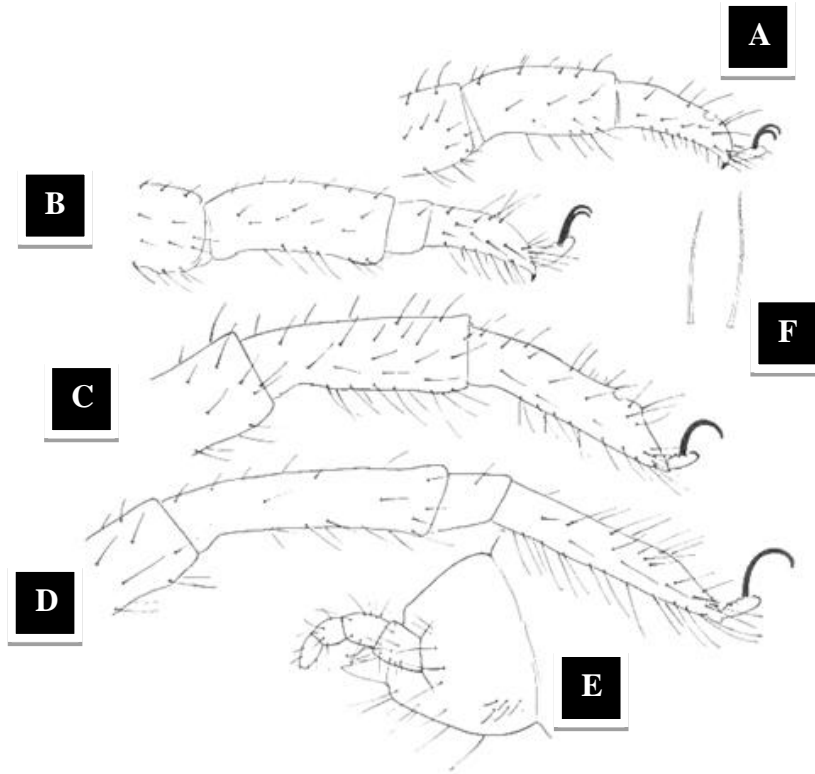


Figura 43. *Antricola coprophilus* (Mc Intosh). **A.** Pata I, Macho. **B.** Pata IV, Macho. **C.** Pata I, Hembra. **D.** Pata IV, Hembra. **E.** Gnatosoma, Ninfa, Vista lateral. **F.** Sedas ciliadas. Tomado de Cooley y Kholts, 1942.

Análisis molecular

El estudio incluyó el análisis del gen 16S rADN de tres especies de argásidos, del que se obtuvieron un total de ocho secuencias, de las cuales siete pertenecen a *A. mexicanus* y una *A. marginatus*. Adicionalmente se utilizaron tres secuencias de garrapatas obtenidas de Genbank: una de *A. mexicanus* (N. acceso a Genbank L34323), una de *A. marginatus* (L34324) y otra de *Ornithodoros rioplatensis* (EU283343), la cual se utilizó como grupo externo para la realización del fenograma usando el Software MEGA 5.05 (Tamura *et al.*, 2011).

Las secuencias que se obtuvieron en este estudio de *A. mexicanus* corresponden a fragmentos de 414 pb (pares de bases), de las cuales 319 son sitios conservados, 93 son sitios variables y 42 son sitios informativos (Anexo D).

Se obtuvieron las frecuencias de composición nucleotídica distribuidas en: 40.16 % (A), 35.33 % (T/U), 8.07 % (C) y 16.44 % (G). Las proporciones de la tasa de transición (k_1) / transversión (k_2) es de $k_1 = 1.337$ y $k_2 = 1.499$. El sesgo total de transición / transversión es $R = 0.522$ (Cuadro 7).

Cuadro 7. Estimación de máxima verosimilitud del patrón de sustitución de nucleótidos

	A	T	C	G
A	-	<i>10.33</i>	<i>4.81</i>	3.15
T	<i>11.74</i>	-	7.21	<i>2.36</i>
C	<i>11.74</i>	15.48	-	<i>2.36</i>
G	15.69	<i>10.33</i>	<i>4.81</i>	-

Se muestran las tasas de las diferentes sustituciones transitorias en **Negritas** y las de sustituciones transversionales se muestran en *Cursivas*. Las frecuencias de nucleótidos son: 40.16 % (A), 35.33 % (T/U), 8.07 % (C) y 16.44 % (G). Las proporciones de la tasa de transición / transversión son $k_1 = 1.337$ y $k_2 = 1.499$. El sesgo total de transición / transversión es $R = 0.522$, donde $R = [A * G * k_1 + T * C * k_2] / [(A + G) * (T + C)]$. El análisis incluyó a 10 secuencias de nucleótidos. Hubo un total de 409 posiciones en el conjunto de datos final (MEGA 5.05).

Usando el análisis de Blast (Basic Local Alignment Search Tool, National Center for Biotechnology Information), las secuencias de *A. mexicanus* obtenidas en este trabajo presentaron un valor del 97 al 98% de similitud con *A. mexicanus* (L34323) referida por Black y Piesman (1994) y $\leq 96\%$ a cualquier otra secuencia de argásido del Genbank.

Las secuencias de *A. marginatus* corresponden a fragmentos de 414 pb (pares de bases), de las cuales 360 son sitios conservados y 43 son sitios variables; de estos 19 son transversiones y 24 son transiciones (Anexo D).

Así mismo, con el análisis de Blast, la secuencia de *A. marginatus* (obtenida en este trabajo) presentó un valor de 92% de similitud con *A. marginatus* (L34324) referida por Black y Piesman (1994) y valores $\leq 90\%$ a cualquier otra secuencia de argásidos en Genbank.

