

00377



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

POSGRADO EN
CIENCIAS BIOLÓGICAS

Facultad de Ciencias

ANÁLISIS BIOGEOGRÁFICO PRELIMINAR DEL ORDEN
SIPHONAPTERA (ARTHROPODA: INSECTA) EN MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(ORIENTACIÓN SISTEMÁTICA)**

P R E S E N T A

ANA LILIA GUTIERREZ VELAZQUEZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. JUAN JOSÉ MORRONE LUPI

MEXICO, D.F.

ENERO, 2004.





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS COORDINACIÓN

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Ana Lilia
Gutiérrez Velázquez
FECHA: 23/01/04
FIRMA: Ana Lilia Gutiérrez

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 14 de julio de 2003, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el examen de grado de Maestría en Ciencias Biológicas (Sistemática) del alumno(a) **Gutiérrez Velázquez Ana Lilia**, con número de cuenta 85002713, con la tesis titulada: "Análisis biogeográfico preliminar del orden Siphonaptera (Artrópoda: Insecta) en México", bajo la dirección del(a) **Dr. Juan José Morrone Lupi**.

Presidente:	Dra. Tila María Pérez Ortiz
Vocal:	M. en C. Margarita Vargas Sandoval
Secretario:	Dr. Juan José Morrone Lupi
Suplente:	Dr. Jorge Enrique Llorente Bousquets
Suplente:	Dr. Juan Bibiano Morales Malacar

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 14 de enero de 2004

Dr. Juan J. Morrone Lupi
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del interesado

Esta investigación esta dedicada con todo mi cariño a Mariana, Emiliano y Leonardo Ortiz por
hacerme cada día más feliz!!

A Dios por llenar mi vida de bendiciones.

Y a mi mami .

Para todo problema complejo existe una solución simple.

Ésta es siempre incorrecta.

Anónimo.

anden.

A Roxana Acosta, Carolina Poveda, Camilo Rojas y por supuesto José Luis Salinas, mis grandes amigos y compañeros!! no solo por lo que a este trabajo respecta, sino también por los artículos, tareas, e intensas horas de dedicación que realizamos juntos durante nuestra estancia en este posgrado ... ¡¡Mil gracias!!.

Olivia Yáñez, Marisol Trujano, Griselda Montiel y Gabriel Villegas, por su amistad y su ayuda para la realización de este trabajo.

A la M. en C. Isabel Vargas y Dr. Octavio Rojas por brindarme su ayuda y amistad.

Dra. América Sortibrán y Anacecy Luis por su amistad y por tanta y tanta ayuda, si ... también me refiero a Emi ¡¡mil gracias!!

A mis padres, hermanos y sobrinos por estar.

A Leo, Emi y Mar Ortiz, por soportar tantos días de abandono, histerias y demás!!.

Agradecimientos

Quiero agradecer al Dr. Juan José Morrone, quién fungió como director de este trabajo, por compartir conmigo sus valiosos conocimientos, por ser un excelente maestro, por brindarme su apoyo y disposición en todo momento. Por tanta paciencia ¡mil gracias!

A la Dra. Tila Ma. Pérez y Dr. Juan Morales Malacara, parte de mi comité tutorial, por su disposición y por su particular interés para llevar a buen fin esta tesis..

A la Dra. Margarita Vargas, por sus sugerencias para el mejoramiento de este trabajo, así como por su disposición en todo momento.

Al Dr. Jorge Llorente por la paciencia e interés para revisar esta tesis así como por sus acertadas observaciones, consejos y regaños.

Agradezco a CONACYT (proyectos 158342 y 36488) y DGEP, por proporcionarme el apoyo económico para la realización de este trabajo, así como a la Colección de Siphonaptera del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, en la que está basado este trabajo. Agradezco también la contribución técnica y el trabajo curatorial llevado a cabo durante los últimos 20 años por los investigadores Dr. R. Ayala, Dr. J. C. Morales, Biól. A. Muñiz, M. en C. H. Ponce-Ulloa, Biól. Gregorio Rodríguez, Dr. J. Llorente y M. en C. R. Acosta. También a los mastozoólogos que capturaron a las especies huéspedes (M. en C. Livia León-P. y estudiantes).

Al Mtro. en C. Armando Luis Martínez con quién siempre estaré en deuda, por su apoyo y confianza ... ¡mil gracias!

Al M.A.I.A. Leonardo Ortiz por tantas recomendaciones tanto en contenido como en edición durante el desarrollo de esta investigación ... y claro por todo lo demás!! .

Mtra. en C. Margarita Hermoso por su amistad y tanta ayuda; de parte de Emi y Mar .. ¡¡muchas gracias!!.

Al Dr. Alejandro Granados, Dr. Pablo Hernández, por todo su apoyo en lo que a este trabajo corresponde, así como por brindarme su amistad

Quiero agradecer también al posgrado de la Facultad de Ciencias y a todos los que de algún modo contribuyeron en la realización de este trabajo: Dr. Fernando Cervantes, Dr. Fernando Chiang, Dra. Helga Ochoterena, Dr. Héctor Árita, Dr. Francisco Vega, y por supuesto a Lilia Espinosa y Mari Paz .

A Ernesto Vázquez, Fernando Minauro, Gerardo Ríos, Jorge Malpica, y Jorge Ortiz ... donde

Resumen

El orden Siphonaptera está compuesto por insectos sin alas, comúnmente conocidos como pulgas o niguas. Estos insectos parásitos de mamíferos y aves han sido estudiados por su importancia sanitaria, por ser vectores de diversas enfermedades. Desde el punto de vista biogeográfico, la estrecha relación entre estos parásitos y sus huéspedes reviste singular importancia, ya que su estudio puede modificar de forma importante el establecimiento de áreas biogeográficas. En este trabajo se presenta un análisis basado en la información disponible hasta el momento, con la finalidad de hacer una caracterización biogeográfica de México mediante el estudio de la composición de la fauna de Siphonaptera, realizando una interpretación ecológica y biogeográfica del grupo. Para ello se determinaron los patrones de distribución de la pulicofauna mexicana bajo el enfoque de la panbiogeografía, utilizando 5665 registros de ejemplares (parásitos de mamíferos) para México, principalmente de la colección del MZFC, abarcando con ello 125 especies y 24 subespecies, asignadas a 48 géneros y ocho familias, que se encuentran distribuidos en 350 localidades de 30 estados. A partir de la sobreposición de trazos individuales, entre géneros, especies y subespecies, se reconocieron 34 trazos generalizados en los que participan 76 taxones. Once trazos se ubican en la región Neártica, cuatro se encuentran entre el límite de las regiones Neártica y Neotropical, y 19 en el Neotrópico. Tras la superposición de los trazos generalizados, se detectaron 26 nodos en los que participan 72 especies: ocho en la región Neártica, seis en la Zona de Transición Mexicana entre Neártico y Neotrópico, y doce netamente en el Neotrópico. Aplicando el método de complementariedad a los nodos obtenidos, y considerando como complemento total 72, se obtuvieron los complementos residuales por nodo. Las áreas con mayor riqueza de especies las conforman los nodos 18 (con 45 especies residuales), dos y 13 (con 49 especies residuales), 16 (con 54 especies residuales) y tres (con 54 especies residuales). Dichas áreas podrían ser tomadas como prioritarias para la conservación.

Índice

Resumen	1
Introducción	3
La distribución actual de mamíferos y su relación con los sifonápteros	4
Antecedentes	7
El estudio de los sifonápteros en México	7
Panbiogeografía	12
Objetivos	15
Área de estudio	16
Método	17
Información bibliográfica.....	17
Análisis panbiogeográfico.....	17
Algunas anotaciones importantes.....	18
Resultados	19
Trazos individuales.....	19
Trazos generalizados.....	25
Nodos panbiogeográficos	67
Complementariedad	74
Discusión	78
Conclusiones	95
Referencias	96

Introducción

El orden Siphonaptera está constituido por insectos sin alas, que se caracterizan por contar con un aparato bucal modificado para picar y succionar, un cuerpo comprimido y tamaño pequeño (desde 1 hasta 7 milímetros). Comúnmente conocidas como pulgas (*chiic* en maya, *tecpin* en náhuatl o *re'puchi* en tarahumara), estos insectos parásitos de mamíferos y aves obtienen su nombre del griego *siphon* (tubo) y *aptera* (sin alas). Al ser holometábolos, los sifonápteros presentan cuatro estadios de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto.

Históricamente, la importancia que ha revestido este grupo está basada en su aspecto sanitario, ya que las pulgas han fungido como vectores de enfermedades que han marcado el desarrollo de la humanidad. Debido a sus hábitos ectoparásitos y hematófagos en su fase adulta, y a su capacidad de infestar diferentes huéspedes, las pulgas han sido las responsables de grandes epidemias de peste bubónica, principalmente en Europa. Además, estos organismos son responsables de la transmisión de fiebre tifoidea, toxoplasmosis, salmonelosis y tripanosomiasis, entre otras enfermedades que producen al transmitir diversos tipos de virus, bacterias y hongos a sus huéspedes, sin mencionar las molestias y alergias derivadas de su picadura. Esto ha ocasionado que la mayoría de los estudios referentes a este orden hayan sido enfocados a su relación con el hombre y con organismos transmisores de enfermedades, más que al hecho de esclarecer su evolución, filogenia y biogeografía.

A pesar de que el origen de este grupo de insectos es incierto, se estima que la aparición de los sifonápteros debe haber sido en una etapa previa al eoceno, ya que existen evidencias de su relación con los primeros grupos de mamíferos, pero no se tiene documentada la existencia de insectos parásitos o comensales de los reptiles semejantes a mamíferos primitivos (Stark, 1958). Se piensa que las pulgas en un principio fueron organismos de vida libre, que posteriormente se especializaron para adquirir sus hábitos hematófagos (Holland, 1964).

De acuerdo con Johnson (1957), en una etapa temprana de la evolución del grupo, estos insectos deben haber habitado en los nidos de los organismos de los que se alimentaban, existiendo algunos grupos que se especializaron para parasitar directamente a sus huéspedes. Otros grupos de pulgas que se quedaron habitando en los nidos, deben haberse especializado a tal grado que pudieran vivir bajo las condiciones ambientales que representan los nidos. Algunos de los grupos que adquirieron la capacidad de parasitar a sus huéspedes deben haber conservado también el hábito de permanecer en sus nidos, permitiendo con ello infestar al mismo tiempo nidos de aves y mamíferos.

La relación con los animales de sangre caliente supone que, desde su aparición, las pulgas han presentado una evolución cercana o simultánea con la de sus huéspedes, existiendo en los grupos de mamíferos considerados como más antiguos, las especies de pulgas con caracteres más antiguos y en los mamíferos más recientes se encuentran igualmente las pulgas con caracteres más recientes (Stark, 1958). Aparentemente, las pulgas se han quedado atrás una categoría taxonómica con respecto a sus huéspedes, es decir, el orden Siphonaptera parasita a la clase Mamalia, la familia Ischnopsyllidae parasita al orden Chiroptera, etc. (Stark, 1958).

El aspecto biogeográfico a veces es ignorado en la relación huésped parásito, aunque se ha demostrado que las pulgas pueden ser buenos indicadores zoogeográficos, con los cuales es posible que el establecimiento de subregiones biogeográficas tenga modificaciones importantes. (Ponce y Llorente 1996). Los análisis de distribución y biogeografía histórica del grupo, así como la relación huésped-parásito, tienen una importancia similar al estudio de cuestiones ecológicas y epidemiológicas de los sifonápteros, por lo que correlacionar resultados de investigaciones sobre distribución, aspectos médicos y entomológicos, entre otros, puede ser un apoyo invaluable para la investigación epidemiológica (Traub, 1950).

La distribución actual de mamíferos y su relación con los sifonápteros

Para varios grupos de mamíferos, la demarcación del Neotrópico y Neártico está asociada con la tolerancia ambiental. Según Fa (1989), el límite entre ambas regiones está correlacionado por factores climáticos y del hábitat. La distribución actual de la fauna de América, de acuerdo con Fa y Morales (1998), tiene su explicación a partir del intercambio de formas que se presentó durante el terciario a través del istmo de Panamá. Durante ese período, los mamíferos terrestres emigraron desde el norte hasta América del Sur, formando allí el acervo principal. La conexión de América del Norte y del Sur durante el plioceno tardío propició un intercambio faunístico de grandes proporciones entre las dos regiones, lo cual generó un enriquecimiento considerable de ambas faunas (Ferrusquía-Villafraña, 1977).

La distribución de muchos mamíferos está relacionada con la variedad y riqueza de la vegetación, las que a su vez dependen en gran medida de los factores fisiográficos y climáticos. Sin embargo, los patrones espaciales de riqueza no pueden ser comprendidos totalmente si no se toma en cuenta la dinámica de los eventos del pasado. La fauna actual ha sido conformada a lo largo del tiempo geológico por la aparición de refugios y la contracción y expansión de algunos hábitats durante las glaciaciones ocurridas en el

pasado, así como por el intercambio de taxones entre América del Norte y del Sur (Fa y Morales, 1998).

La reconstrucción de ambientes para Nuevo México, centro de México y trópico mexicano indican que en las sierras de la región y todas las tierras altas predominaron los bosques de pino-encino, y otras formas de vegetación de zonas templadas, y que la vegetación subtropical se restringía a las áreas costeras. Durante la máxima extensión de los hielos durante el cuaternario, estas áreas habrían constituido corredores para la expansión de especies de clima templado a lo largo de ambas sierras madres y en el Eje Volcánico Transmexicano (Schmidly, 1977).

Según Fa y Morales (1998), el número de especies de mamíferos se incrementa desde el norte del país hacia el interior de Chiapas. Los órdenes tropicales tienen más especies en la región Neotropical del país, mientras que las formas neárticas son más abundantes en el norte y zonas centrales. La abundancia de especies de lagomorfos, insectívoros y quirópteros es mayor en el centro de México, en el Eje Volcánico Transmexicano. También las especies de roedores, que se distribuyen desde la frontera entre México-EUA hasta las tierras altas de Chiapas, son más numerosas en el centro del país.

Según Ramírez-Pulido y Britton (1981), la fauna total de mamíferos terrestres en México suma 449 especies pertenecientes a diez órdenes, 32 familias y 149 géneros, y 1230 entre especies y subespecies. Los mamíferos mejor representados son los roedores y los murciélagos con 215 y 133 especies respectivamente, conformando el 79% de la fauna de mamíferos mexicana. En cuanto a endemismos, se incluyen seis géneros y 142 especies de mamíferos. Veintitrés especies (16%) están restringidas en islas, el resto son endémicos continentales. Más de tres cuartos del total de Mamíferos endémicos están compuestos por 106 especies de roedores, 14 de quirópteros, 11 de insectívoros, ocho de lagomorfos, cuatro de carnívoros y una de marsupiales.

La mayoría de los endemismos se encuentran en el Eje Volcánico Transmexicano y en la región de la Sierra Madre del Sur, donde existen entre 26 y 30 especies de mamíferos bajo esta categoría. El área más importante de endemismo de mamíferos se extiende a lo largo de la Sierra Madre Occidental y en el Istmo de Tehuantepec. Todos los géneros endémicos son exclusivos del Eje Volcánico Transmexicano, la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre del Sur. Según Ramírez-Pulido y Müdespacher (1987), quienes delimitaron regiones de endemismo arbitrariamente basadas en regiones geográficas, la principal región de endemismo se extiende desde la costa norte de Nayarit al Istmo de Tehuantepec y a lo largo del Eje Volcánico Transmexicano con 45.3% de las especies endémicas del país. El 25% de los

mamíferos endémicos de México se encuentra dentro del área de Colima y se extienden a Michoacán y Jalisco. En el Eje Volcánico Transmexicano se encuentran todos los géneros endémicos del país y 52.2% de las especies endémicas, y 76 subespecies de las especies endémicas mexicanas y 23 de las no mexicanas, siendo la mayoría roedores (50% de los roedores mexicanos, restringidos fundamentalmente al eje principal de dicha faja), tienen sus centros de endemismo en Colima, Michoacán Toluca-Valle de México-Sierra Nevada y Cofre de Perote-Pico Orizaba (todos en Bosque de Pino Encino) (Fa, 1989; Fa y Morales 1993).

La composición de sifonapterofauna de cualquier grupo de huéspedes depende principalmente de dos factores: la afinidad u origen geográfico de la familia de pulga, así como el tiempo de relación con sus huéspedes y el grado de asociación con éstos (tiempo geológico de su origen) (Traub *et al.*, 1985). Dada la evolución conjunta que han presentado los sifonápteros con sus huéspedes, se supone que la especiación de los mamíferos neotropicales y neárticos conllevó una especiación de los grupos de pulgas, presentándose con el intercambio de formas, una mezcla de la distribución de pulgas con afinidades tropicales, con aquellas de afinidad Neártica, más tarde parasitaron aves y cricétidos. al igual que sus huéspedes roedores, un alto porcentaje de las pulgas, registradas en México son endémicas de Mesoamérica (ceratofílidos principalmente). Aunque las causas del aislamiento no son claras, podría suponerse que se deben principalmente a eventos vicariantes más que dispersión, ya que a los huéspedes que las pulgas parasitan preferentemente no son de amplia distribución (Ponce y Llorente, 1996).

Antecedentes

El estudio de los sifonápteros en México

Para comprender el alcance del presente trabajo, es necesario hacer una revisión del estudio del grupo aquí abordado en el país. Desde el punto de vista taxonómico, los grupos de insectos mejor estudiados en México pertenecen a los órdenes Odonata, Thysanoptera, Hemiptera, Coleoptera (Scarabaeoidea y Scolytinae), Lepidoptera (Papilionoidea), Psocoptera, Hymenoptera (Apoidea y Formicidae), Siphonaptera y Diptera (Culicidae, Simuliidae, Tabanidae y Tephritidae). Para estos grupos existen claves adecuadas para su identificación, por regiones o por subgrupos, aunque muchos complejos genéricos aún necesitan estudios detallados. Un 80% de ellos ha sido estudiado en zonas protegidas, estaciones biológicas o reservas de la biosfera (Morón y Valenzuela-González 1993; Llorente *et al.*, 1996). Estos trabajos taxonómicos o faunísticos solo representan cerca de un 20% del total estimado para cada grupo. En el mejor de los casos, solo existe una lista de una tercera parte de las especies descritas para México, apoyada con cierto número de datos sobre su biología, ecología e importancia económica.