En el alineamiento final de todas las secuencias utilizadas en este estudio se observaron 22 sitios informativos que probablemente ayudan a diferenciar dos especies del género *Antricola* (Cuadro 8).

Cuadro 8. Sitios informativos de *A. mexicanus* vs *A. marginatus*.

Posición	<i>A. mexicanus</i>	<i>A. marginatus</i>
94	A	T
95	A	T
107	C	A
113	A	T
122	A	C
129	A	C
132	-	T
147	C/A	T
162	G	A
199	T	C
200	A	C
207	T	C
218	T	A
258	A	T
267	A	G
276	T	C
288	A	C
291	C	A
297	T	A
313	T	C
319	C	T
327	G	A

En cuanto al análisis de distancias, se incluyeron las 11 secuencias (las generadas en este estudio más las de Genbank) y a partir de éstas se obtuvo una matriz de distancias (Cuadro 9), usando el modelo Kimura 2-parámetros (Kimura, 1980). Se analizaron un total de 399 posiciones en el conjunto de datos final.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 <i>A. mexicanus</i> / Genbank (L34323)											
2 <i>A. mexicanus</i> / Calcehtok, Yuc.	0.033										
3 <i>A. mexicanus</i> / Murciélagos, Ver.	0.031	0.044									
4 <i>A. mexicanus</i> / Sardinias, Tab.	0.023	0.036	0.023								
5 <i>A. mexicanus</i> / Boca del Cántaro, Ver.	0.044	0.033	0.055	0.047							
6 <i>A. mexicanus</i> / Arroyo del Bellaco, Ver.	0.055	0.047	0.065	0.057	0.052						
7 <i>A. mexicanus</i> / Balam Kú, Camp.	0.025	0.039	0.036	0.028	0.044	0.055					
8 <i>A. mexicanus</i> / X'tacumblixuna'an, Camp.	0.028	0.039	0.039	0.031	0.031	0.057	0.023				
9 <i>A. marginatus</i> / Calcehtok, Yuc.	0.144	0.134	0.162	0.153	0.147	0.156	0.150	0.143			
10 <i>A. marginatus</i> / Genbank (L34324)	0.105	0.116	0.116	0.114	0.122	0.140	0.113	0.116	0.117		
11 <i>O. rioplatensis</i> / Uruguay (EU283343)	0.159	0.158	0.171	0.165	0.171	0.190	0.171	0.162	0.193	0.159	

Cuadro 9. Matriz de distancias genéticas obtenidas con el modelo Kimura 2-parametros (MEGA 5.05).

Una vez obtenida la matriz de distancias genéticas, se construyó un fenograma o árbol fenético a partir del método de Neighbor-Joining (Saitou y Nei, 1987), con un Bootstrap de 1000 repeticiones (usando MEGA 5.05).

El árbol obtenido está conformado por dos grandes grupos o conjuntos, el primero de ellos incluye a los ejemplares de *Antricola marginatus* con un soporte de Bootstrap relativamente alto (= 82) y el segundo a todos los ejemplares identificados morfológicamente como *A. mexicanus* con un Bootstrap = 100. Este último grupo incluye dos ramas, los ejemplares de Veracruz + Yucatán, y otra conformada por dos subgrupos, los ejemplares de Campeche y los de Veracruz, Tabasco + el de Genbank. Sin embargo, estos últimos agrupamientos tienen valores de soporte bajos (Fig. 44).