Experiencias recientes, obtenidas durante la realización de revisiones monográficas de algunos grupos de insectos relativamente bien conocidos, nos indican que aún falta por descubrir un mínimo de dos especies por cada diez conocidas. Esta estimación se incrementa bastante para los grupos evolucionados en la Zona de Transición Mexicana, así como algunas zonas de cordilleras y sierras bajas asociadas de México centro septentrional y de su prolongación occidental a partir del área de Monterrey y Saltillo, donde gran cantidad de los grupos son endémicos de las áreas montañosas poco accesibles (Ferrusquía-Villafranca, 1998; Llorente *et al.*, 1996).

En cuanto al orden Siphonaptera, del que se calcula que se desconoce aproximadamente el 50% de sus especies, debido principalmente a la poca importancia que se da a la recolecta de ectoparásitos cuando se efectúan estudios masto y ornitofaunísticos. Hasta 1996, se conocían 136 especies en México, 79 de las cuales tienen en este país su localidad tipo (Ponce y Llorente, 1996) existiendo recientes publicaciones sobre nuevas especies aumentando a 139 las especies conocidas (Morrone *et al.* 2000; Lewis y Stone, 2001).

Históricamente, el conocimiento y estudio de las pulgas se puede remontar a la importancia atribuida a este grupo por los antiguos mexicanos y peruanos preincasicos, hecho que se encuentra evidenciado por vasijas y otras piezas nahuatlacas en las que

fueron representados estos insectos como tal, o bien hombres quitándose las pulgas (refiriéndose a las "niguas" *Tunga penetrans*).

Los primeros trabajos de corte científico sobre las pulgas se desarrollaron al final del siglo XIX, en donde se analizaba a la importancia médica de las niguas, encontrándose algunos relatos recogidos por españoles de la época, de los cuales Barrera (1955) menciona a Jesús Sánchez (1893), con la obra *Datos para la Zoología Médica Mexicana*, como el precursor de la entomología médica en México.

A principios del siglo XX se inicia el auge de la sifonapterología norteamericana debido a la serie de epidemias de peste bubónica que se registraron en el sur de Estados Unidos y gran parte de Latinoamérica. Resulta importante mencionar la labor pionera en el campo de la sifonapterología mundial de autores como K. Jordan y C. N. Rothschild (1893) en Inglaterra, quienes comenzaron a formar lo que hasta hoy es considerada la más grande colección de sifonápteros del mundo. Para el caso particular de México, las aportaciones de estos autores se reducen a unas cuantas descripciones: *Rhopalopsyllus australis australis* (Rothschild, 1904), *Ceratophyllus gilvus* y *C. mundus* (Jordan y Rothschild, 1922), *Actenopsylla suavis* (Jordan y Rothschild, 1923), *Adoratopsylla intermedia vidua* (Jordan, 1926). En 1933 Jordan publica un trabajo en donde divide al género *Ceratophyllus* en varios géneros de amplia distribución en Norteamérica incluyendo México.

Carl F. Baker, autor que probablemente produjo el primer estudio de distribución de estos insectos en América, también contribuye con importantes aportaciones al conocimiento de las pulgas mexicanas, registrando siete especies para el país. En 1904 y 1905, este mismo autor publica *A revisión of American Siphonaptera, or fleas together with a complete list and bibliography of the group* y *The Classification of American Siphonaptera*, donde sintetiza toda la información del grupo conocida hasta ese momento.

En 1923 se crea en México el *Instituto de Higiene*, donde Alfonso Dampf (1925) publica un trabajo sobre ectoparásitos de perros, iniciando una serie de estudios que culminan en la colección que ahora se encuentra depositada en el *Instituto Nacional de Diagnóstico y Referencia Epidemiológica* (antes *Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales*) de la Secretaría de Salud. Más tarde, éste mismo autor publica un par de trabajos más: la redescrición de la pulga *Pleochaetis mundus* y la descripción de dos nuevas especies del género *Opisodasys* (1942 a y b). Por último, Dampf publicó en 1945 un trabajo sobre los aspectos morfológicos y taxonómicos de los sifonápteros.

En 1933 se establece el *Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales*, quedando

a cargo del Laboratorio de Entomología el Dr. Luis Vargas, quién publicó cuatro descripciones de especies mexicanas en 1951 (*Kohlsia fourneri*, *Jellisonia ortizi*, *Polygenys vazquezi* y *P. martinezbaezi*). También en esa fecha publica el primer trabajo con carácter sinóptico de las pulgas de México, mencionando 64 taxones para el país (algunos sólo a nivel genérico). En dicho trabajo se presentan los datos de tal manera que se hace imposible relacionar sus registros con las localidades y huéspedes precisos, de algunos de los cuales solo conocemos su presencia en México por su referencia en esta obra. En 1952 describe *Poligenis rozeboomi*, en 1955 a *Diamanus hopkinsi*, en 1960 a *Orchopeas reevesi*, y en ese mismo año registra a la especie *Anomiopsyllus hiemalis* para el norte del país.

Otra contribución importante al conocimiento de las pulgas mexicanas es la de Anita Hoffmann con dos trabajos: su tesis de maestría sobre los ectoparásitos de murciélagos (1944), con registros de *Sternopsylla texana* y *Myodopsylla diazi*, y un estudio sobre parásitos de ratas de mercados en la ciudad de México (1948), registrando nuevas pulgas para México (*Xenopsylla cheopis*, *Ctenocephalides felis*, *C. Canis*, *Leptopsylla segnis* y *Echidnophaga gallinacea*).

Autores como Haas, Jellison, Holland, Fox, Hubbard Ewing, Kohls y Augustson entre otros, también se dedicaron al estudio de las pulgas incrementando notablemente el conocimiento de éste grupo en Norteamérica, pero sin fuerte repercusión para el conocimiento de las pulgas mexicanas, existiendo tan solo algunos registros aislados de estos insectos para México: Costa Lima que publica en 1938 la descripción de una especie mexicana sobre murciélagos (*Myodopsylla diazi*); en 1939 I. Fox publicó una obra con material del Estado de Nuevo León, donde describió dos especies (*Foxella mexicana* y *Malaraeus jordani*) registrando tres taxones no conocidos para la fauna mexicana (*Diamanus montanus*, *Pleochaetis sibynus* y *Sternopsylla texana*). Augustson (1942) describió otra especie de México: *Ceratophyllus pelecani*.

En la década de los cuarentas, surgen importantes trabajos sinópticos como lo son: el de I. Fox (1940) *Fleas of Eastern United States*; Jellison y Good (1942) *Index to the literature of Siphonaptera of North America*; Ewing e I. Fox (1943) *The Fleas of North America*; Hubbard (1947) *Fleas of Western North America*; y Holland (1949) *The Siphonaptera of Canada*; Costa Lima y Hathaway (1946) *Monografía da Pulga*, obra que merece especial mención porque contiene todas las referencias que de cada taxón se tenían hasta la fecha en el mundo entero.

Basándose principalmente en ejemplares de Tancítaro Michoacán, Traub (1950) publica un estudio sobre los sifonápteros de Centroamérica y México, trabajo clave y de

referencia obligada para el desarrollo de la sifonapterología en nuestro país; donde describe 14 nuevos taxones para México incluyendo las revisiones de los géneros *Jellisonia* y *Pleochaetis* (de amplia distribución en México) y realiza un estudio morfológico comparativo del edeago del grupo. Después de la aparición de la obra mencionada, Traub en colaboración de otros autores produce una serie de descripciones que corresponden a los siguientes taxones: *Hectopsylla knighti* (con Gammons, 1950); *Meringis altipecten* (con Hoff, 1951); *Kohlsia whartoni*, *Stenoponia ponera*, *Atyphloceras tancitari*, *Jellisonia bonia*, *Strepsylla taluna*, *S. davisae*, *Monopsyllus polumus* e *Hystrichopsylla kris* (con Johnson, 1952a y b). También con Johnson (1952) publicó la revisión del género *Peromyscopsylla* con dos registros para México. Por último en 1967 en colaboración con Evans, Traub publicó la descripción de *Corrodopsylla barrerae*.

Es en este momento donde realmente comienza el estudio sistemático de las pulgas mexicanas, que se caracteriza por la intensa labor de Traub y Alfredo Barrera, quienes en conjunto dieron un fuerte impulso al conocimiento de la sifonapterofauna mexicana. Barrera publica diversos estudios sobre taxonomía, evolución, ecología y biogeografía de las pulgas, entre los que describe 23 taxones de sifonápteros de México (algunas en coautoría con Traub y Machado-A.). En 1951 describió la especie *Anomiopsyllus traubi*, y en 1953 publicó una sinopsis de las pulgas de la cuenca del Centro de México. En 1954 publica la lista de especies colectadas en Huitzilac, Morelos, mientras que en 1958 apareció su obra *Insectos parásitos de mamíferos salvajes de Omiltemi, Gro.* En 1968, realizó una serie de estudios del volcán Popocatepetl, donde incluyó un análisis de la distribución altitudinal entre las pulgas y sus huéspedes, lo que derivó en una colección pulicológica catalogada por sus alumnos en la década pasada (Ayala et al., 1988).

Algunos autores extranjeros publicaron también trabajos sobre pulgas mexicanas: Hubbard (1955) describió *Orchopeas sexdentatus firemani* del norte del país, y *Kohlsia linni*, *Jellisonia grayi* y *Foxella ignota champani* del sur y centro de México (1958). Holland (1965) describió tres especies del género *Anomiopsyllus* para el norte de México. Smit (1958) con una redescrición de *Pulex simulans*. Machado-A. (1960) publicó su trabajo sobre el ratón *Microtus mexicanus mexicanus* y sus ectoparásitos. Johnson (1961) realizó una revisión del género *Monopsyllus* ofreciendo algunos registros para México. Barnes (1965) describió una especie del género *Anomiopsyllus* para el sur de México. Tipton y Méndez (1968) realizaron un trabajo sobre las pulgas de Cerro Potosí, Nuevo León, donde efectuaron el análisis de la distribución de algunas especies de la localidad, registran 28 especies y describiendo dos más (*Anomiopsyllus nidiophilus* y *Phalacroscopsylla hamata*).

Hopkins y M. Rothschild, elaboraron el catálogo de pulgas de la Colección de

Rothschild del Museo Británico, y que consta de seis volúmenes, los primeros cinco contienen información sobre taxones mexicanos (1953, 1956, 1962, 1966 y 1971) y el último referido a una familia que no tiene representación en México.

A partir de esta etapa sólo se encuentran algunos trabajos esporádicos sobre las pulgas mexicanas, con registros de pulgas como fauna acompañada de otros grupos (Morales y Llorente, 1986; Ponce, 1988). Barnes y Radovsky (1969) describieron la especie *Tunga monositus* del norte de México, Stark (1970) publicó la revisión del género *Thrassis* con registros para México. Holland (1971) en su artículo "New Siphonaptera from southern Mexico", describió dos nuevos taxones del sur del país (*Myodopsylla globata* y *Kohlsia martini*). Smit (1971) registró dos especies nuevas para México (*Hormopsylla kyriophylla* y *Rothschildopsylla noctilionis*) y describió *Ptilopsylla leptina stubberii*, todas sobre murciélagos del Puerto de Veracruz. Tipton y Méndez (1968) publicaron el inventario de las pulgas de Cerro Potosí, Nuevo León, donde registraron 28 especies, y realizaron algunos estudios muy aislados en cuanto al aspecto sanitario, como en el Estado de Veracruz, donde se identificaron casos de tunguasis producida por la pulga de hábitos intradérmicos *Tunga penetrans* (L.), que es de gran importancia en algunas regiones del estado. Méndez (1974) realizó a manera de tesis doctoral lo que podría considerarse el primer trabajo sobre demografía de sifonápteros en México, asociados con *Microtus mexicanus mexicanus* en una localidad cercana a la Ciudad de México. Barnes, Tipton y Wilde (1977) realizaron la revisión del género *Anomiopsyllus*, con todo lo que se conocía de dicho género en México.

Dos años más tarde, T. Ma. Pérez (1976), en su tesis profesional, realiza un trabajo sobre las relaciones ecológicas y las afinidades faunísticas de los sifonápteros de los roedores presentes en el derrame Chichinautzín en Morelos. Un año después, junto con Barrera confirma la presencia de *Pleochaetis dolens dolens* en México, haciendo un análisis de su variabilidad, donde consideran a *P. parus* como sinónimo de *P. dolens dolens* (Pérez, y Barrera, 1977).

Muñiz y Barrera reportan a *Xenopsylla cheopis* sobre *Microtus mexicanus mexicanus* en la ciudad de México (1979). Más tarde, Muñiz *et al.* (1981) dan a conocer dentro de la lista de material tipo contenido en la colección "Alfredo Barrera", 39 taxones correspondientes al orden Siphonaptera, la mayoría de México. Ramírez (1982) realiza su tesis profesional sobre la distribución altitudinal de ácaros y sifonápteros asociados a roedores, en una localidad de la vertiente boreal del volcán Iztaccihuatl en el estado de Puebla.

Morales *et al.* (1982) presentaron un trabajo sobre los materiales contenidos y la importancia de la colección "Alfredo Barrera". En 1986, Morales publicó su trabajo de tesis

de licenciatura con el título "Estado actual del conocimiento de los Siphonaptera de México" (Morales y Llorente, 1986). Dos años más tarde y como resultado de muchos años de investigación sobre los Siphonaptera, Ayala *et al.*, (1988) publican el catálogo de pulgas de la colección de Ectoparásitos Alfredo Barrera, depositada en el Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". Dicha colección fue curada bajo la dirección de A. Muñiz, R. Ayala, T. M. Pérez, J. Morales, J. Llorente y más tarde H. Ponce, quienes desde 1981 a 1996, se encargaron de organizar, sistematizar y efectuar los trabajos derivados de la colección en custodia.

Otras contribuciones al conocimiento de los sifonápteros mexicanos son: Peláez, Cortes y Martín (1974) quienes registran a *Rhynchopsyllus* sp. En México; González y Martínez (1982) con un estudio sobre la biología de *Bassariscus astutus flavus* en el Estado de Nuevo León; y Valdez (1982) con su estudio de parásitos de lepóridos de la región de Texcoco México.

Por su parte, Ponce y Llorente (1993) efectuaron un estudio acerca de la distribución de los sifonápteros de la Sierra de Atoyac de Álvarez. En ese mismo año, Ponce y Rodríguez (1993) publican la pulicofauna del parque estatal Omiltemi, aumentando la lista de especies que hasta ese momento se tenía para el estado de Guerrero. En un estudio más reciente Ponce y Llorente (1996) hacen una amplia revisión de la información histórica existente sobre los sifonápteros de México y analizan aspectos biogeográficos del mismo. Por su parte, Lewis y Stone (2001) describen un nuevo género y una nueva especie de pulga parásita de aves en Chihuahua (*Psittopsylla mexicana*).

Más recientemente, J. Morrone, R. Acosta y A. Gutiérrez retoman el trabajo en la colección Alfredo Barrera reorganizándola y aumentando ejemplares e información bibliográfica a la misma. Derivado de este esfuerzo se han generado tesis de maestría y publicaciones como Morrone *et al.* (2000), en donde se presentan algunos aspectos cladísticos, biogeográficos y de relaciones huésped-parásito del subgénero *Ctenophthalmus*, describiendo una nueva especie en México (*Ctenophthalmus tecpin*). Así mismo, Gutiérrez y Acosta (en prensa) elaboran el estudio *Sifonápteros de la Sierra Madre Oriental de México* donde mediante el análisis de la composición de la fauna de Siphonaptera, realizan una interpretación ecológica y biogeográfica del grupo, bajo el enfoque de la panbiogeografía.

Panbiogeografía

El conocimiento de la distribución de los organismos en el tiempo y espacio ha despertado el interés de los naturalistas desde siglos atrás (Nelson, 1978); y se ha concentrado en la

comprensión de las causas y los mecanismos que generaron la distribución de la biota actual, la cual es el resultado de la interacción entre la evolución biológica y la historia de la Tierra (Enghoff, 1995). La Panbiogeografía propone una alternativa a la biogeografía dispersalista como causa de la distribución de la biota moderna, dando más importancia a la fragmentación de las biotas ancestrales, sentando con esto las bases de la biogeografía histórica contemporánea (Morrone y Crisci, 1990; Morrone *et al.*, 1996, Morrone, 2001).

Dicho método enfatiza el papel de la localidad y del lugar en la historia de la vida y reafirma la importancia del contexto geográfico para comprender la evolución biológica (Crisci *et al.*, 2000; Morrone, 2001). Además, al momento de reconstruir las relaciones de taxones con determinadas áreas ofrece la posibilidad de reconocer si determinadas áreas poseen un origen complejo; puede detectar un gran número de patrones aún cuando estos se hallen en conflicto (Patrones comunes requieren explicaciones comunes.); no depende en forma estricta de la información sistemática y puede incorporar directamente la información espacial como parte del análisis (Crisci *et al.*, 2000; Morrone, 2001).

La panbiogeografía supone que existe una estrecha correlación entre la historia de la biota y de la Tierra, y considera dos etapas en la historia de cualquier área biogeográfica, las cuales se suceden periódicamente. Etapa de *movilidad*, donde los organismos expanden su área de distribución en ausencia de barreras y bajo condiciones favorables y etapa de *inmovilidad*, que es cuando los organismos han ocupado todo el espacio geográfico disponible y su distribución se estabiliza, permitiendo con ello el aislamiento espacial de las poblaciones en distintos sectores del área, mediante el surgimiento de barreras geográficas que conducen a la aparición de nuevas especies.

Existen varias formas de realizar un estudio aplicando una metodología panbiogeográfica. La más cercana a la propuesta de Croizat (1958), se basa en un análisis considerando un área particular (como un país o una región geográfica) e incluyendo diversos grupos biológicos con distintas capacidades de dispersión. Una variante consiste en un análisis elaborado para un área determinada, utilizando un grupo particular de organismos (Tagny, 1989). Otra posibilidad es estudiar un grupo en particular considerando todas las áreas de distribución.

El método generalizado de la panbiogeografía consiste fundamentalmente en marcar en un mapa las localidades donde se distribuye un taxón determinado, conectando los puntos marcados mediante la línea de menor distancia, denominada trazo individual. Las categorías taxonómicas de los taxones con los que se puede trabajar son la especie, los

grupos de especies, o bien categorías supraespecíficas como género y familia (Craw, 1983, 1988).

En los sitios donde se superponen varios trazos individuales se delinean los trazos generalizados, los cuales indican una biota ancestral ampliamente distribuida en el pasado, la cual fue posteriormente fragmentada por eventos físicos o geológicos. Según Morrone (2001), los trazos individuales podrán ser considerados equivalentes a cladogramas de áreas particulares y los trazos generalizados a cladogramas generales de áreas.

El área donde se superponen dos o más trazos generalizados se llama nodo, que representan áreas complejas, fragmentos bióticos y geológicos ancestrales diferentes que se relacionan en espacio y tiempo, como respuesta a algún cambio tectónico (Crisci *et al.*, 2000; Morrone, 2001; Espinosa *et al.*, 2002). La evaluación de los nodos representa gran utilidad cuando se quiere preservar en un número mínimo de áreas la mayor diversidad biológica posible. Dichos nodos resultan de gran importancia pues pueden servir para identificar "hot spots" áreas individuales con alta riqueza de especies seriamente amenazadas por actividad humana (Morrone *et al.*, 1996).

Una manera de identificar áreas prioritarias es buscando aquella área que incremente al máximo posible la diversidad de otra área como complemento. Esto es posible aplicando el principio de complementariedad de áreas de Humphries *et al.* (1991) a los nodos panbiogeográficos obtenidos. Dicho método consiste en elegir dos áreas juntas que cuenten con la mayor diversidad posible, la primera con la mayor riqueza de especies y la segunda con el sitio de mayor número de especies no representadas en el primer sitio elegido. Éstas áreas no solo se complementan, sino que juntas representan el total de especies, siendo el valor complementario de sus áreas el número de especies no compartidas. Mientras menor sea este complemento residual, el área tendrá mayor prioridad.

Objetivos

- Describir la situación taxonómica actual del orden Siphonaptera de México mediante la revisión de la literatura existente.
- Con base en los ejemplares presentes en el acervo del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", así como de la información científica publicada sobre sifonápteros mexicanos, determinar sus patrones de distribución geográfica mediante el método de la panbiogeografía.
- Comparar los patrones de distribución de las distintas especies de Siphonaptera mexicanos con respecto a sus taxones que les sirven de huéspedes (mamíferos).
- Identificar las relaciones de parasitismo de los diferentes taxones de Siphonapteros con sus huéspedes mamíferos.
- Identificar, mediante nodos panbiogeográficos, áreas con elementos taxonómicos de origen diverso, que pueden considerarse importantes para su conservación.

Área de estudio

México cuenta con un territorio de 1 972 544 km², siendo el décimo cuarto país más grande del mundo, ocupando el cuarto lugar de diversidad biológica (Mittermeier, 1988). Pocos territorios con la dimensión de México tienen una constitución tan compleja, expresada en su relieve escabroso y variado clima, que produce un escenario geográfico físico de una de las biotas más diversas del mundo. Así, la abundancia de sus especies tanto de flora como de fauna, es consecuencia de una variada historia biogeográfica, resultado una gradación de climas que abarcan tanto zonas neárticas como tropicales. México alberga unas 30 000 especies de plantas, de las cuales más de 30 géneros y entre 50 y 60 % de las especies son endémicas del país (Ramamoorthy y Lorence, 1987). Así mismo, se sabe que son numerosas las especies de hongos y algas.

En cuanto a su fauna, dentro del territorio mexicano, se encuentran alrededor de 449 especies de mamíferos, de las cuales 142 son endémicas. Habitan más de 1 000 especies de aves y son endémicas de México cerca del 53% de las 693 especies de reptiles y 45% de las 285 especies de anfibios.

La distribución de muchos de estos grupos de animales y plantas sugiere que los centros de endemismo o abundancia de especies de varios grupos taxonómicos están dispersos. El Eje Volcánico Transmexicano y la Sierra Madre del Sur, según Ferrusquía-Villafranca (1998), son dos de las zonas de México que pueden considerarse como centros de endemismo de muchos grupos (v. gr. mamíferos y varios grupos de plantas).

Geológicamente se ha sugerido que la Sierra Madre del Sur pudiera estar relacionada en su origen al Eje Volcánico Transmexicano, la diferencia entre ambos se basa en gran parte en la diferente topografía, los rasgos orográficos y el origen de las dos provincias. El Eje Volcánico Transmexicano es una cadena volcánica de origen reciente (finales del terciario: Plioceno-Pleistoceno). En cambio la Sierra Madre del Sur es una unidad de rocas plegadas profundamente disectadas, afalladas y separadas por intrusiones del Precámbrico, Paleozoico, Mesozoico y Terciario Temprano. Por lo que se refiere a la Sierra Madre Oriental, se forma durante el Mesozoico (López, 1983).

Otra zona importante de endemismo es el estado de Oaxaca en la Sierra Madre del Sur, aunque de hecho, los centros de endemismo están distribuidos por todo el país.

Método

Información bibliográfica.

Se recopiló toda la información de carácter faunístico, biogeográfico y taxonómico existente sobre pulicofauna de México en diferentes instituciones de investigación, entre las que se encuentran: el Laboratorio de Acarología "Isabel Bassols", Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN (LAIPN); el Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Facultad de Ciencias, UNAM (MZFC); el Instituto de Biología, UNAM (IBUNAM); el Laboratorio de Acarología, Facultad de Ciencias, UNAM (LAFC); y The National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, D. C. (NMNH). Cabe mencionar que de estos últimos tres se obtuvo material de préstamo que fue utilizado en el presente trabajo.

Se utilizaron los datos de etiquetas de los ejemplares de la Colección de Siphonaptera *Alfredo Barrera* y la base de datos de Mamíferos y Ectoparásitos anexa, dicha base fue actualizada y reordenada para los fines de este trabajo.

Análisis panbiogeográfico.

Para este análisis panbiogeográfico, se utilizó toda la información obtenida sobre la distribución de los sifonápteros mexicanos, con la finalidad de construir sus trazos individuales.

Tomando en cuenta los taxones determinados a nivel de género, especie y subespecie, que se encontraban al menos en una localidad para el país, se representaron gráficamente las distribuciones de los diferentes taxones en un mapa base¹ de la República Mexicana; las áreas donde dichos taxones han sido colectados fueron unidas a través de puntos, los que fueron conectados entre sí por medio de una línea (trazos individuales), mediante un árbol valuado mínimo (el cual conecta todas las localidades para obtener la línea de distancia mas corta posible). La información cartográfica digitalizada, se vinculó mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG) usando el software Esri ArcView Gis 3.2.

Posteriormente, se superpusieron los trazos individuales para delimitar los trazos generalizados y así determinar los patrones de distribución común. Los trazos individuales pertenecientes a un trazo generalizado, no necesariamente coincidieron en su totalidad,

¹ La información cartográfica digitalizada sobre la República Mexicana, referente a provincias biogeográficas, se obtuvo de CONABIO (1998_{ayb}), y Morrone *et al.* (2002).

pero si perfectamente en la mayor parte de su extensión, indicando una historia en común. Finalmente, en donde convergieron distintos trazos generalizados se delimitaron los nodos, los cuales representan una localidad o área geográfica compuesta y compleja (Crisci *et al.*, 2000., Morrone *et al.*, 2001). Dichos nodos fueron superpuestos con las provincias biogeográficas (Fig. a), para detectar si existía alguna relación entre éstos. Posteriormente, se aplicó el método de Complementariedad a los nodos obtenidos para identificar las áreas que podrían ser prioritarias a conservar.



Figura a. Provincias biogeográficas (Fuente: CONABIO 1998_{a,y,b})

Algunas anotaciones importantes.

Para establecer las afinidades geográficas los taxones, fue necesario incluir en algunos casos los registros para todo México. Se excluyeron las especies que solo cuentan con un solo registro, pues no contribuyen a la construcción de trazos. Se tomó como referencia entre Neártico y Neotropical al altiplano.

Para la representación de los conceptos panbiogeográficos se utilizó la propuesta por Fortino y Morrone (1997). Se dibujaron los trazos individuales con una línea del doble de la utilizada para delinear los mapas; así mismo, los trazos generalizados se dibujaron con una línea del doble de grosor que la utilizada para representar los trazos individuales; finalmente, los nodos fueron representados con un círculo blanco.

Con el fin de encontrar coincidencias en cuanto a afinidad biogeográfica entre parásitos y huéspedes, se construyeron tablas que relacionan a los mamíferos huéspedes con las pulgas que los parasitan por diferentes categorías taxonómicas, para cada una de las ocho Familias de pulgas representadas en nuestro país.

Resultados

Trazos individuales

El conocimiento de la pulicofauna en México es limitado y ha estado sujeto a la recolección poco sistemática de ejemplares, lo que puede afectar nuestros resultados en cuanto a sus relaciones biogeográficas. A partir de la información bibliográfica y de colecciones obtenida, se cuenta hasta el momento con 5665 registros de ejemplares (parásitos de mamíferos) para México. De ellos, 5217 se encuentran depositados en el MZFC, 40 pertenecen a la Colección del LAFC, 3 pertenecen al NMNH, 1 al IBUNAM y 403 son registros bibliográficos georreferidos. Dichos registros comprenden 125 especies y 24 subespecies, asignadas a 48 géneros y ocho familias, que se encuentran distribuidos por todo el país en 350 localidades de 30 estados (Cuadro 1) (Fig. b) y se localizan en su mayoría en la parte centro – sur del país, que comprende los estados de Querétaro, Guerrero, Estado de México, Distrito Federal, Oaxaca, Veracruz, Michoacán, Puebla y Morelos, mientras que existen estados como Quintana Roo y Colima que cuentan con un solo sitio de colecta georreferido.



Figura b. Registros de localidades de pulgas confirmadas en México

Una vez conocida la distribución geográfica de los taxones con al menos dos localidades registradas para México, se elaboraron 177 mapas (21 a nivel de género, 97 a nivel de especie y 20 a nivel de subespecie) (Cuadro 2; Figs. 1-177) con la distribución puntual por cada taxón, dichos mapas fueron utilizados para realizar los trazos individuales.

Cuadro 1. Número de taxones a nivel de género, especie y subespecie de sifonápteros, registros y localidades confirmados en cada Entidad Federativa, excepto Aguascalientes y Nayarit, donde aún no se tiene registro alguno (Ayala et al., 1988; Morales y Llorente, 1986; Ponce y Llorente, 1993).

	Número de taxones totales	Taxones a nivel de Género	Taxones a nivel de Especie	Taxones a nivel de Subespecie	Registros totales	Localidades confirmadas
BC	4	1	3	0	8	2
BCS	3	0	2	1	11	3
Camp	3	1	1	1	4	3
Coah	6	0	5	1	32	4
Col	1	0	1	0	1	1
Chih	12	2	8	2	16	9
Chis	15	2	11	2	43	9
DF	51	5	35	11	418	36
Dgo	16	2	12	2	52	8
Mex	60	10	41	9	519	39
Gto	4	0	4	0	5	3
Gro	40	10	25	5	1345	40
Hgo	14	3	10	1	44	8
Jal	18	3	13	2	72	8
Mich	28	2	20	6	74	13
Mor	27	1	19	7	421	12
NL	35	4	24	7	118	4
Oax	24	7	15	2	884	16
Pue	23	3	16	4	110	13
Qro	52	16	30	6	1188	65
QRoo	1	1	0	0	2	1
SLP	10	2	7	1	68	9
Sin	7	0	3	4	15	6
Son	8	1	5	2	87	6
Tab	2	0	1	1	3	2
Tam	3	0	1	2	11	6
Tlax	12	1	9	2	26	4
Ver	23	4	13	6	59	15
Yuc	2	1	1	0	3	2
Zac	4	1	1	2	26	3
	Totales				5665	350

Abreviaturas: BC=Baja California, BCS=Baja California Sur, Camp=Campeche, Coah=Coahuila, Col=Colima, Chih=Chihuahua, Chis=Chiapas, DF=Distrito Federal, Dgo=Durango, Mex=Estado de México, Gto=Guanajuato, Gro=Guerrero, Hgo=Hidalgo, Jal=Jalisco, Mich=Michoacán, Mor=Morelos, NL=Nuevo León, Oax=Oaxaca, Pue=Puebla, Qro=Querétaro, QRoo=Quintana Roo, SLP=San Luis Potosí, Sin=Sinaloa, Son=Sonora, Tab=Tabasco, Tam=Tamaulipas, Tlax=Tlaxcala, Ver=Veracruz, Yuc=Yucatán, Zac=Zacatecas.

Cuadro 2. Lista de mapas por taxones (a nivel de género, especie y subespecie) de sifonápteros con registros confirmados para México con la afinidad biogeográfica de cada taxón. Incluye datos de diferentes colecciones tanto nacionales como extranjeras (IBUNAM, LAFC, MZFC y NMNH), y datos tomados de bibliografía.

Trazo individual (Mapa)	Familia	Especie/subespecie	Afinidad
1	Ceratophyllidae**	<i>Amaradix euphorbi</i>	Neártica
2		<i>Baculomeris</i> sp.	Mesoamericana
3		<i>Baculomeris altmani</i>	Mesoamericana
4		<i>Baculomeris schmidtii</i>	Mesoamericana
5		<i>Ceratophyllus</i> sp.	Paleártica
6		<i>Ceratophyllus altus</i>	Paleártica
7		<i>Dactylopsylla</i> sp.	Neártica
8		<i>Dactylopsylla megasoma</i>	Neártica
9		<i>Eumolpianus eumolpi americanus</i>	Neártica
10		<i>Eumolpianus polumus</i>	Neártica mexicana
11		<i>Foxella</i> sp.	Neártica/Neotropical*
12		<i>Foxella hoogstraali</i>	Neártica/Neotropical mexicana
13		<i>Foxella ignota</i>	Neártica
14		<i>Foxella ignota chapmani</i>	Neártica mexicana
15		<i>Foxella macgregori</i>	Neártica/Neotropical mexicana
16		<i>Foxella mexicana</i>	Neártica mexicana
17		<i>Jellisonia</i> sp.	Neártica/Neotropical*
18		<i>Jellisonia bonia</i>	Mesoamérica
19		<i>Jellisonia bullisi</i>	Neártica mexicana
20		<i>Jellisonia dybasi</i>	Neártica/Neotropical mexicana
21		<i>Jellisonia grayi</i>	Neártica mexicana
22		<i>Jellisonia hayesi</i>	Neártica/Neotropical mexicana
23		<i>Jellisonia hayesi breviloba</i>	Neártica/Neotropical mexicana
24		<i>Jellisonia hayesi hayesi</i>	Neártica/Neotropical mexicana
25		<i>Jellisonia ironsi</i>	Neártica/Neotropical*
26		<i>Jellisonia klopsi</i>	Neártica/Neotropical mexicana
27		<i>Jellisonia wisemani</i>	Neártica/Neotropical mexicana
28		<i>Kohlsia</i> sp.	Mesoamérica
29		<i>Kohlsia cora</i>	Mesoamérica
30		<i>Kohlsia fourmieri</i>	Neotropical mexicana
31		<i>Kohlsia keenani</i>	Neártica
32		<i>Kohlsia martini</i>	Neotropical mexicana
33		<i>Kohlsia mojica</i>	Mesoamérica
34		<i>Kohlsia ortizi</i>	Neotropical mexicana
35		<i>Kohlsia pelaezi</i>	Neotropical mexicana
36		<i>Kohlsia whartoni</i>	Mesoamérica
37		<i>Malaraeus sinomus</i>	Neártica
38		<i>Nosopsyllus fasciatus</i>	Cosmopolita
39		<i>Opysodasys</i> sp.	Neártica
40		<i>Opisodasys hollandi</i>	Neártica/Neotropical mexicana
41		<i>Opisodasys perotensis</i>	Neártica/Neotropical mexicana
42		<i>Opisodasys robustus</i>	Neártica
43		<i>Opisodasys robustus mexicanus</i>	Neártica/Neotropical mexicana
44		<i>Orchopeas</i> sp.	Neártica/Neotropical*
45		<i>Orchopeas bolivari</i>	Neártica/Neotropical mexicana
46		<i>Orchopeas fulleri</i>	Neártica
47		<i>Orchopeas howardii</i>	Neártica/Neotropical*
48		<i>Orchopeas leucopus</i>	Neártica
49		<i>Orchopeas neotomae</i>	Neártica
50		<i>Orchopeas sexdentatus</i>	Neártica

51		<i>Orchopeas sexdentatus firemani</i>	Neártica mexicana
52		<i>Oropsylla</i> sp.	Neártica/Paleártica
Trazo individual (Mapa)	Familia	Especie/subespecie	Afinidad
53		<i>Oropsylla arizonensis</i>	Neártica
54		<i>Oropsylla bacchi pansa</i>	Neártica
55		<i>Oropsylla totus</i>	Neártica/Neotropical*
56		<i>Oropsylla hirsuta</i>	Neártica
57		<i>Oropsylla montana montana</i>	Neártica/Neotropical*
58		<i>Pleochaetis</i> sp.	Neártica/Neotropical*
59		<i>Pleochaetis mundus</i>	Neártica/Neotropical mexicana
60		<i>Pleochaetis paramundus</i>	Neártica/Neotropical mexicana
61		<i>Plusaetis</i> sp.	Neártica/Neotropical*
62		<i>Plusaetis apollinaris</i>	Neotropical
63		<i>Plusaetis asetus</i>	Neártica/Neotropical*
64		<i>Plusaetis aztecus</i>	Neártica/Neotropical mexicana
65		<i>Plusaetis dolens dolens</i> (P. Parus)	Mesoamérica
66		<i>Plusaetis mathesoni</i>	Neártica/Neotropical mexicana
67		<i>Plusaetis ponsi</i>	Neártica/Neotropical mexicana
68		<i>Plusaetis sibynus</i>	Neártica
69		<i>Plusaetis sibynus jordani</i>	Neártica/Neotropical mexicana
70		<i>Plusaetis sibynus sibynus</i>	Neártica
71		<i>Plusaetis soberoni</i>	Neotropical mexicana
72	Ctenophthalmidae	<i>Ctenophthalmus</i> sp.	Neártica/Neotropical*
73		<i>Ctenophthalmus caballeroi</i>	Neártica/Holártica
74		<i>Ctenophthalmus cryptotis</i>	Neártica/Holártica
75		<i>Ctenophthalmus expansus</i>	Neártica/Holártica
76		<i>Ctenophthalmus haagi</i>	Neártica/Holártica
77		<i>Ctenophthalmus micropus</i>	Neártica/Neotropical*
78		<i>Ctenophthalmus myodosus</i>	Neártica/Holártica
79		<i>Ctenophthalmus pseudagyrtis</i>	Neártica/Holártica
80		<i>Ctenophthalmus tecpin</i>	Neártica/Holártica
81	Hystrihopsyllidae	<i>Adoropsylla intermedia vidua</i>	-----
82		<i>Anomiopsyllus</i> sp.	Neártica/Holártica
83		<i>Anomiopsyllus durangoensis</i>	Neártica/Holártica
84		<i>Anomiopsyllus hiemalis</i>	Neártica/Holártica
85		<i>Anomiopsyllus martini</i>	Neártica/Holártica
86		<i>Anomiopsyllus mexicanus</i>	Neártica/Holártica
87		<i>Anomiopsyllus nidiophilus</i>	Neártica/Holártica
88		<i>Anomiopsyllus novomexicanensis</i>	Neártica/Holártica
89		<i>Anomiopsyllus oaxacae</i>	Neártica/Holártica
90		<i>Anomiopsyllus sinuatus</i>	Neártica/Holártica
91		<i>Anomiopsyllus traubi</i>	Neártica/Holártica
92		<i>Atyphloceras</i> sp.	Neártica/Holártica
93		<i>Atyphloceras echis</i>	Neártica/Holártica
94		<i>Atyphloceras multidentatus alvarezi</i>	Neártica/Holártica
95		<i>Atyphloceras tancitari</i>	Neártica/Holártica
96		<i>Catalaglia</i> sp.	Neártica/Holártica
97		<i>Conorhinopsylla</i> sp.	Neártica/Holártica
98		<i>Corrodopsylla barrerae</i>	Neártica/Holártica
99		<i>Corrodopsylla curvata lira</i>	Neártica/Holártica
100		<i>Epitedia wenmanni</i>	Neártica/Holártica
101		<i>Hystrihopsylla</i> sp.	Neártica/Holártica
102		<i>Hystrihopsylla dipiei</i>	Neártica/Holártica
103		<i>Hystrihopsylla llorentei</i>	Neártica/Holártica
104		<i>Hystrihopsylla orophila</i>	Neártica/Holártica
105		<i>Meringis</i> sp.	Neártica/Holártica
106		<i>Meringis alliptecten</i>	Neártica/Holártica