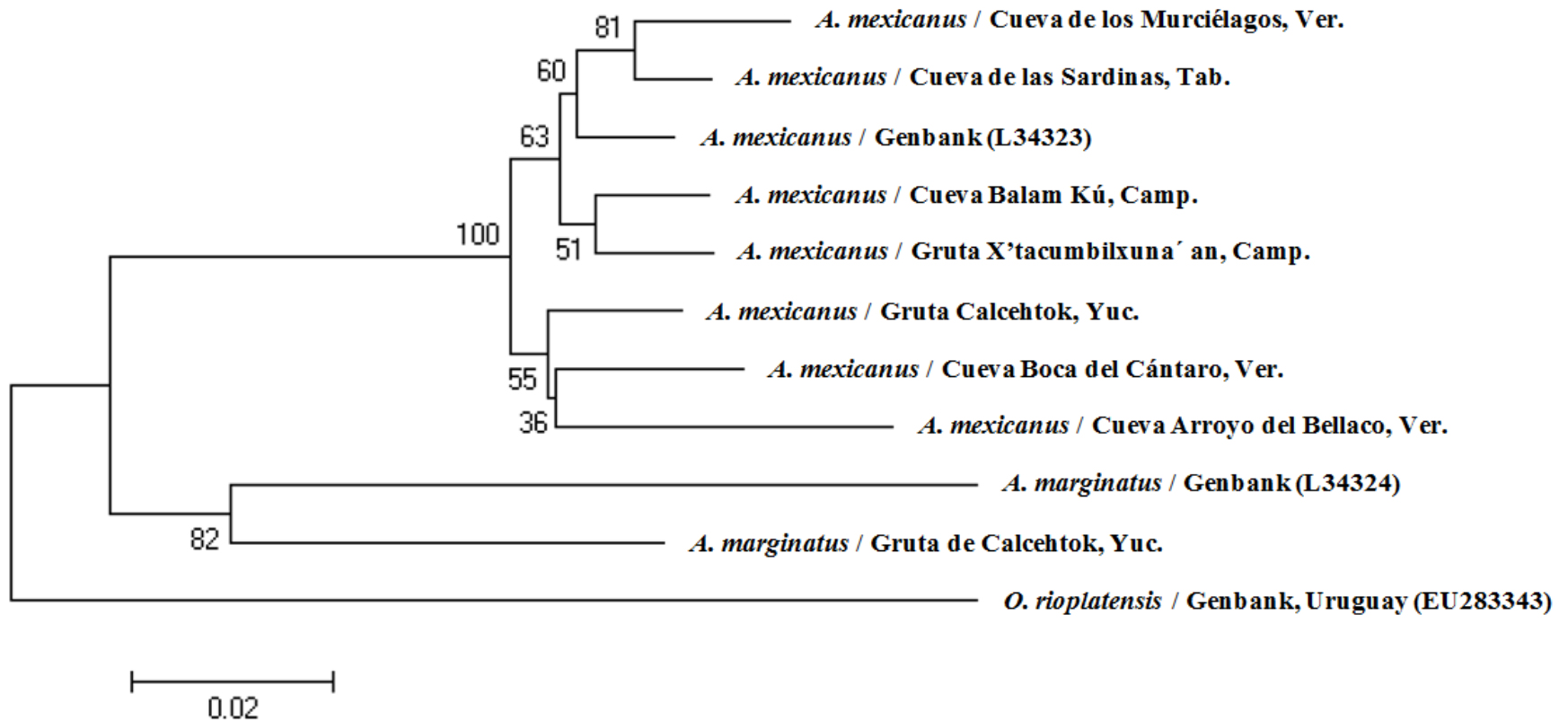


Figura 44. Fenograma Neighbor-Joining con una suma de la longitud de la rama = 0.41508931; los números indicados en los nodos son los valores de soporte de Bootstrap (1000 réplicas). Las distancias genéticas fueron calculadas usando el método Kimura 2-parámetros y se encuentran en las unidades del número de sustituciones de bases por sitio. El análisis incluyó a 11 secuencias de gen 16S rADN. Hubo un total de 399 de 414 posiciones en el conjunto de datos final (MEGA 5.05).

7. Discusión

El género *Antricola* está actualmente conformado por 17 especies (Guglielmone *et al.*, 2010), de las cuales hasta la fecha sólo tres han sido registradas en México: *A. coprophilus*, *A. marginatus* y *A. mexicanus*. Sin embargo, en este estudio, solo *A. mexicanus* y *A. marginatus* fueron colectadas, mientras que *A. coprophilus*, no se colectó en ninguna de las localidades. Los ejemplares de la CNAC etiquetados como *Carios coprophilus* (= *A. coprophilus*) fueron reidentificados en este estudio como *A. mexicanus*.

En todas las cuevas visitadas pudimos coleccionar ejemplares de la especie *A. mexicanus*, no así para *A. marginatus*, la cual sólo se encontró en una de las cuevas muestreadas. Las características de los ejemplares identificados como *A. mexicanus*, coincidieron, con lo señalado por Hoffmann (1958); sin embargo, pudimos observar variaciones principalmente en la forma y tamaño de las placas espiraculares (Figs. 16-21), además de notar la presencia de unas protuberancias a manera de hombreras las cuales pueden ser más conspicuas en unos ejemplares que en otros (Figs. 10 y 11), carácter que no ha sido referido en la descripción original. Con base en las descripciones originales de *A. coprophilus* y *A. mexicanus*, ambas especies son muy parecidas, diferenciándose como se mencionó solo por dos caracteres. Morfológicamente, la presencia de tubérculos ventrales posteriores con mechones de sedas y la forma de las placas espiraculares son los caracteres que se utilizaron en este estudio para poder identificarlas, lo cual fue corroborado con el análisis molecular al obtener en un solo grupo todos los ejemplares que presentaron estas características y que fueron identificados como *A. mexicanus*. Sin embargo, observamos una gran variación en cuanto a la forma de las placas espiraculares, considerada ésta como intraespecífica.

De las tres especies de garrapatas, *A. marginatus* es la que puede reconocerse más fácilmente, debido a la presencia de tubérculos con mechones de sedas en todo el margen del idiosoma y un órgano de Haller con una fórmula de 0+9 (Fig. 35). Lo anterior llevó a la propuesta de la inclusión de esta especie en un subgénero llamado *Parantricola* Černý (1966), mientras que Camicas *et al.* (1998) lo considera un género. Sin embargo, Nava *et al.* (2009) muestran que las especies consideradas por estos últimos autores como *Parantricola* no conforman un grupo natural.

Molecularmente analizamos la variación intraespecífica de *A. mexicanus* y *A. marginatus* a partir de un solo marcador genético, la mayor variación se registró en los ejemplares de *A. mexicanus*

debido al tamaño de muestra; esta variación está dada principalmente por transversiones (1.499) vs transiciones (1.337). Aunque para *A. marginatus* solo analizamos un solo ejemplar el cual se comparó con una secuencia obtenida del Genbank, éste se caracterizó por presentar 43 sitios variables de un total de 414 pares de bases.

Es necesario recolectar ejemplares de la tercera especie (*A. coprophilus*), para poder compararlos y aceptar la validez de *A. mexicanus*, corroborando de esta manera los caracteres morfológicos de las tres especies.

Con base en la literatura, en los ejemplares revisados de nuestros muestreos y en los depositados en la CNAC, *A. coprophilus* es una especie con distribución Neártica, mientras que *A. marginatus* presenta una distribución Neotropical. *Antricola mexicanus* había sido sólo registrada para el Neotrópico (Guglielmone *et al.*, 2004). Considerando la reidentificación del material de la CNAC como *A. mexicanus*, encontramos que ésta especie también se distribuye en el Neártico.