107		<i>Meringis aranchis</i>	Neártica/Holártica
108		<i>Meringis commingi</i>	Neártica/Holártica
Trazo individual (Mapa)	Familia	Especie/subespecie	Afinidad
109		<i>Meringis dipodomys</i>	Neártica/Holártica
110		<i>Phalacroscylla hamata</i>	Neártica/Holártica
111		<i>Phalacroscylla nivalis</i>	Neártica/Holártica
112		<i>Rectofrontia mexicana</i>	Neártica/Holártica
113		<i>Rhadinopsylla sp.</i>	Neártica/Holártica
114		<i>Rhadinopsylla fraterna</i>	Neártica/Holártica
115		<i>Rhadinopsylla mexicana</i>	Neártica/Holártica
116		<i>Stenoponia sp.</i>	Neártica/Neotropical
117		<i>Stenoponia ponera</i>	Neotropical
118		<i>Strepsylla sp.</i>	Neártica
119		<i>Strepsylla davisae</i>	Neártica
120		<i>Strepsylla fautini</i>	Neártica
121		<i>Strepsylla machadoi</i>	Neártica
122		<i>Strepsylla martinezi</i>	Neártica
123		<i>Strepsylla mina</i>	Neártica
124		<i>Strepsylla schmidi</i>	Neártica
125		<i>Strepsylla tuluna</i>	Neártica
126		<i>Strepsylla villai</i>	Neártica
127	Ischnopsyllidae	<i>Hormopsylla kyriophila</i>	Neotropical
128		<i>Hormopsylla trux</i>	Neotropical
129		<i>Myodopsylla collinsi</i>	Neotropical
130		<i>Myodopsylla gentilis</i>	Neotropical
131		<i>Myodopsylla globata</i>	Neotropical
132		<i>Myodopsylla nordina</i>	Neotropical
133		<i>Myodopsylla palposa</i>	Neotropical
134		<i>Philopsylla leptina stubei</i>	-----
135		<i>Rothschildopsylla noctilionis</i>	-----
136		<i>Sternopsylla sp.</i>	Neártica/Neotropical
137		<i>Sternopsylla distincta</i>	Neotropical
138		<i>Sternopsylla distincta texana</i>	Neártica/Neotropical
139	Leptopsyllidae	<i>Leptopsylla segnis</i>	Cosmopolita
140		<i>Peromyscopsylla draco</i>	-----
141		<i>Peromyscopsylla hesperomys adelpha</i>	-----
142		<i>Peromyscopsylla zempoalensi</i>	-----
143	Pulicidae	<i>Cediopsylla inaequalis</i>	Neotropical
144		<i>Cediopsylla inaequalis interrupta</i>	Neotropical
145		<i>Cediopsylla simplex</i>	Neotropical
146		<i>Cediopsylla tepolita</i>	Neotropical
147		<i>Ctenocephalides canis</i>	Neotropical/Paléartica
148		<i>Ctenocephalides felis</i>	Neotropical/Paléartica
149		<i>Ctenocephalides felis felis</i>	Neotropical/Paléartica
150		<i>Echidnophaga sp.</i>	Cosmopolita
151		<i>Echidnophaga gallinacea</i>	Cosmopolita
152		<i>Echidnophaga ponera</i>	Cosmopolita
153		<i>Euhoplopsyllus glacialis affinis</i>	Neotropical
154		<i>Euhoplopsyllus glacialis foxi</i>	Neotropical
155		<i>Euhoplopsyllus glacialis lynx</i>	Neotropical
156		<i>Hoplopsyllus sp.</i>	Neotropical
157		<i>Hoplopsyllus anomalus</i>	Neotropical
158		<i>Hoplopsyllus pectinatus</i>	Neotropical
159		<i>Pulex sp.</i>	Neártica/Cosmopolita
160		<i>Pulex equidnophagoides</i>	Neártica/Cosmopolita
161		<i>Pulex irritans</i>	Cosmopolita
162		<i>Pulex porcinus</i>	Neártica/Cosmopolita

163		<i>Pulex simulans</i>	Cosmopolita
164		<i>Xenopsylla cheopis</i>	Neártica/Cosmopolita
Trazo individual (Mapa)	Familia	Especie/subespecie	Afinidad
165	Rhopalopsyllidae	<i>Polygenis sp.</i>	Neotropical
166		<i>Polygenis adocetus</i>	Neotropical
167		<i>Polygenis gwyni</i>	Neotropical
168		<i>Polygenis martinezbaezi</i>	Neotropical
169		<i>Polygenis rozeboomi</i>	Neotropical
170		<i>Polygenis vazquezi</i>	Neotropical
171		<i>Polygenis vulcanus</i>	Neotropical
172		<i>Rhopalopsyllus australis australis</i>	Cosmopolita
173		<i>Rhopalopsyllus cacicus saevus</i>	Neotropical
174	Tungidae**	<i>Rhynchopsyllus sp.</i>	-----
175		<i>Tunga sp.</i>	-----
176		<i>Tunga monositus</i>	Neotropical
177		<i>Tunga penetrans</i>	Neotropical

*El género es neártico pero la especie presenta afinidad neotropical según Pérez (1976) y Traub et al. (1983)

** La familia cuenta con otros taxones que no fueron incluidos en este trabajo por estar registrada solo como parásitos de aves.

Cosmopolita = de amplia distribución en el globo

Mesoamericana = localizada únicamente en México y Centroamérica.

Neártica = localizada en Norteamérica, compartida con México solo por Estados Unidos y Canadá

Neotropical = localizada desde México hasta Sudamérica

Neártica/Neotropical = localizada en Norte y Sudamérica

Neártica/Neotropical mexicana = no llega al sur de Estados Unidos

Alrededor de 44 taxones de Siphonaptera, repartidos entre sus ocho familias, cuentan con un solo registro confirmado para México: 17 Ceratophyllidae, dos Ctenophthalmidae, 12 Hystrichopsyllidae, seis Ischnopsyllidae, un Leptopsyllidae, cuatro Pulicidae, un Rhopalopsyllidae y un Tungidae (Figs. 3, 6-7, 9, 12, 14, 20, 29-30, 34, 39, 41, 44, 50, 54, 56, 62, 75, 78, 86, 89, 93, 96-97, 102, 108, 110, 112, 119-120, 124, 127, 130, 132-133, 135, 137, 140, 143, 156-157, 160, 169, 174). Como ejemplos se pueden citar: *Anomiopsyllus mexicanus* (Fig. 86), cuyo único registro para el país se localiza en Mesa del Huracán en Chihuahua; *Baculomeris altmani* (Fig. 3), con un solo registro para México localizado en Popocatepetl en el Estado de México; y *Cediopsylla inaequalis* (Fig. 143), con un solo registro en Xocomanetlan en Guerrero, entre otros.

Se encontraron alrededor de 65 taxones con un solo un sitio de colecta en el país (incluyendo los de un solo registro), v. gr. *Eumolpianus polumus* (Fig. 10), con ocho registros en El Salto, Durango; *Adoraopsylla intermedia vidua* (Fig. 81), con dos registros para la misma localidad en Misantla Veracruz; y *Tunga monositus*, (Fig. 176), con cinco registros para la Bahía San Quintín en Baja California, entre otros.

Muchos de estos registros muestran un sesgo debido a que fueron colectados solo en ciertas partes del país. Lo anterior se observa en el cuadro 1, donde se expresa el número de taxones existentes en cada Entidad Federativa, apreciándose la poca o nula representatividad de la fauna de sifonápteros para algunos estados (v. gr. Colima, Quintana

Roo).

Trazos generalizados

A partir de la sobreposición de trazos individuales, se reconocieron 34 trazos generalizados en los que participan 76 taxones (16 a nivel de género, 50 a nivel de especie y 10 a nivel de subespecie; Cuadro 3). Once trazos se ubican en la región Neártica, cuatro se encuentran entre el límite de las regiones Neártica y Neotropical, y 19 en el Neotrópico (Figs. 178-181). Dicha información se relacionó con los mapas de la República Mexicana y sus provincias biogeográficas (Fig. b).

Trazo generalizado 1 (Fig. 178). Se extiende desde el centro de Baja California hasta el suroeste de Sonora. Ubicado en la región Neártica, entre las provincias de Baja California y Sonorense en su parte oeste. Involucra los siguientes taxones: *Orchopeas leucopus* y *Meringis* sp. (Figs. 48, 105).

Trazo generalizado 2 (Fig. 178). De noreste a sureste en el desierto de Sonora. Ubicado en la región Neártica, en la provincia biogeográfica Sonorense. Involucra los siguientes taxones: *Echidnophaga gallinacea* y *Pulex simulans* (Figs. 151-163).

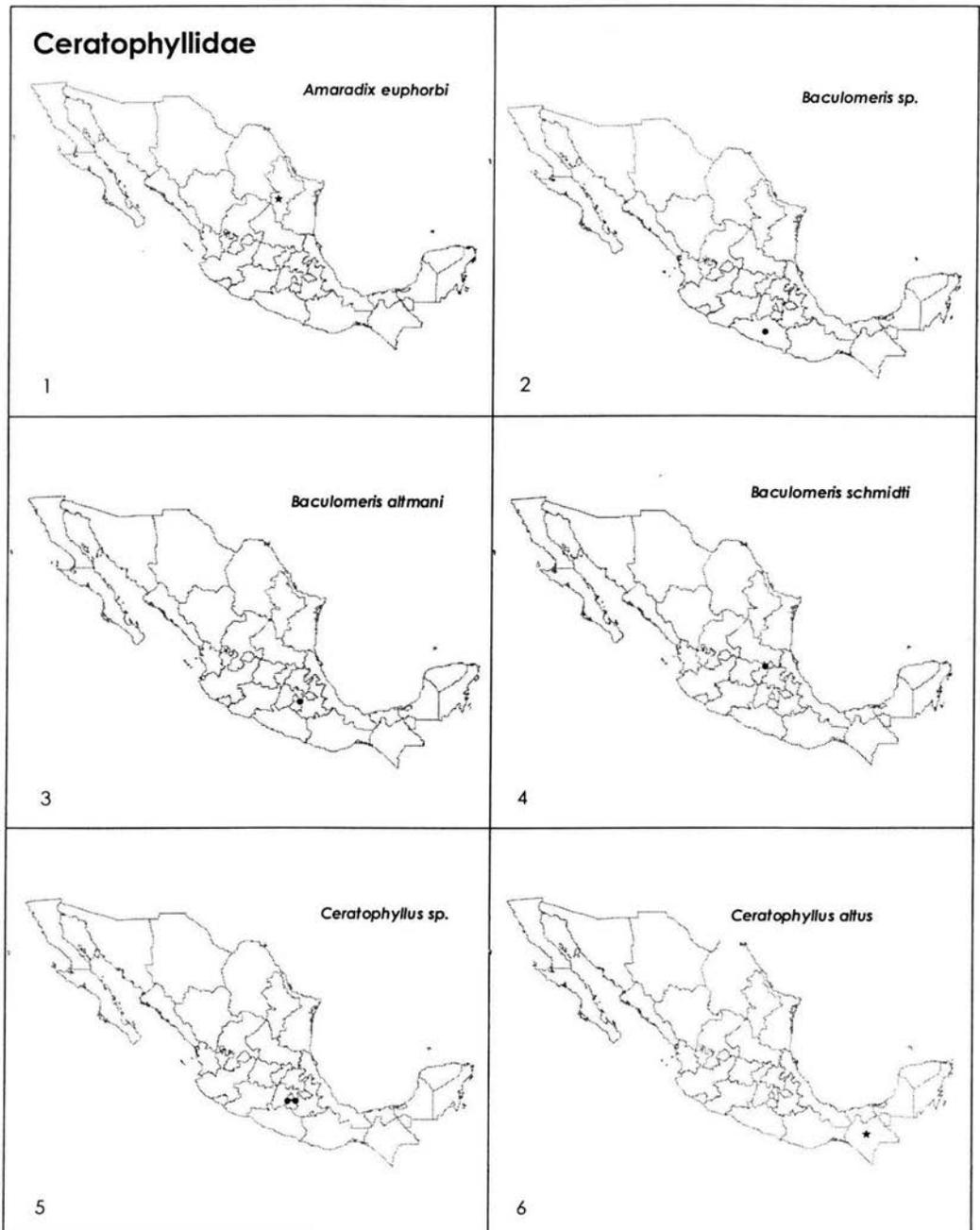
Trazo generalizado 3 (Fig. 178). Se extiende desde centro-oeste de Durango al centro-oeste de Nuevo León. Se ubica en la región Neártica, atravesando parte del suroeste de la Sierra Madre Occidental, el norte del el Altiplano Sur y la punta norte de la Sierra Madre Oriental. Involucra los taxones: *Foxella mexicana*, *Opisodasys robustus*, *Orchopeas fulleri* y *Stenoponia ponera* (Figs. 16, 42, 46, 117).

Trazo generalizado 4 (Fig. 178). Se localiza en el sur de Zacatecas, atravesándolo de oeste a este. Ubicado en la región Neártica, incluyendo las provincias de la Sierra Madre Occidental por el sureste hasta el centro oeste del Altiplano Sur involucra los taxones: *Ctenophthalmus micropus* y *Anomiopsyllus sinuatus* (Figs. 77, 90).

Trazo generalizado 5 (Fig. 178). Del sureste Zacatecano hasta el noroeste de San Luis Potosí. De origen Neártico, localizado en la provincia biogeográfica del Altiplano Sur . Involucra los taxones: *Anomiopsyllus* sp. Y *Meringis altipecten* (Figs. 82, 106).

Trazo generalizado 6 (Fig. 178). Desde el noreste en San Luis Potosí hasta el centro este de Querétaro. De origen Neártico, incluyendo las provincias biogeográficas del Altiplano Sur por el sureste hasta su frontera centro oeste con la Sierra Madre Oriental. Involucra los taxones: *Echidnophaga gallinacea* y *Pulex simulans* (Figs. 151, 163).

Trazo generalizado 7 (Fig. 178). A partir del trazo anterior en el centro este de Querétaro, hacia el este en el norte del Distrito Federal. Se ubica entre las regiones Neártico/Neotropical, pasando desde el centro oeste de la provincia biogeográfica de Sierra Madre Oriental hasta el centro este del Eje Volcánico Transmexicano. Involucra los

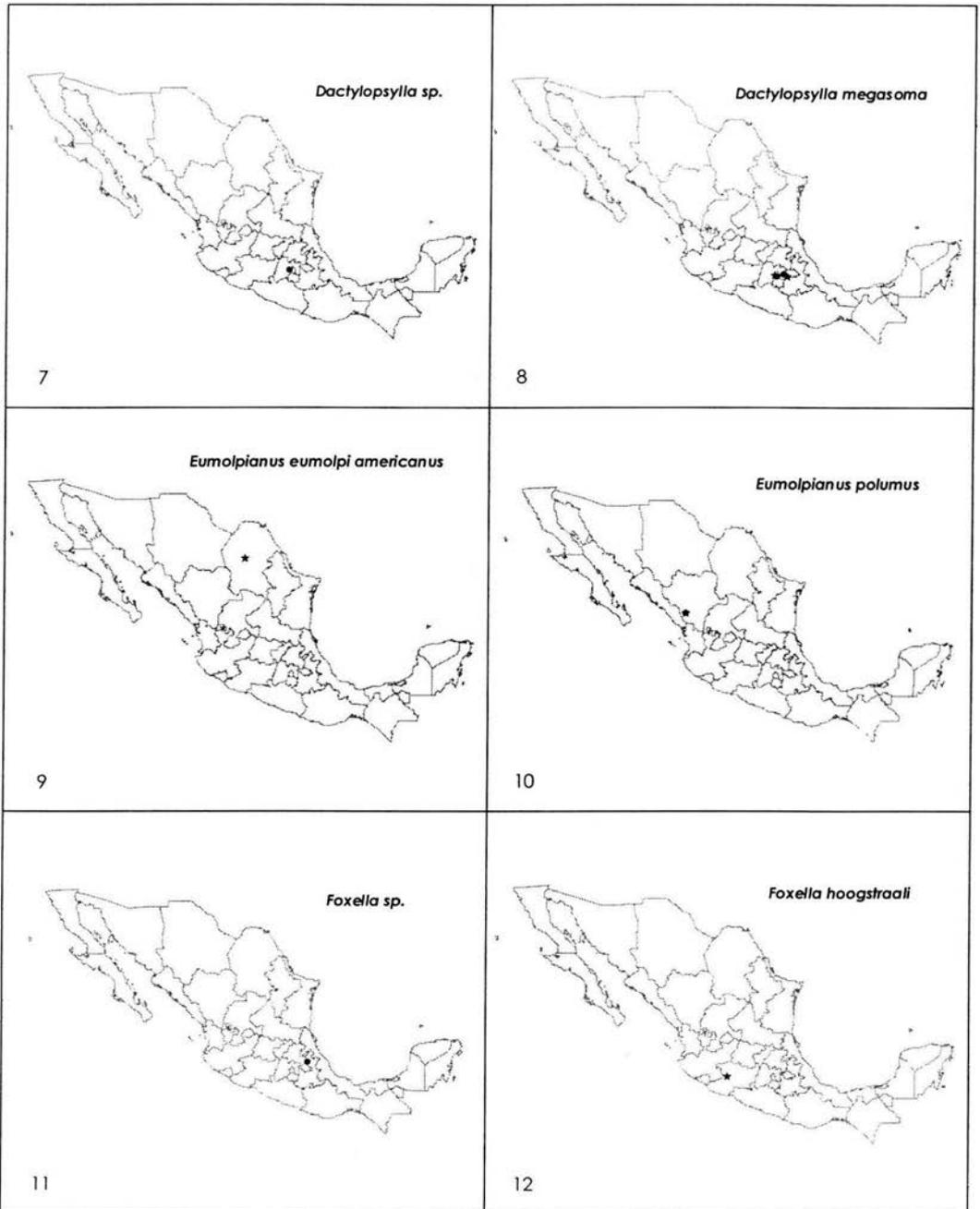


Figs. 1-6. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

* Tomado de bibliografía ⊙ Puzosmo JMM
 ● Datos de la colección del MZFC ⊛ Puzosmo NMNH
 □ División Estatal ⊕ Puzosmo IBUNAM



0 200 400 600 800 Kilometers



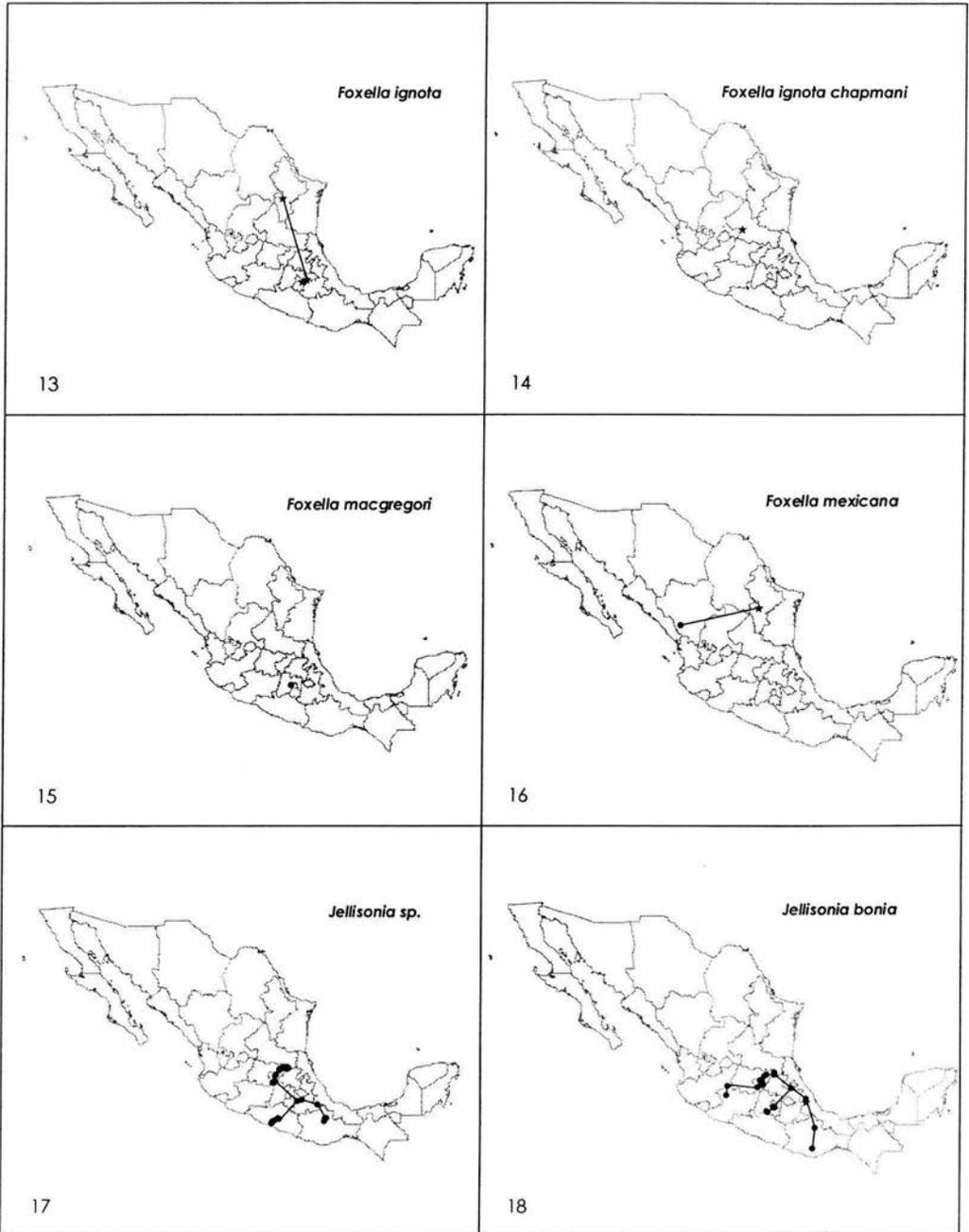
Figs. 7-12. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

★ Formado de Isthmología
 ● Datos de la colección del MIZC
 □ División Estatal

○ Preclamo JMM
 ● Preclamo JMNH
 ◆ Preclamo JBUNAM



0 200 400 600 800 Kilómetros

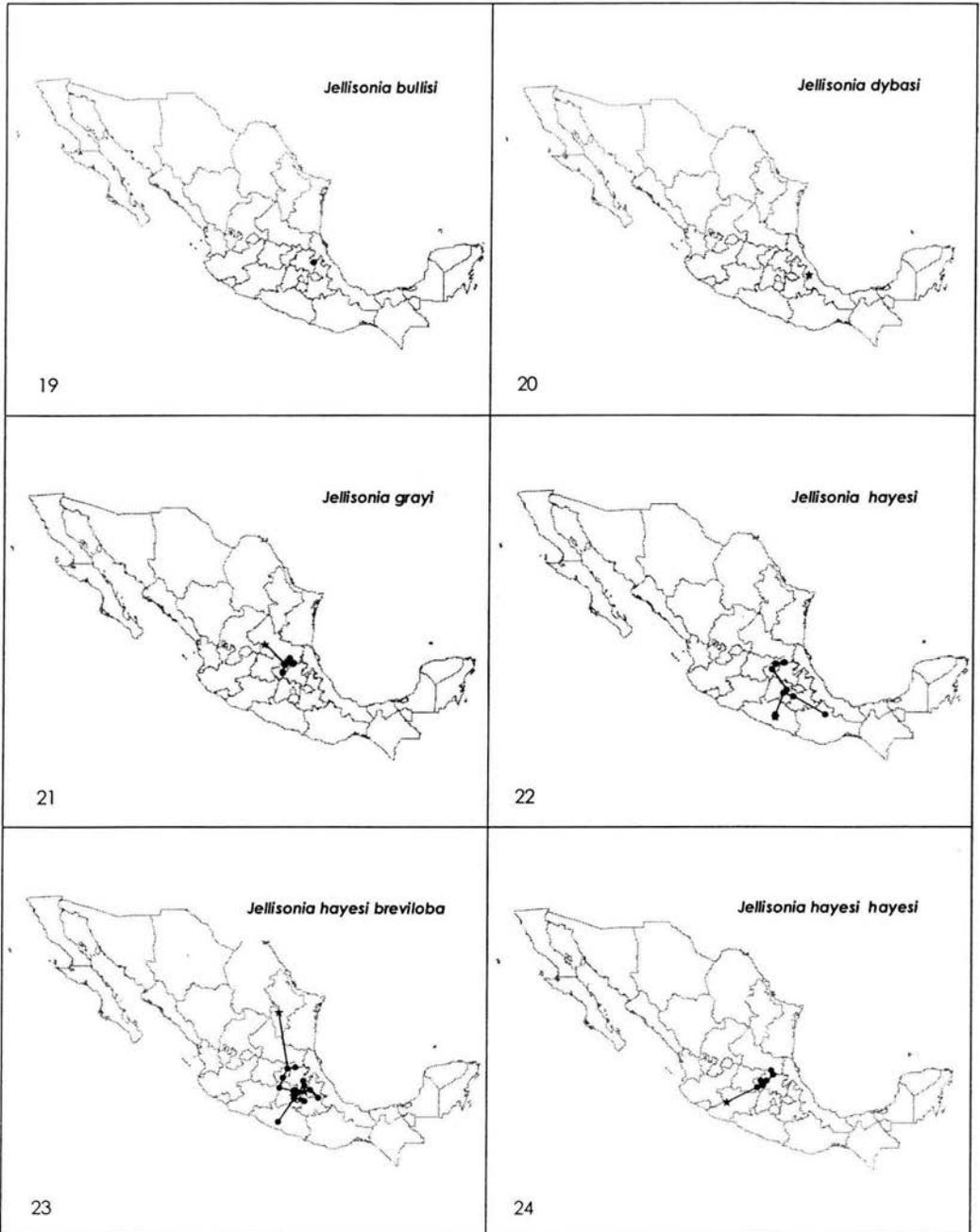


Figs. 13-18. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

- ★ Tomado de bibliografía
- Datos de la colección del MZFC
- División estatal
- Prestamo JMM
- Prestamo NMNH
- ✦ Prestamo IBNHAM



0 200 400 600 800 Kilometers

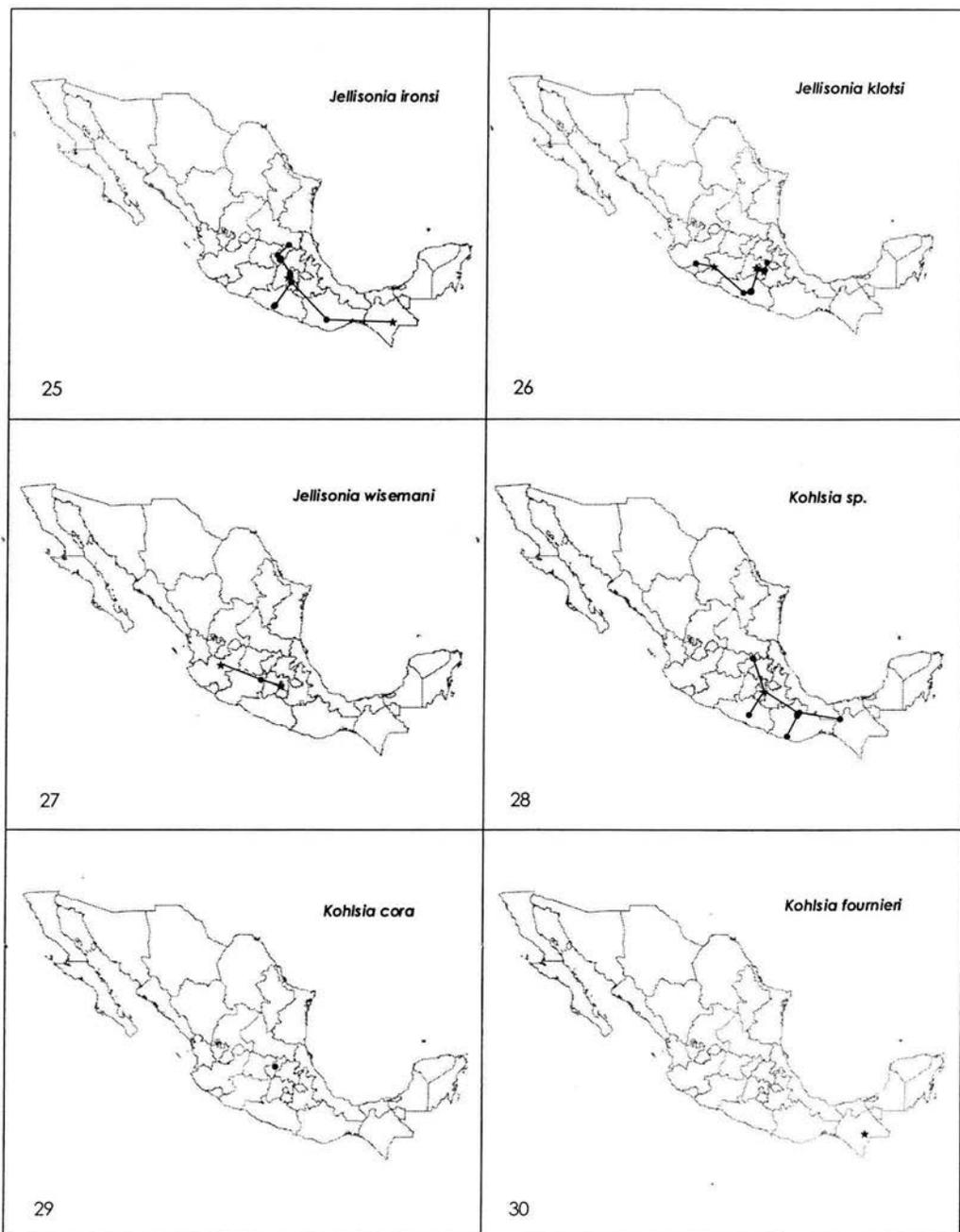


Figs. 19-24. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

- * Tomado de bibliografía
- Datos de la colección del MZFC
- División Estatal
- Prentame JAM
- Prentame MMNH
- ◆ Prentame IBUNAM



0 200 400 600 800 Kilómetros



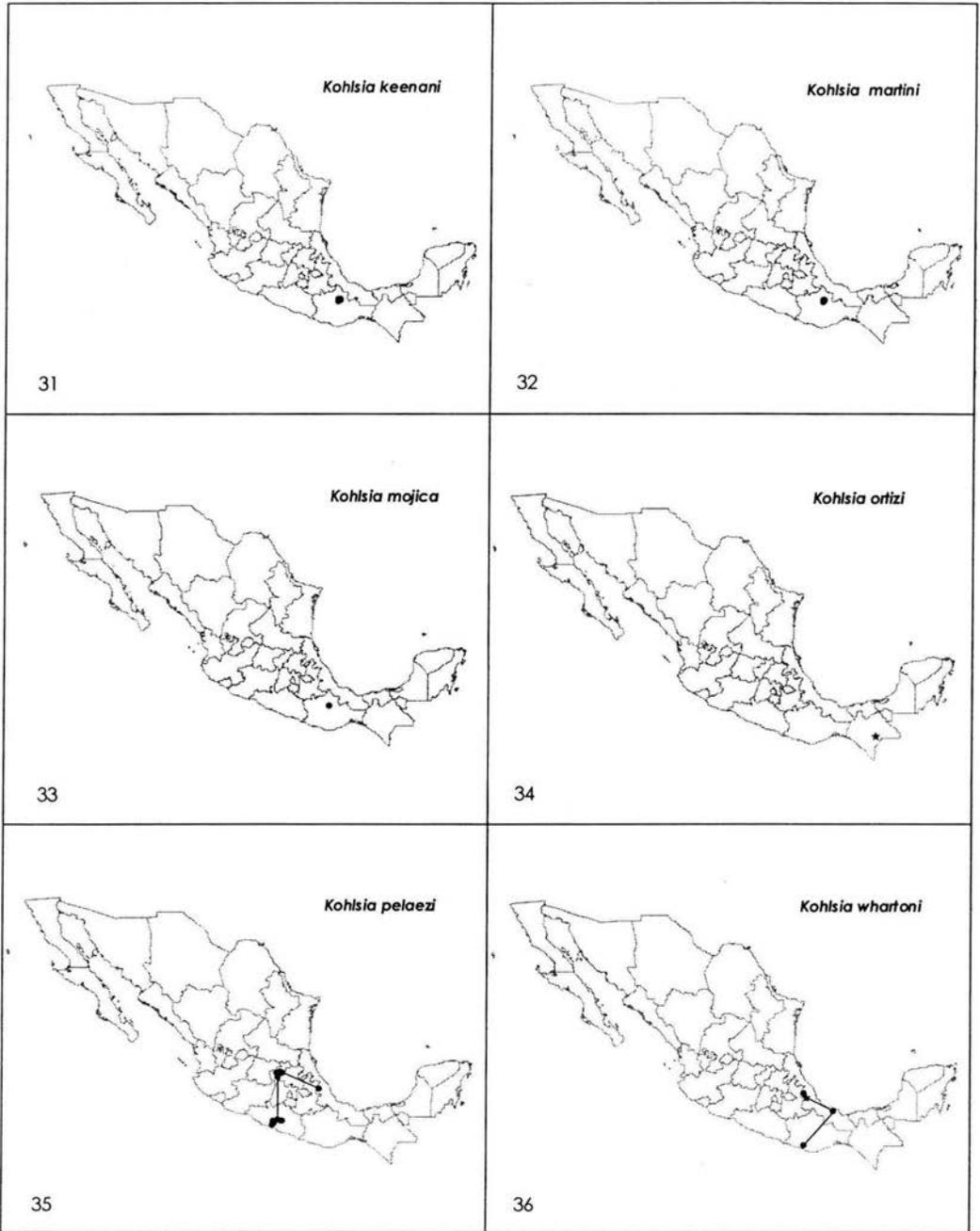
Figs. 25-30. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