A partir de las secuencias obtenidas de algunos ejemplares recolectados, se construyó un árbol basado en distancias utilizando Neighbor-Joining, a partir del cual se observan dos grupos, uno que corresponde a los organismos identificados como *A. mexicanus* y otro a los identificados como *A. marginatus*. Las relaciones obtenidas entre los ejemplares de *A. mexicanus* muestran una mayor similitud entre las garrapatas de las cuevas de X'tacumbilxuna' an y Balam kú (índice de distancia 0.023) en el estado de Campeche; mientras que la mayor diferencia se presentó entre los ejemplares de la Cueva del Bellaco y de la Cueva de los Murciélagos (índice de distancia 0.065), ambas en el estado de Veracruz (Fig. 44). Esto podría deberse a la falta de contacto entre ambas poblaciones. Sin embargo, explicar el patrón resulta complicado en términos biogeográficos, considerando que la información sobre rutas migratorias o de movimientos entre poblaciones de murciélagos aún requiere de mucho estudio (López-Wilchis com. pers.). Aunado a lo anterior se necesitan muestrear más ejemplares y utilizar nuevos marcadores que nos permitan corroborar o no el patrón obtenido.

El conocimiento de este grupo está siendo retomado, principalmente en aspectos relacionados con su historia evolutiva, ecología y biogeografía; por ejemplo la biología del grupo es poco conocida, se sabe que son garrapatas que habitan en cuevas caracterizadas por una humedad relativa alta y temperaturas elevadas. Kohls *et al.* (1965) señalaron que *A. coprophilus* habita en los túneles donde hay calor y mucha humedad. Por otra parte De la Cruz (1976) menciona que representantes de *A. habanensis* y *P. marginatus* (= *A. marginatus*) fueron recolectados en una cueva de Cuba con

temperaturas que oscilaban entre 36.7-38.2 °C y una humedad relativa de 96-99 %. Lo anterior lo pudimos corroborar en nuestras recolectas, ya que ambos factores se presentaron en las siete cuevas muestreadas. Estas garrapatas se encontraron caminando sobre el guano. Sin embargo Cooley y Kohls (1944) citan que éstas también pueden encontrarse sobre las paredes. Su asociación es con murciélagos, principalmente con los de la familia Mormoopidae (De la Cruz, 1987; Pérez, 1934 a, b, 1956). En todas las cuevas muestreadas se sabe que existe la presencia de estos mamíferos, pero sólo en tres de ellas (Cueva de Calcehtok, Cueva de los Murciélagos y Cueva de las Sardinas) pudimos observarlos, ya que se recolectaron durante nuestro estudio algunos ejemplares, corroborando así su pertenencia a este taxón. Aunque sobre estos murciélagos no recolectamos ninguna larva, se ha registrado en la literatura que las larvas y los primeros estadios ninfales (Estrada-Peña *et al.*, 2008) pueden alimentarse de sangre, mientras que los adultos ya no lo hacen. De la Cruz (1987) refiere que los adultos de estas garrapatas podrían ser coprófagos, sin embargo, esto no ha sido comprobado. También se ha citado que en los últimos estadios ninfales se puede reconocer si éstas mudarán hacia hembras o machos (Cooley y Kohls, 1944; De la Cruz, 1973). Un comportamiento observado durante nuestros muestreos en la Cueva de Calcehtok, es que ninfas grandes de *A. mexicanus* llevaban en el dorso a machos, lo cual podría sugerirnos que las ninfas grandes podrían mudar a hembras, pudiéndose deber esto a un tipo de selección sexual. Aunado a lo anterior, Labruna *et al.* (2012) refieren un tipo de cuidado materno en garrapatas de la especie *A. marginatus*; esto lo pudimos observar en la Cueva de Calcehtok, Yucatán, durante el muestreo realizado en este sitio.

Se sabe por muestreos recientes (Del Castillo-Martínez com. pers.) que en la Cueva de Juxtlahuaca, Guerrero, donde se colectaron los tipos de *A. mexicanus*, la abundancia de garrapatas de este género es baja (restringiéndose solo a algunos estadios ninfales), resultado posiblemente de actividades antropogénicas, que han perturbado en gran medida a este ecosistema. Otro caso similar es el que encontramos en la Cueva de Xtacumbilxuná, Campeche, la cual es turística y tiene modificaciones para dicha actividad, donde la abundancia de estos organismos es poca si la comparamos con lo observado en la Cueva de Calcehtok, la cual a pesar de también ser visitada presenta un mejor estado de conservación.

Sin duda el conocimiento de la fauna cavernícola aún está lejos de completarse, existiendo aún muchas cuevas que requieren ser exploradas desde un punto de vista biológico, con el fin de conocer más sobre aspectos ecológicos, biogeográficos y evolutivos de los organismos que allí habitan.

Conclusiones

-De las 17 especies de *Antricola* que han sido descritas para el género, hasta el momento sólo tres de ellas se registran en el país: *A. coprophilus*, *A. marginatus* y *A. mexicanus*.

-De las tres especies registradas en México, *A. marginatus* presenta los caracteres morfológicos más distintivos que permiten su rápida diferenciación, destacando la presencia de tubérculos provistos de sedas en el margen del idiosoma y un órgano de Haller con la fórmula 0+9.

- *Antricola coprophilus* y *A. mexicanus* comparten caracteres morfológicos; diferenciándose las hembras de *A. mexicanus* por la presencia de una serie de tubérculos con sedas en el borde posteroventral del idiosoma, mientras que *A. coprophilus* carece de éstos. La forma foliácea de las placas espiraculares descritas por Hoffmann (1958), como diagnóstica para *A. mexicanus*, varía pudiendo ser también, ligeramente redondeadas, ovaladas y/o lobuladas, mientras que en *A. coprophilus* éstas fueron descritas como redondeadas.

-Se requiere de nuevas colectas de ejemplares de *A. coprophilus*, y la revisión del material tipo, para poder corroborar la validez de ésta y de *A. mexicanus*, basada en caracteres morfológicos y moleculares.

- Con base en la literatura, en los ejemplares revisados de nuestros muestreos y en los depositados en la CNAC, *A. coprophilus* es una especie con distribución Neártica, *A. marginatus* presenta una distribución Neotropical, mientras que *A. mexicanus* se distribuye en ambas regiones.

- Las secuencias del gen 16S rADN obtenidas para las especies de *Antricola* analizadas en este estudio corresponden a fragmentos de 414 pb. Para *A. mexicanus* 319 fueron sitios conservados, 93 fueron variables y 42 informativos, mientras que para *A. marginatus* 360 fueron conservados y 43 son sitios variables, y 19 son transversiones y 24 son transiciones.

- Los dos grandes grupos obtenidos a partir del análisis con Neighbor-Joining, corrobora la

identificación de los ejemplares de *A. marginatus* y *A. mexicanus*, basada en los caracteres morfológicos considerados en este estudio como diagnósticos.

-Las relaciones obtenidas entre los ejemplares de *A. mexicanus* muestran una mayor similitud entre las garrapatas de las cuevas de X'tacumbilxuná an y Balam Kú (índice de distancia 0.023) en estado de Campeche; mientras que la mayor diferencia se presentó entre los ejemplares de la Cueva de Arroyo del Bellaco y de la Cueva de los Murciélagos (índice de distancia 0.065), ambas en el estado de Veracruz.

-Se requiere la obtención de nuevas secuencias y la utilización de nuevos marcadores para corroborar el patrón obtenido (fenograma con Neighbor-Joining) en este estudio.

-Las tres especies están relacionadas con murciélagos, principalmente de la familia Mormoopidae en cuevas caracterizadas por una alta temperatura y humedad.

- El comportamiento de garrapatas de la especie *A. mexicanus* observado en la Cueva de Calcehtok, en donde ninfas grandes llevaban en el dorso a un macho, sugiere un tipo de selección sexual, ya que las ninfas grandes podrían mudar a hembras.

- El conocimiento sobre la biología, sistemática y biogeografía de las garrapatas del género *Antricola* está aún lejos de completarse. Se requieren de nuevas colectas en cuevas no exploradas, así como nuevas observaciones de campo, que nos permitan conocer más sobre este taxón en particular.

Literatura citada

Arita, H. T. 1993. Conservation biology of the cave bats of Mexico. *Journal of Mammalogy* 74:693-702.

Banks, 1910. New American Mites. Arachnoidea. Acarina. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 12:2-12.

Barros-Battesti, D. M., M. Arzua y G. H. Bechara. 2006. Carrapatos de Importância Médico-Veterinária da Região Neotropical. Um guia ilustrado para identificação de espécies. Butantan. São Paulo. 233 p.

Black, W. C. 4TH y J. Piesman. 1994. Phylogeny of hard- and soft-tick taxa (Acari : Ixodida) based on mitochondrial 16S rDNA sequences. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 91:10034-10038.

Burnie, D. 2003. *Animal*. Dorling Kindersley, Londres. 624 p.

Camicas, J. L., J. P. Hervy, F. Adam y P. C. Morel. 1998. Les tiques du monde. Nomenclature, stades décrits, hôtes, répartition (Acarida, Ixodida). Éditions de l'Orstom, Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération, Paris. 233 p.

Černý, V. 1966. *Parantricola* sg. Nov., a New Subgenus of argasid Ticks (Ixodoidea). *Folia Parasitologica* 13:379-383.

Černý, V. 1969. The tick fauna of Cuba. *Folia Parasitologica* 16:279-284.

Clarke-Crespo, E. 2008. Descripción de la helmintofauna asociada a tres especies de murciélagos (Chiroptera: Mormoopidae) en el municipio de Apazapan, Veracruz. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Veracruz, México. 87 p.

Clifford, C. M., G. M. Kohls y D. E. Sonenshine. 1964. The systematics of the subfamily Ornithodorinae

(Acarina: Argasidae). I. The genera and subgenera. *Annals of the Entomological Society of America* 57:429-437.

Cooley, R. A. y G. M. Kohls. 1942. *Antricola* new genus, *Amblyomma gertschi* new species, and notes on *Ixodes spinipalpis* (Acarina: Ixodoidea). *Public Health Report* 57:1869-1872.

Cooley, R. A. y G. M. Kohls. 1944. The Argasidae of North America, Central America and Cuba. Monograph No. 1. *The American Midland Naturalist* 152 p.

Culver, D. C., L. I. Master, M. C. Christman y H. H. Hobbs. 2000. Obligate cave fauna of the 48 contiguous United States. *Conservation Biology* 14:386-401.

De la Cruz, J. 1973. Notas sobre garrapatas del género *Antricola* Cooley y Kohls, 1942. Serie Espeleológica y Carsológica. *Academia de Ciencias de Cuba* 44:1-13.