* Tomado de bibliografía
 ● Datos de la colección del MIZC
 □ División Estatal

○ Prestamo JMM
 ⊗ Prestamo IMANH
 + Prestamo IBUNAM



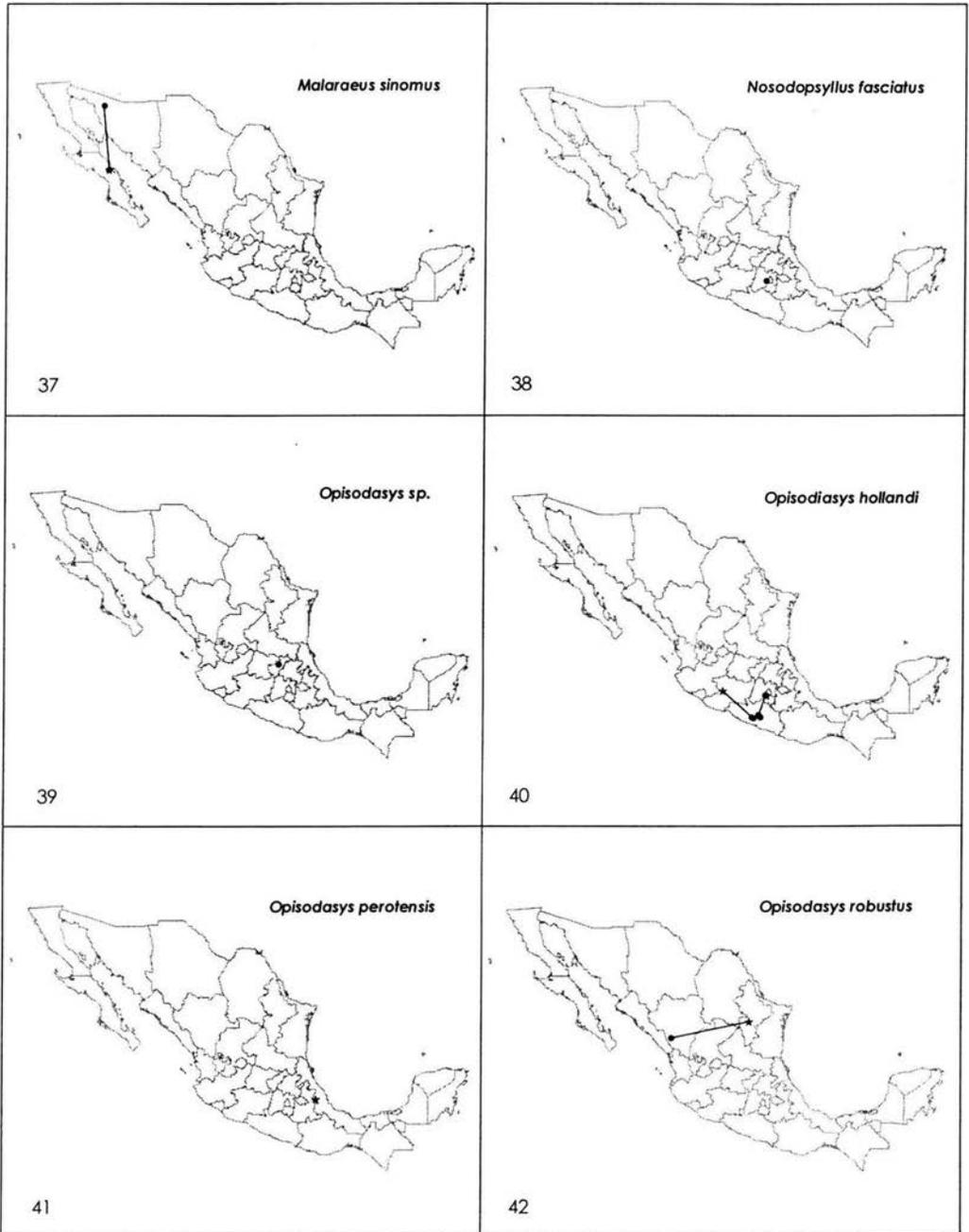
0 200 400 600 800 Kilómetros



Figs. 31-36. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

* Tomado de bibliografía ○ Preslamo JMM
 ● Datos de la colección del MZFC ● Preslamo NMANH
 □ División Es total + Preslamo IBUNAM



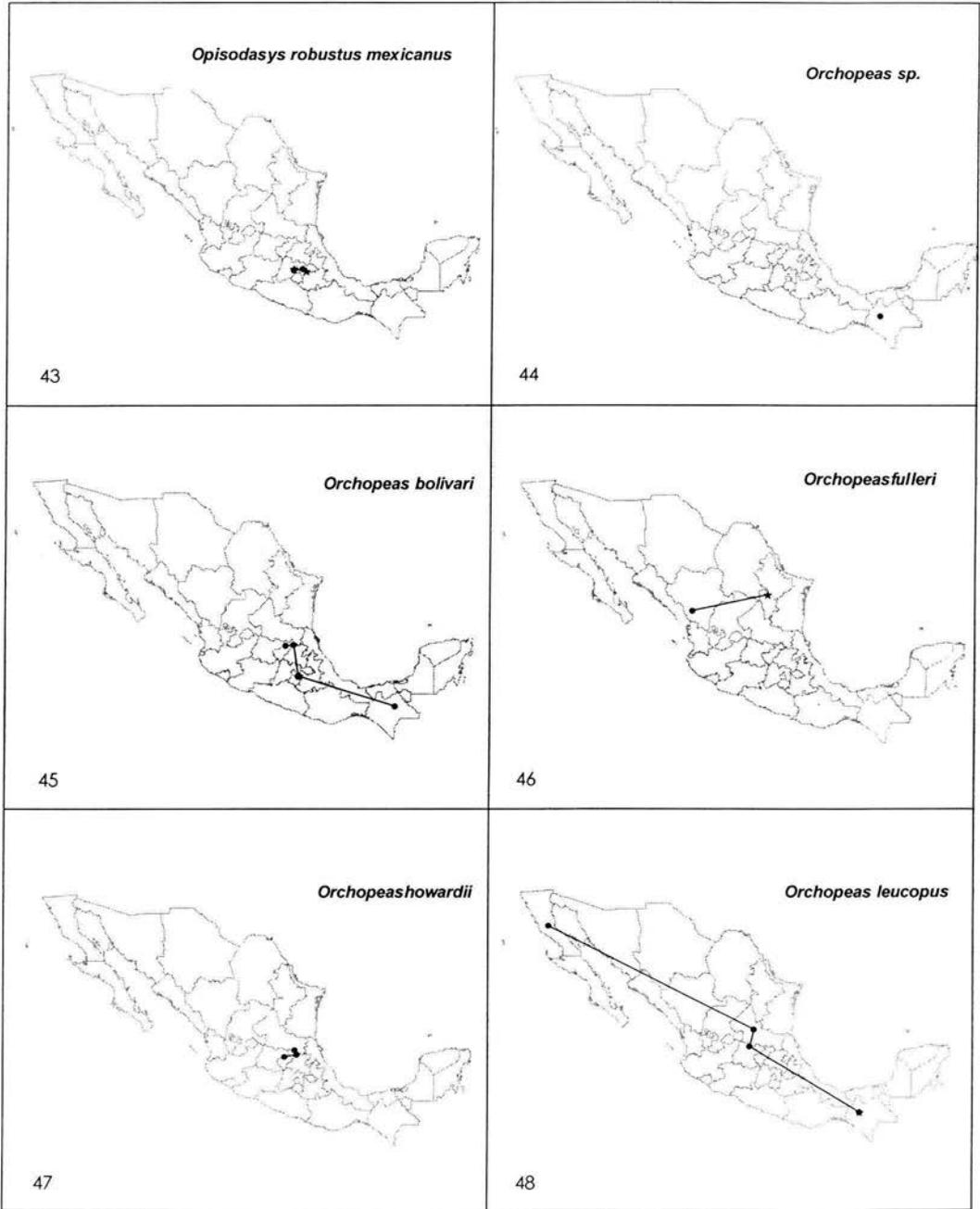


Figs. 37-42. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

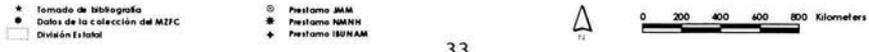
* Tomado de bibliografía ○ Prejamo JMM
 ● Datos de la colección del MZFC ● Prejamo IBM/III
 □ División Estatal ◆ Prejamo IBUNAM

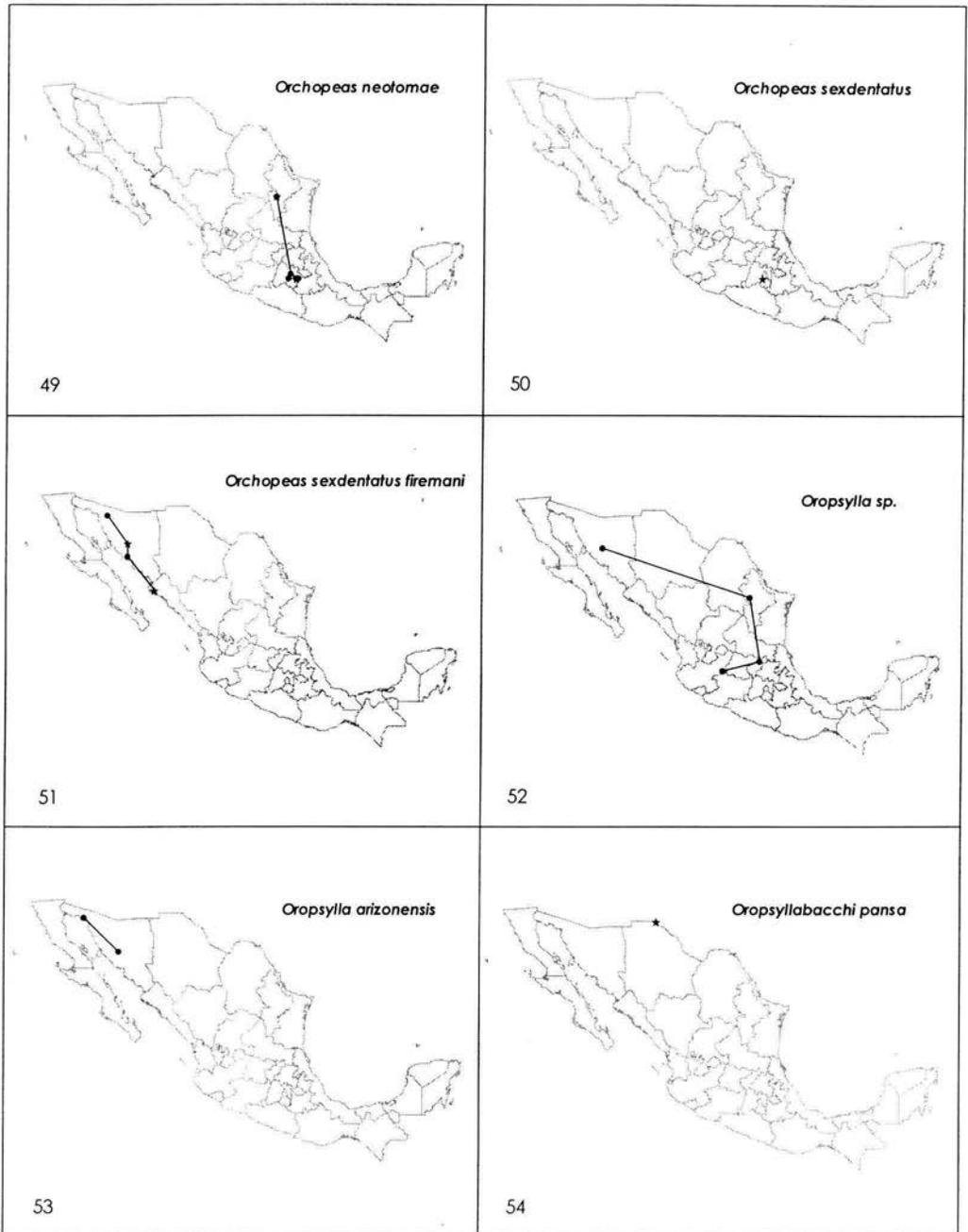


0 200 400 600 800 Kilometers



Figs. 43-48. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.



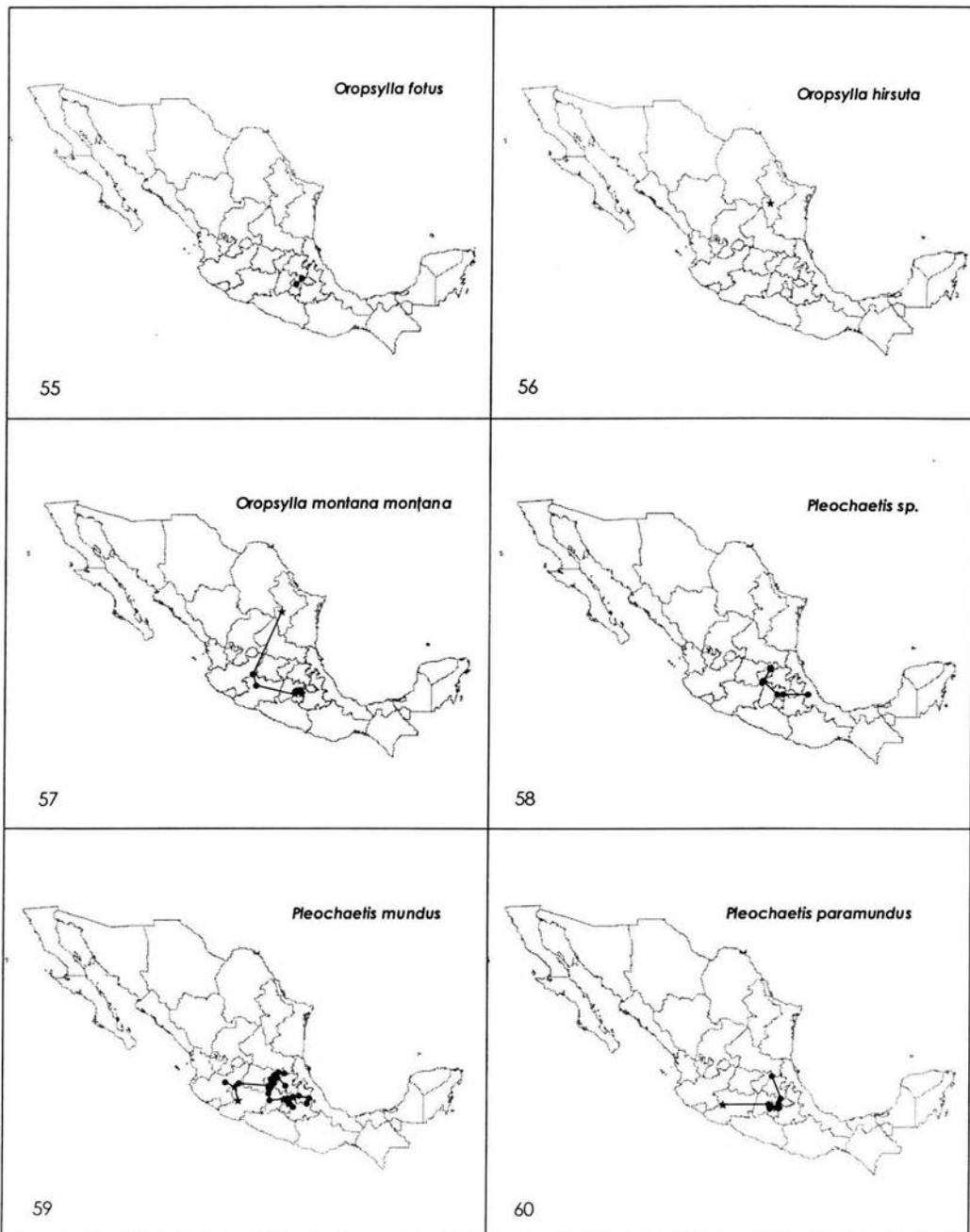


Figs. 49-54. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

- ★ Tomado de bibliografía
- Datos de la colección del MZFC
- División Estatal
- Prestituto IMAN
- ✱ Prestituto NANH
- ✚ Prestituto IBUNAM



0 200 400 600 800 Kilometers

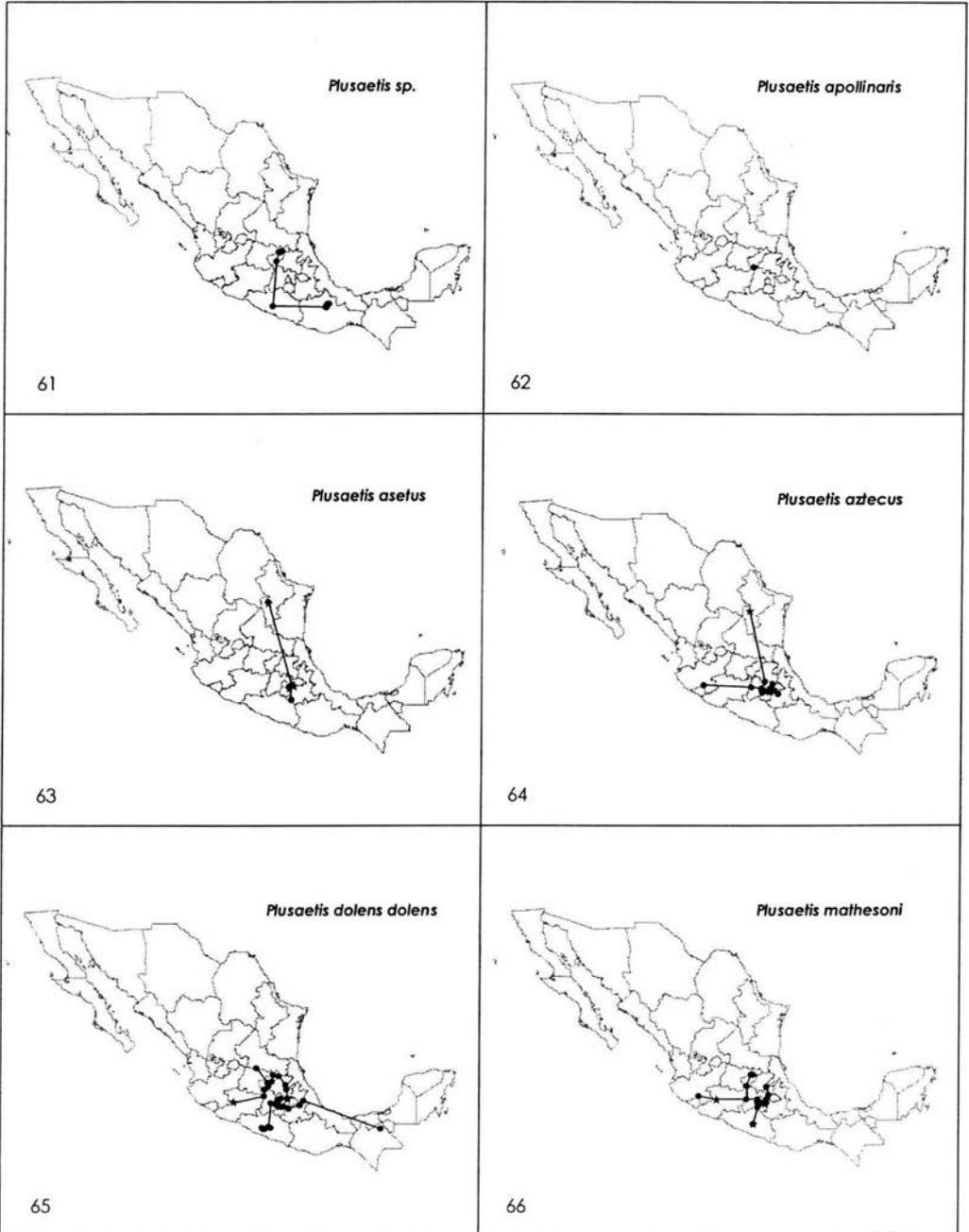


Figs. 59-60. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

- * Tomado de bibliografía
- Datos de la colección del MZFC
- Pezifamo JMM
- Pezifamo NMNH
- ◆ Pezifamo IBNANM
- División Estatal



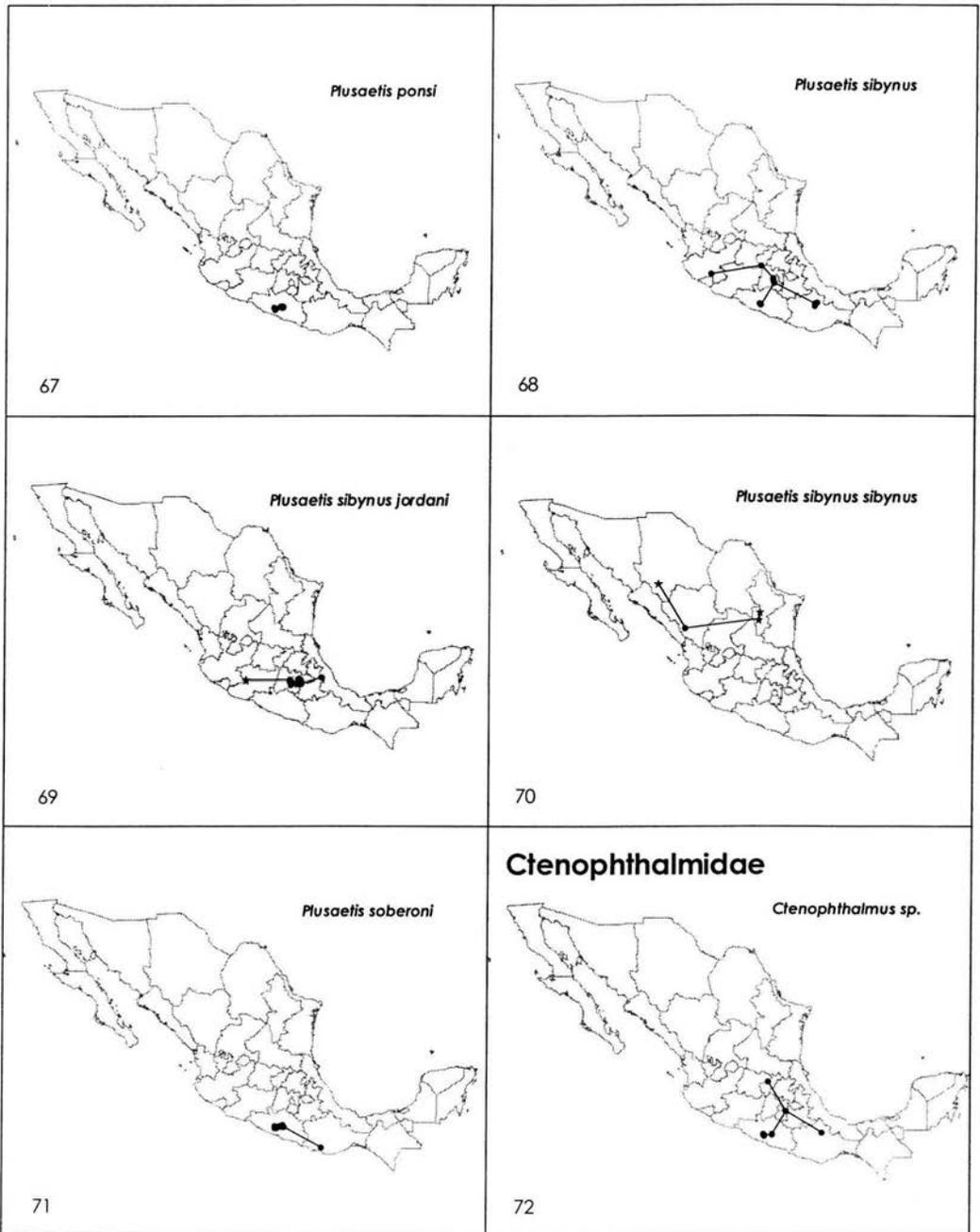
0 200 400 600 800 Kilometers



Figs. 61-66. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

- Tomado de bibliografía
- Datos de la colección del MZFC
- Datos en Etanol
- Preismo AMM
- Preismo MEXM
- ◆ Preismo IBUNAM





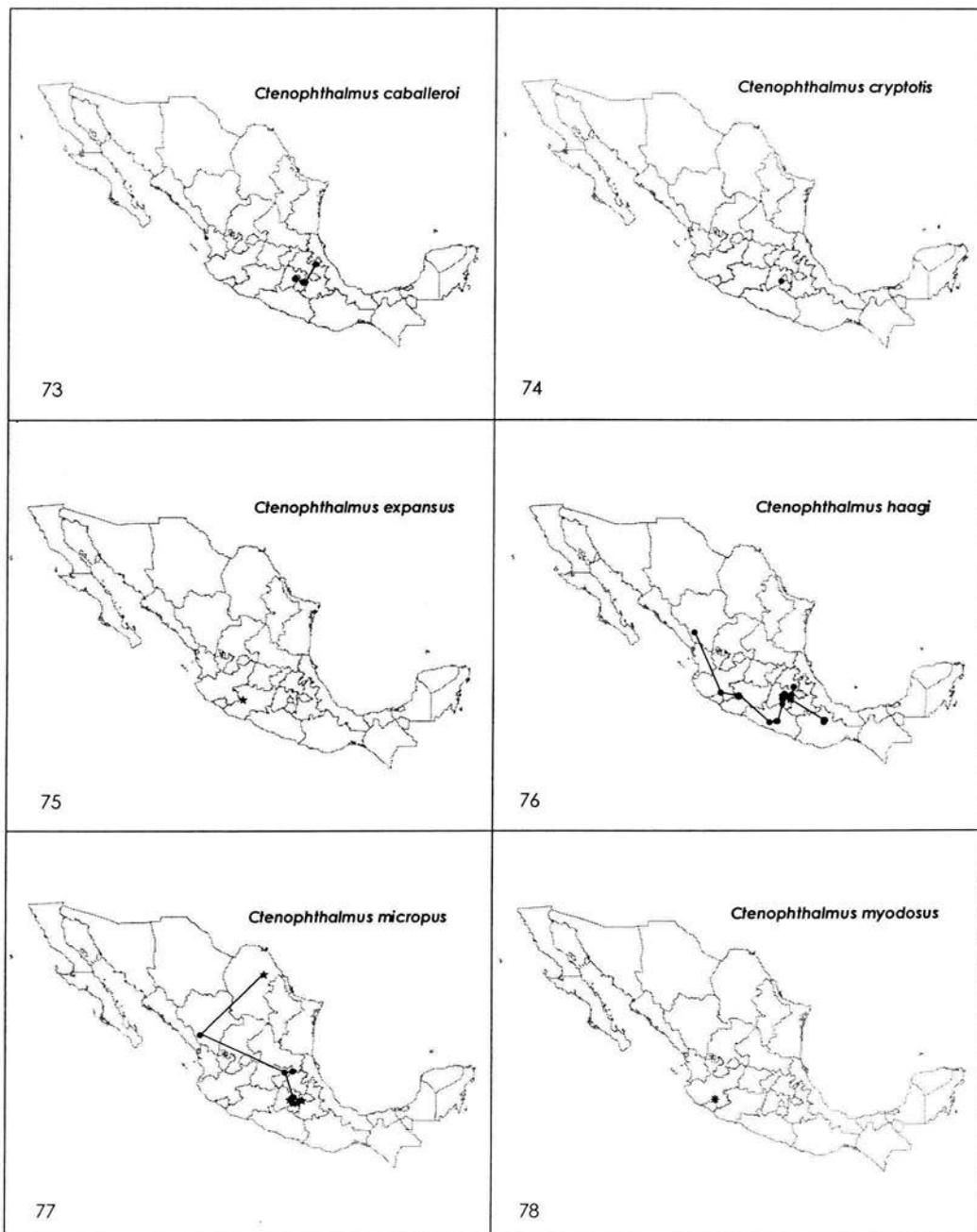
Figs. 67-72. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

* Tomado de bibliografía
 ● Datos de la colección del MZFC
 □ División Estatal

○ Prestituto JMM
 ● Prestituto NMNH
 * Prestituto IBONAM



0 200 400 600 800 Kilometros

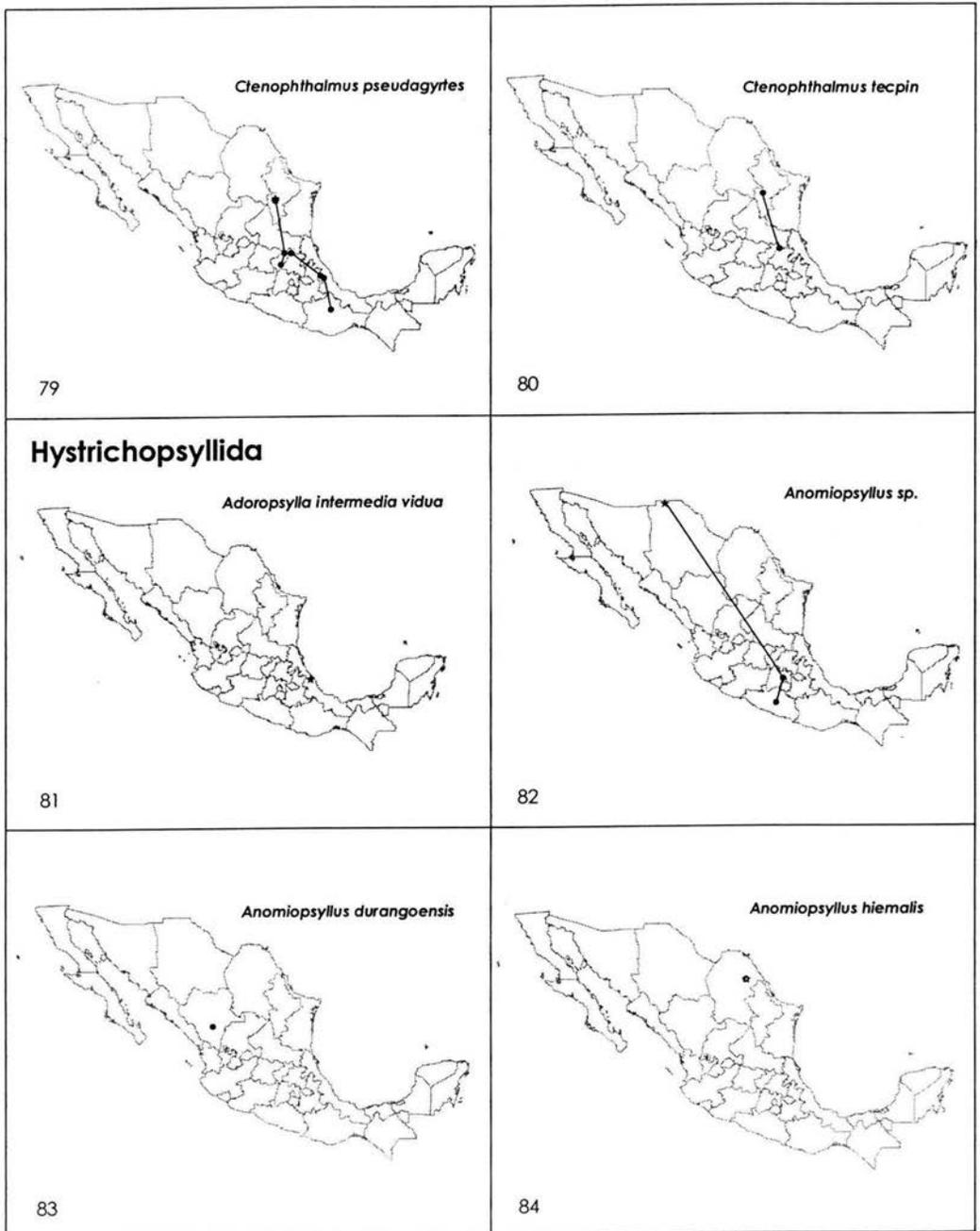


Figs. 73-78. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

- Tipo de bibliografía
- Datos de la colección del MZFC
- División Estatal
- Puzamo JMM
- ⊗ Puzamo NMNH
- ⊕ Puzamo IBNAM



0 200 400 600 800 Kilometers



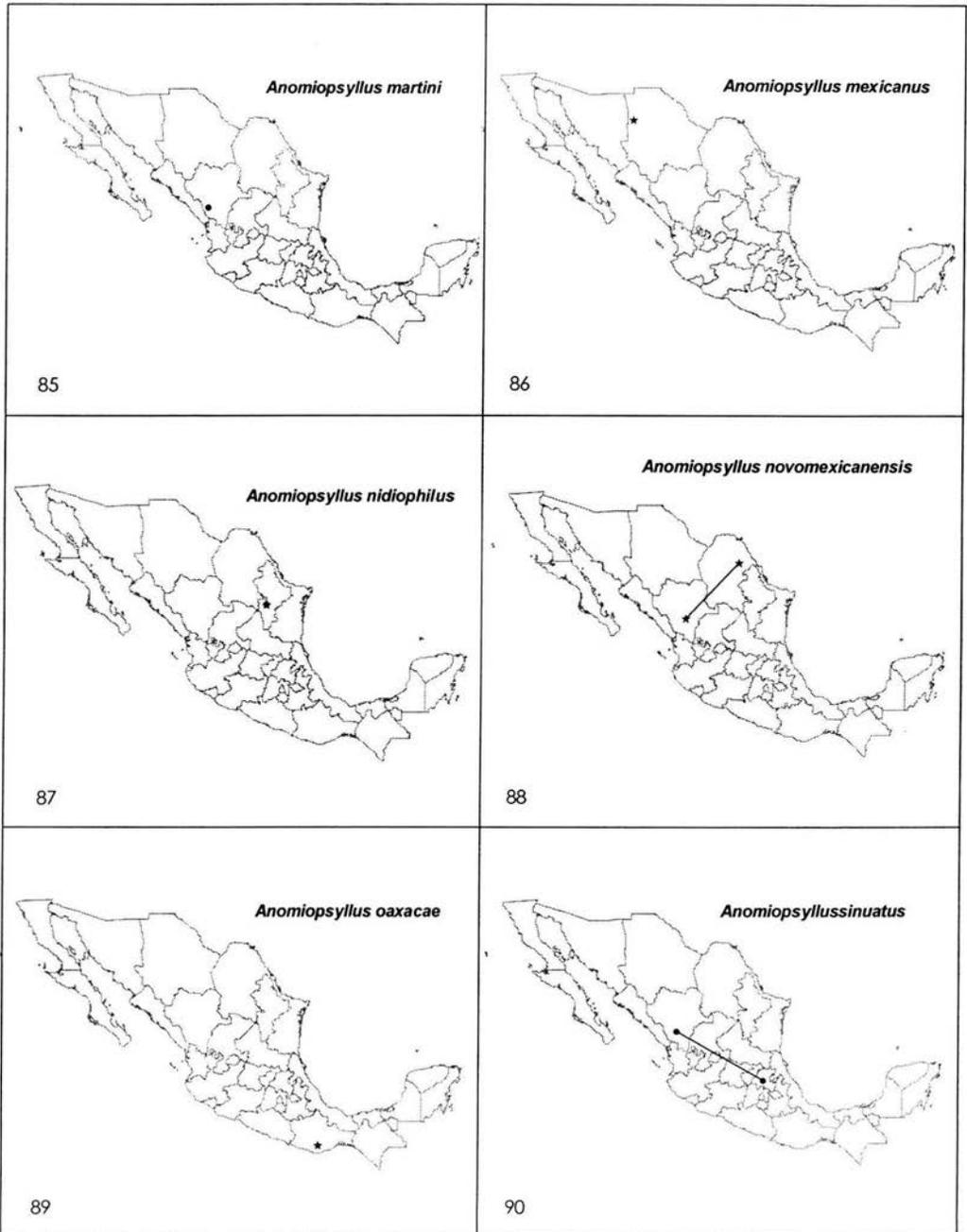
Figs. 79-84. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