De la Cruz, J. 1976. Notas adicionales a la fauna de garrapatas (Ixodoidea) de Cuba. V. Una nueva especie del género *Antricola* Cooley y Kohls, 1942 (Argasidae). *Poeyana* 151:1-8.

De la Cruz, J. 1978. Notas adicionales a la fauna de garrapatas (Ixodoidea) de Cuba. VI. Cuatro nuevas especies del género *Antricola* Cooley et Kohls, 1942 (Argasidae: Ornithodorinae). *Poeyana* 184:1-17.

De la Cruz, J. 1987. La Fauna de Garrapatas (Ixodoidea) de la República de Cuba. Tesis para optar por el título de candidato a Doctor en Ciencias Biológicas. Academia Checoslovaca de Ciencias. Instituto de parasitología, Ceske Budějovice. 300 p.

De la Cruz, J. y A. A. Socarras. 1992. Garrapatas (Acarina: Argasidae) de las cuevas de calor de Cuba. Reporte de Investigación. Instituto de Ecología y Sistemática. Academia de Ciencias de Cuba 22 p.

De la Cruz, J. y A. Estrada-Peña. 1995. Four new species of *Antricola* ticks (Argasidae: Antricolinae) from bat guano in Cuba and Curaçao. *Acarologia* 4:277-286.

Del Castillo-Martínez, L. L. 1996. Estudio faunístico de dos comunidades guanobias en cavernas de Veracruz. Tesis para obtener el grado de Bióloga. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. D. F., México. 102 p.

Espino del Castillo, A., G. Castaño-Meneses, M. Dávila-Montes, M. Miranda-Anaya, J. B. Morales-Malacara y R. Paredes-León. 2009. Seasonal distribution and circadian activity in the troglophile long-footed robber frog, *Eleutherodactylus longipes* (Anura: Brachycephalidae) at Los Riscos cave, Queretaro, Mexico: Field and laboratory studies. *Journal of Cave and Karst Studies* 71:24-31.

Erwin, T. L. 1982. Tropical forests: Their richness in Coleoptera and other arthropod species. *Coleopterists Bulletin* 36:74-75.

Espinosa, D. y S. Ocegueda. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. *In* Capital natural de México, Volumen I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México. p. 33-65.

Estrada-Peña, A., J. M. Venzal, D. M. Barros-Battesti, V. Castilho O., E. Trajano y J. V. Lima F. 2004. Three new species of *Antricola* (Acari: Argasidae) from Brazil, with a key to the known species in the genus. *Journal of Parasitology* 90:490-498.

Estrada-Peña, A., J. M. Venzal, K. M. Kocan, C. Tramuta, L. Tomassone, J. de la Fuente y M. Labruna. 2008. Observations on *Antricola* Ticks: Small Nymphs Feed on Mammalian Hosts and Have a Salivary Gland Structure Similar to Ixodid Ticks. *Journal of Parasitology* 94:953-955.

Estrada-Peña, A., A. J. Mangold, S. Nava, J. M. Venzal, M. Labruna y A. A. Guglielmone. 2010. A review of the systematics of the tick family Argasidae (Ixodida). *Acarologia* 50:317-333.

Ferreira, R. L. y R. P. Martins. 1999. Trophic structure and natural history of bat guano invertebrate communities, with special reference to Brazilian caves. *Tropical Zoology* 12:231-252.

Filippova, N. A. 1961. Larvae and nymph of the subfamily Ornithodorinae (Ixodoidea-Argasidae) in the fauna of the Soviet Union. *Parazitologicheskiy Sborn* 20:148-184.

Filippova, N. A. 1964. Data on ticks of the subfamily Argasinae (Ixodoidea, Argasidae) Report II. Taxonomy of Palearctic Argasinae and diagnoses of the species of the USSR for all active phases of the life cycle. *Parazitol Sborn* 22:7-27.

Guerrero, R. y J. B. Morales-Malacara. 1996. Streblidae (Diptera: Calyptratae), parásitos de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) cavernícolas del centro y del sur de México, con descripción de una nueva especie del género *Richobius*. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología* 67:357-373.

Guglielmone, A. A., A. Estrada-Peña, J. E. Keirans y R. G. Robbins. 2004. Las garrapatas (Acari: Ixodida) de la región zoogeográfica neotropical. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina, Buenos Aires. 142 p.

Guglielmone, A. A. y S. Nava. 2005. Las garrapatas de la familia Argasidae y de los géneros *Dermacentor*, *Haemaphysalis*, *Ixodes* y *Rhipicephalus* (Ixodidae) de la Argentina: distribución y hospedadores. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 34 : 123-141.

Guglielmone, A. A., R. G. Robbins, D. A. Apanaskevich, T. N. Petney, A. Estrada-Peña, I. G. Horak, R. Shao y S. C. Barker. 2010. The Argasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari: Ixodida) of the world: a list of valid species names. *Zootaxa* 2528:1-28.

Guzmán-Cornejo, C., R. G. Robbins y T. M. Pérez. 2007. The *Ixodes* (Acari: Ixodidae) of Mexico: Parasite-host and host-parasite checklists. *Zootaxa* 1553:47-58.

Guzmán-Cornejo, C., R. Paredes-León, M. B. Labruna, S. Nava y J. M. Venzal. 2012. Molecular identification and description of the female of *Nothoaspis reddelli* (Ixodida: Argasidae) from a cave in southeastern Mexico. *Journal of Parasitology* 98:918-923.

Hoffmann, A. 1958. Una especie de *Antricola* (Acarina, Argasidae) en México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 9:97-107.

Hoffmann, A. 1988. *Animales desconocidos: Relatos acarológicos. La ciencia desde México.* Secretaría de Educación Pública, Fondo de Cultura Económica. México D. F. 127 p.

Hoffmann, A., J. G. Palacios-Vargas y J. B. Morales-Malacara. 1986. *Manual de bioespeleología (con aportaciones de Morelos y Guerrero, México).* Dirección General de Publicaciones, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 274 p.

Hoffmann, A. y G. López-Campos. 2000. *Biodiversidad de los ácaros en México.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad – Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 230 p.

Hoffmann, A., M. G. López-Campos y I. M. Vázquez-Rojas. 2004. *Ecología 13. Los artrópodos de las cavernas de México. In Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Volumen IV.* J. E. Llorente B., J. J. Morrone, O. Yáñez O., I. Vargas F. (eds.). CONABIO, Facultad de Ciencias, Instituto de Biología, Las Prensas de Ciencias. Mexico, D. F. p. 229-326.

Hoogstraal, H. 1985. Argasid and nuttalliellid ticks as parasites and vectors. *Advances in Parasitology* 24:135-238.

Kimura, M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution* 16:111-120.

Klompen, J. S. H. y J. H. Oliver. 1993. Systematic relationships in the soft ticks (Acari: Ixodida: Argasidae). *Systematic Entomology* 18:313-331.

Klompen, J., W. Black, J. Keirans y J. Oliver. 1996. Evolution of ticks. *Annual Review of Entomology* 41:141-61.

Kohls, G. M., D. E. Sonenshine y C. M. Clifford. 1965. The systematics of the subfamily Ornithodorinae (Acarina: Argasidae). II. Identification of the larvae of the Western Hemisphere and descriptions of three new species. *Annals of the Entomological Society of America* 58:331-364.

Kunz, T. H. 1982. Roosting ecology of bats. *In Ecology of bats*, T. H. Kunz (Ed.). Plenum Press, N.Y. p. 1-55.

Labruna, M.B., S. Nava, C. Guzmán-Cornejo, y J.M. Venzal. 2012. Maternal Care in the Soft Tick *Antricola marginatus*. *Journal of Parasitology* 98: 876-877.

Lazcano, C. 1983. México Paraíso de la Bioespeleología. *Gaceta UNAM* 1:21.

Marinkelle, C. J. y E. S. Grose. 1981. A list of ectoparasites of Colombian bats. *Revista de Biología Tropical* 29:11-20.

Mc Intosh, A. 1935. Description of a tick, *Ornithodoros coprophilus* N. sp., from bat guano. *Parasitology* 4:519-523.

Nava, S., A. A. Guglielmone y A. J. Mangold. 2009. An Overview of Systematics and evolution of ticks. *Frontiers in Bioscience* 14:2857-2877.

Nava, S., J. Venzal, M. Labruna, M. Mastropaolo, E. González, A. Mangold y A. Guglielmone. 2010. Hosts, distribution and genetic divergence (16S rDNA) of *Amblyomma dubitatum* (Acari: Ixodidae). *Experimental and Applied Acarology* 51:335-351.

Neyra, L. y L. Durand. 1998. Capítulo 3, Biodiversidad. *In La diversidad biológica de México: Estudio de País*, 1998. CONABIO, México. p. 60-102.

Norris, D. E., J. S. H. Klompen, J. E. Keirans y W. C. Black. 1996. Population genetics of *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) based on mitochondrial 16S and 12S genes. *Journal of Medical Entomology* 33:78–89.

Ortiz, I. 1967. Notas espeleológicas e ixodológicas del estado Falcón. Nueva cueva y nuevo argásido (Acarina) para Venezuela. *Gaceta Médica de Caracas* 75:117-121.

Palacios-Vargas, J. G., D. A. Estrada, M. Fuentes y J. Monterrubio. 2001. Cave fauna from “Las Sardinias”, one Mexican mixed energetic subterranean system. 13 International Congress of Speleology. *Proceedings*: 162-163.

Pérez, I. 1934 **a.** On the ticks of Cuba, with description of a new species, *Amblyomma torrei*, from *Cyclura macleayi* Gray. *Psyche* 41:13-18.

Pérez, I. 1934 **b.** Sobre un Nuevo hospedero de *Ornithodoros marginatus* Banks, 1910. *Revista de la Universidad, La Habana* 3:127.

Pérez, I. 1956. Los ixodidos y culícidos de Cuba, su historia natural y médica. *Universidad de la Habana* 579 p.

Pospelova-Shtrom, M. V. 1946. On the Argasidae system (with description of two new subfamilies, three new tribes and one new genus). *Meditnskaia Parazitologia, Paratizarn Bolezni* 15:47-58.

Pospelova-Shtrom, M. V. 1969. On the system of classification of ticks of the family Argasidae Can., 1890. *Acarologia* 11:1-22.

Reddell, J. R. 1971. A Preliminary Bibliography of Mexican Cave Biology with a Checklist of Published Records. *Association for Mexican Cave Studies Bulletin* 3:1-184.

Reddell, J. R. 1981. A review of the cavernicole fauna of Mexico, Guatemala, and Belize. Texas Memorial Museum Bulletin 27:1-327.

Saitou, N. y M. Nei. 1987. The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. Molecular Biology and Evolution 4:406-425.

Sarukhán, J., y R. Dirzo. 2001. Biodiversity-rich countries. In Encyclopedia of biodiversity S.A. Levin (Ed.), Volumen 1. Academic Press, San Diego, p. 419-436.

Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo, J. Llorente-Bousquets, G. Halffter, R. González, I. March, A. Mohar, S. Anta y J. de la Maza. 2009. Capital Natural de México. Síntesis: Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F. 100 p.

Sonenshine, D. E. 1991. Biology of Ticks, Volumen I. Oxford University Press. New York. 447 p.

Tamura, K., D. Peterson, N. Peterson, G. Stecher, M. Nei y S. Kumar. 2011. MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. Molecular Biology and Evolution 28:2731-2739.

Torres-Flores, J. W. y R. López-Wilchis. 2010. Condiciones microclimáticas, hábitos de percha y especies asociadas a los refugios de *Natalus stramineus* en México. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie) 26:191-213.

Winkler, W. G. y D. B. Adams. 1972. Utilization of southwestern bat caves by terrestrial carnivores. American Midland Naturalist 87:191-200.

Anexos

A. Extracción de ADN

Protocolo para extracción de ADN de tejido animal con el Kit QIAGEN DNeasy® Blood & Tissue Handbook.

1. Macerar una pata de garrapata ó realizar un corte en diagonal del idiosoma, colocar el tejido en un tubo de 1.5 ml y agregar 180 µl de buffer ATL.
2. Agregar 40 µl de proteinasa K y mezclar en vortex, incubar a 65 °C hasta que el tejido esté completamente digerido. Agitar de vez en cuando el tubo o colocar en una incubadora con agitación. Se puede dejar digiriendo toda la noche (24 h.).
3. Poner en vortex el tubo durante 15 s, agregar 220 µl de buffer AL a la muestra y mezclar en el vortex, incubar a 70 °C por 10 min. En caso de que se forme una mezcla gelatinosa, es necesario mezclar vigorosamente hasta que se disuelva por completo.
4. Agregar 200 µl de etanol (96 al 100 %) y mezclar en el vortex.
5. Tomar la mezcla anterior con una pipeta y colocar en la columna DNeasy mini spin con su tubo colector (sin lo que queda de la garrapata). Centrifugar a 10,000 rpm por 1 min (desechar lo colectado).
6. Colocar la columna en el mismo tubo colector y agregar 500 µl de buffer AW1. Centrifugar a 10,000 rpm por 1 min (desechar lo colectado).
7. Colocar la columna en un tubo colector y agregar 500 µl de buffer AW2. Centrifugar a 10,000 rpm por 2 min (desechar lo colectado).
8. Sin agregar nada, se centrifuga nuevamente a 10,000 rpm por 1 min. (para estar seguros que todo el AW2 está fuera y no contamine la muestra).
9. La columna se pasa a un tubo Eppendorf de 1.5 ml estéril. Se le agregan 25 µl de H₂O desionizada en el centro y se espera unos segundos (para mejores resultados el H₂O debe estar caliente). Centrifugar a 10,000 rpm por 1 min.
10. Se le agrega nuevamente 25 µl de H₂O a la columna, se espera unos segundos. Centrifugar a 10,000 rpm por 1 min.
11. Lo que queda en el tubo colector de Eppendorf, es ADN + H₂O. Se etiqueta el tubo y se mantiene almacenado a -20 °C.

B. Reacción de amplificación

Se amplificó el ADN utilizando los primers específicos para el gen 16S: forward 5'-CCG GTC TGA ACT CAG ATC AAG T-3' y reverse 5'- CTG CTC AAT GAT TTT TTA AAT TGC TGT GG-3' de acuerdo a Norris *et al.* (1996).

Se utilizó el Kit RED Taq Ready Mix para iniciar la reacción en el termociclador.

	Volumen	Reactivo	Concentración
	6 μ l	RED Taq Ready Mix	
	1 μ l	Forward Primer	2 μ M
	1 μ l	Reverse Primer	2 μ M
	4 μ l	ADN	
Total (por cada muestra)	12 μ l		

Programa para termociclador (PCR):

Para el gen 16S rADN el ciclo inicia con la desnaturalización a 94 °C por 2 min, seguido de 35 ciclos por 45 s a 94 °C, 45 s para la primera anidación y 45 s para la primera extensión a 72 °C. La temperatura de anidación de los siete primeros ciclos se incrementa 0.3 °C cada segundo de 47 a 48.8 °C, seguido por 28 ciclos usando una temperatura de anidación de 50 °C y por último una extensión durante 7 min a 72 °C.

C. Purificación de DNA

Protocolo para purificación de producto de PCR con el kit de columnas Millipore Montagé (GENOMICS).

1. Insertar el reservorio (columna violeta) en uno de los tubos que vienen en la caja del kit, de manera que quede la parte blanca de la columna dentro del tubo.
2. Agregar a la reacción de PCR la cantidad de agua bidestilada o inyectable necesaria para completar 500 μ l. (e. g. si la reacción de PCR es de 50 μ l, agregar 450 μ l de H₂O)*.
3. Agregar todo lo del tubo de PCR al reservorio.
4. Poner el tubo que tiene dentro del reservorio en la microcentrifuga y centrifugar a 3400 rpm por 15 min.
5. Quitar el reservorio y guardar lo colectado en tubo hasta que se haga el análisis de la reacción.
6. Pasar el reservorio a un tubo nuevo de los que vienen en el kit. Agregarle 20 μ l de H₂O bidestilada.
7. Poner el reservorio al revés (de cabeza, quedando la parte blanca de la columna hacia arriba) dentro del mismo tubo y centrifugar a 3400 rpm por 2 min.

*Se puede poner la cantidad de H₂O en los tubos con reservorio y después agregar todo el producto de PCR.

. . . . | 410
1 **A A A T C A T T G A G C A G**
2
3 **A** . . .
4
5
6
7
8
9
10
11