* Tomado de bibliografía
 ● Datos de la colección del MZFC
 □ División Estatal

○ Prentomo JMM
 ● Prentomo NANNH
 + Prentomo IBURAM



0 200 400 600 800 Kilómetros

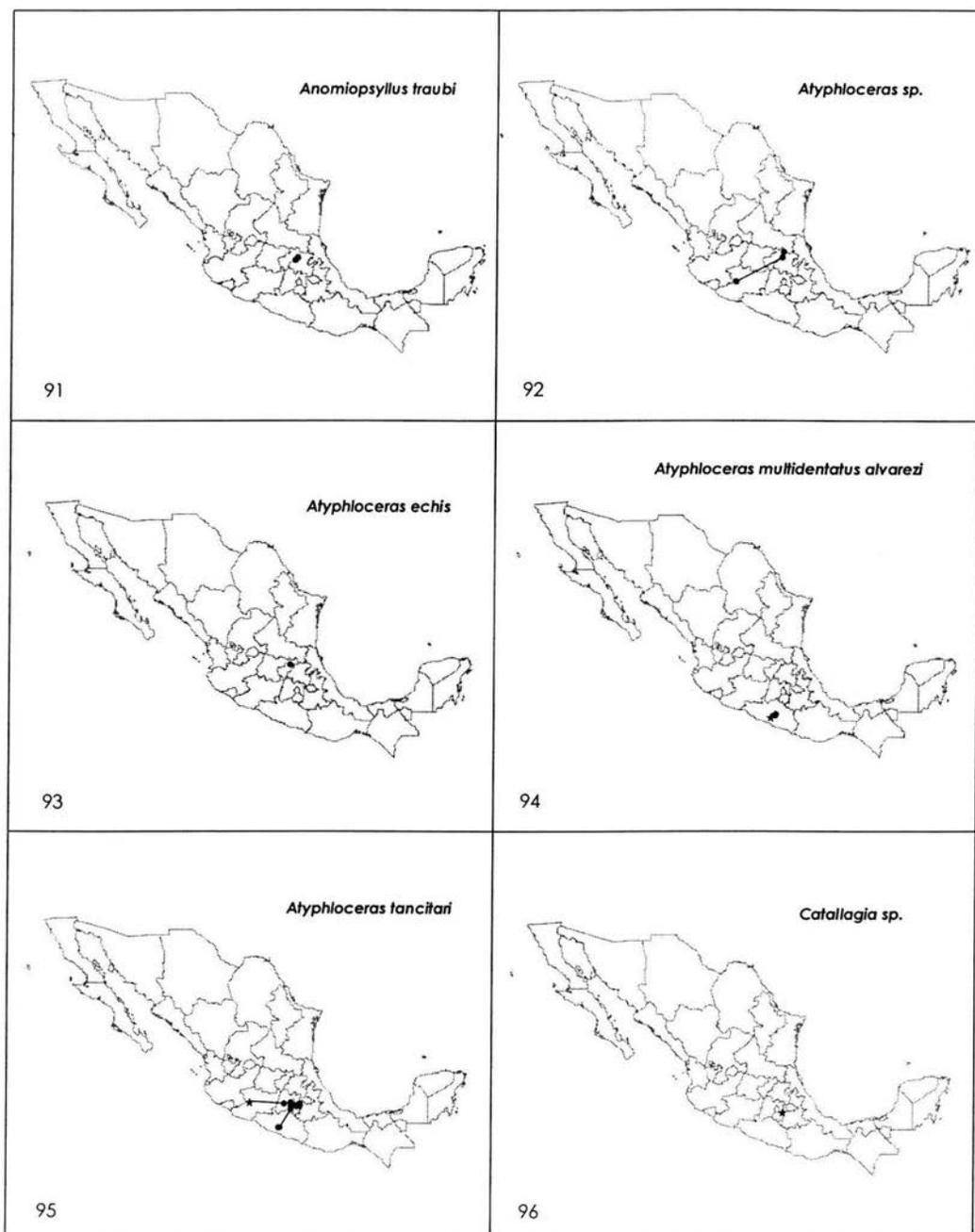


Figs. 85-90. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

- ★ Tomado de bibliografía
- Datos de la colección del MZFC
- División Estatal
- Parasitismo IMAM
- ⊗ Parasitismo NMNH
- ◆ Parasitismo IBUNAM



0 200 400 600 800 Kilómetros



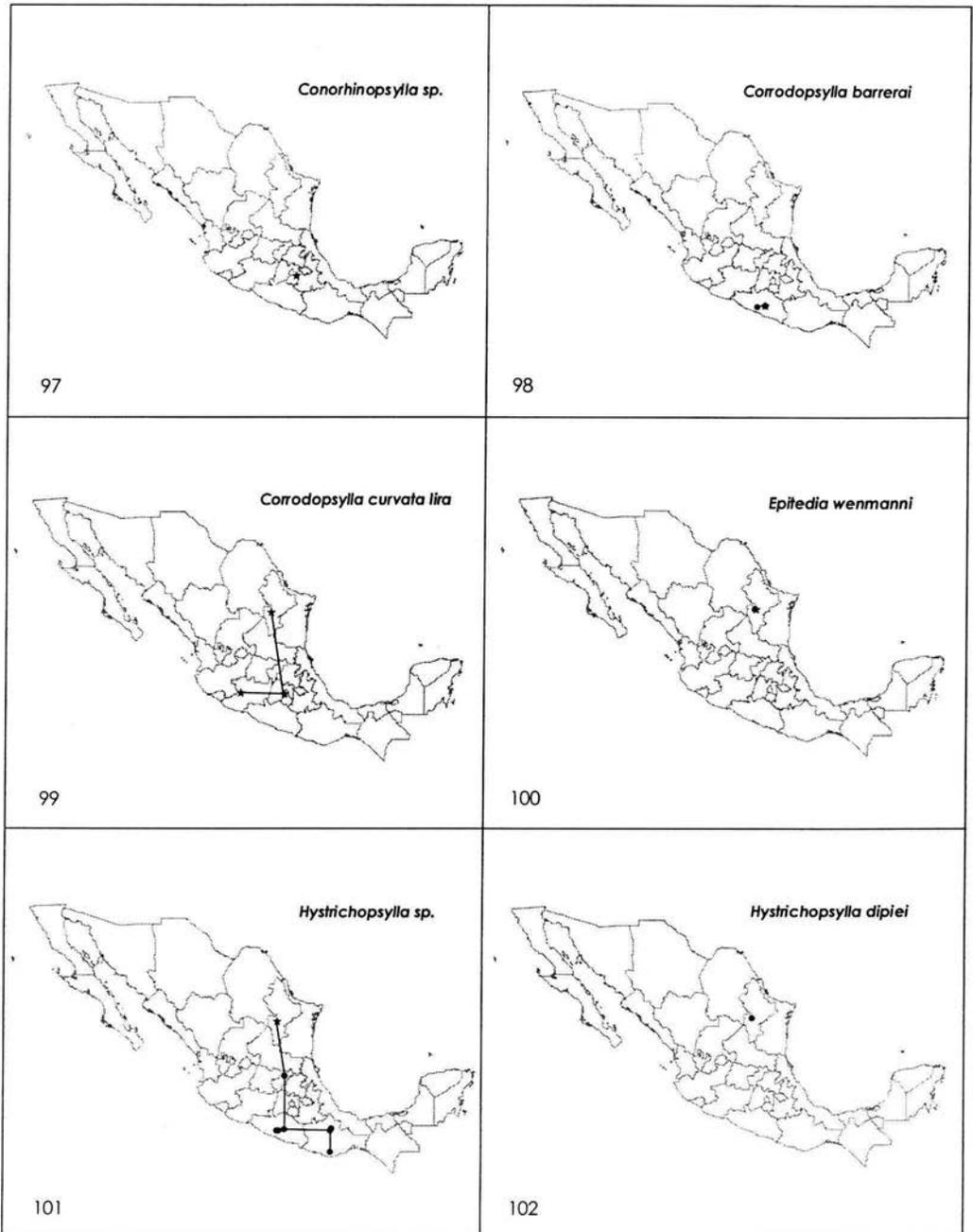
Figs. 91-96. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

• Tomada de bibliografía
 ● Datos de la colección del MZFC
 □ División Estatal

○ Pestaño IMM
 ● Pestaño NMNH
 ◆ Pestaño IBNHAM



0 200 400 600 800 Kilometers

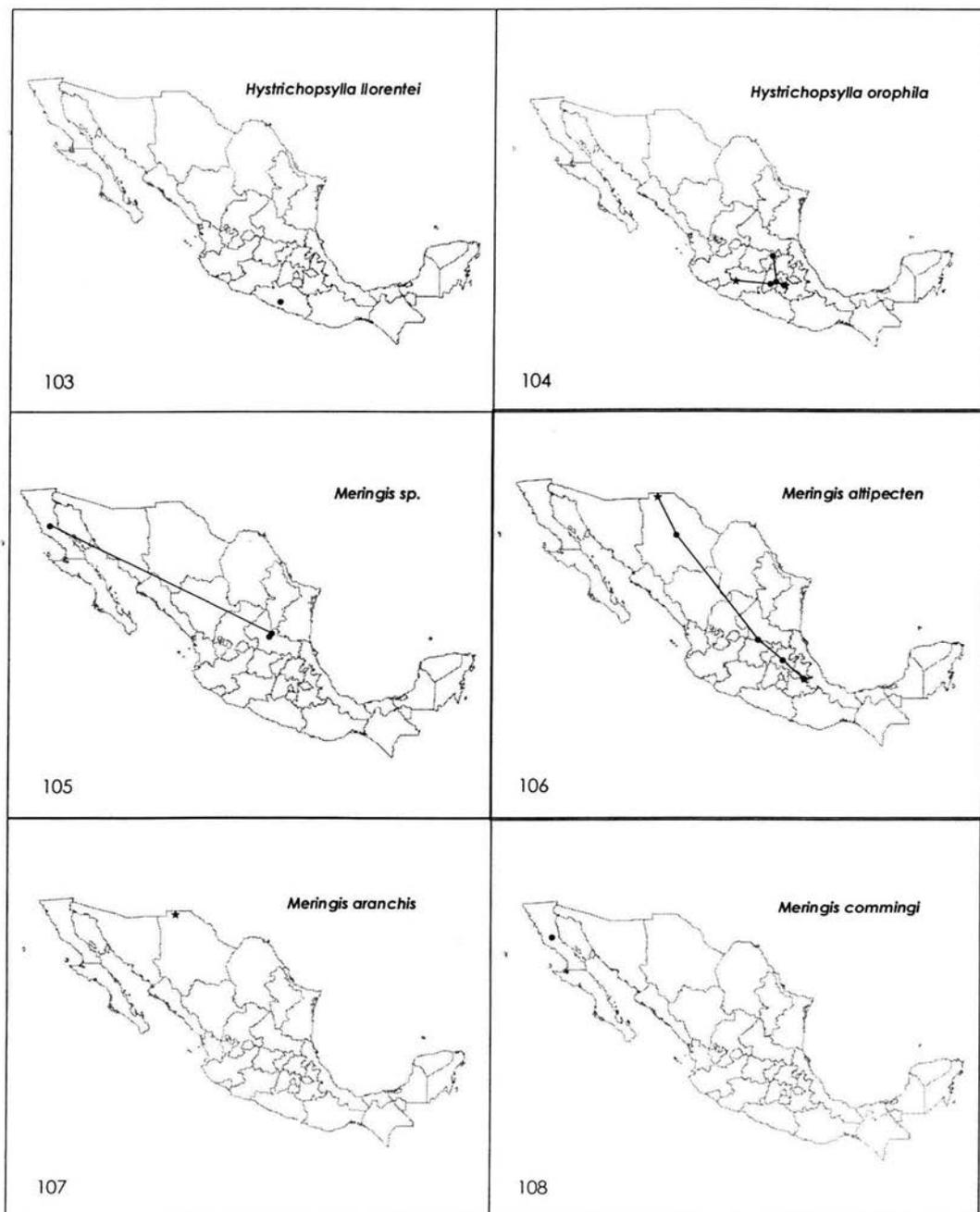


Figs. 97-102. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

- * Tomada de bibliografía
- Datos de la colección del MZFC
- División Estatal
- Prestamo JMM
- ✱ Prestamo NMNH
- ✦ Prestamo ISU/NAM



0 200 400 600 800 Kilometers



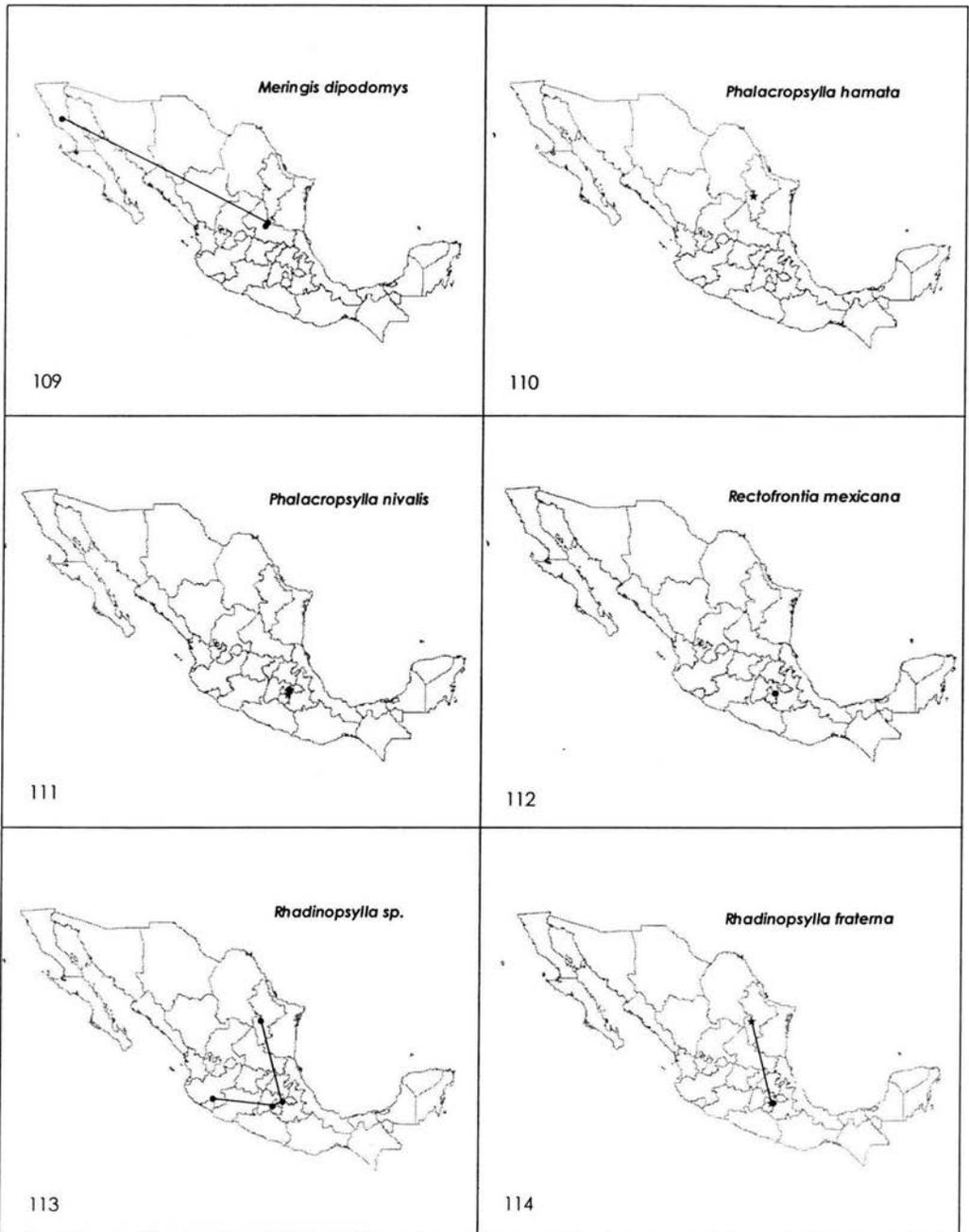
Figs. 103-108. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

* Tomado de bibliografía
 ● Datos de la colección del MZFC
 □ División Estatal

○ Puzosmo JMA
 * Puzosmo NMAN
 + Puzosmo IBNAM



0 200 400 600 800 Kilometers

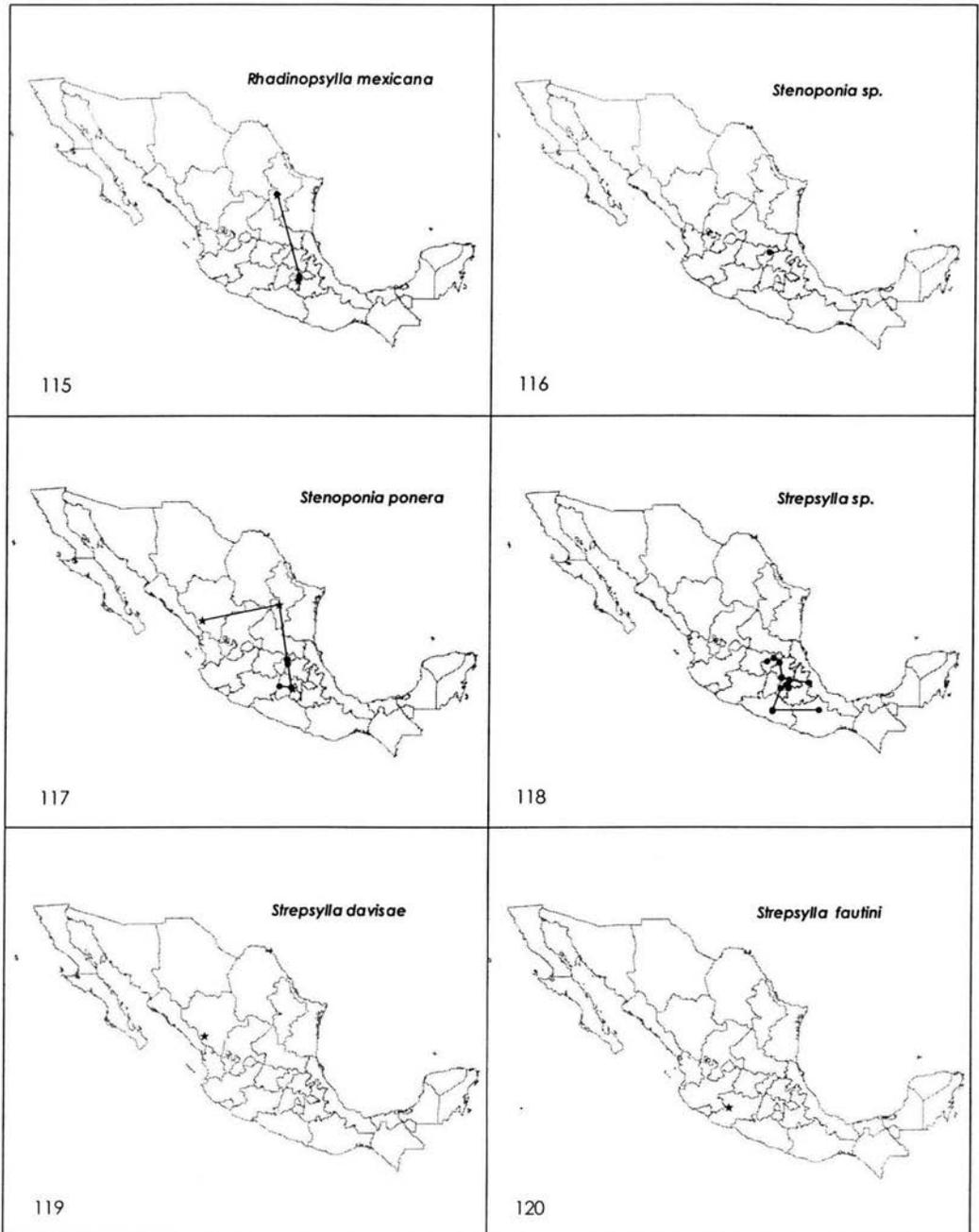


Figs. 109-114. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

* Símbolo de bibliografía
 ● Datos de la colección del MIZC
 □ División Estatal
 ○ Prejama IMM
 ● Prejama MMNH
 + Prejama IANIGAN



0 200 400 600 800 Kilometers

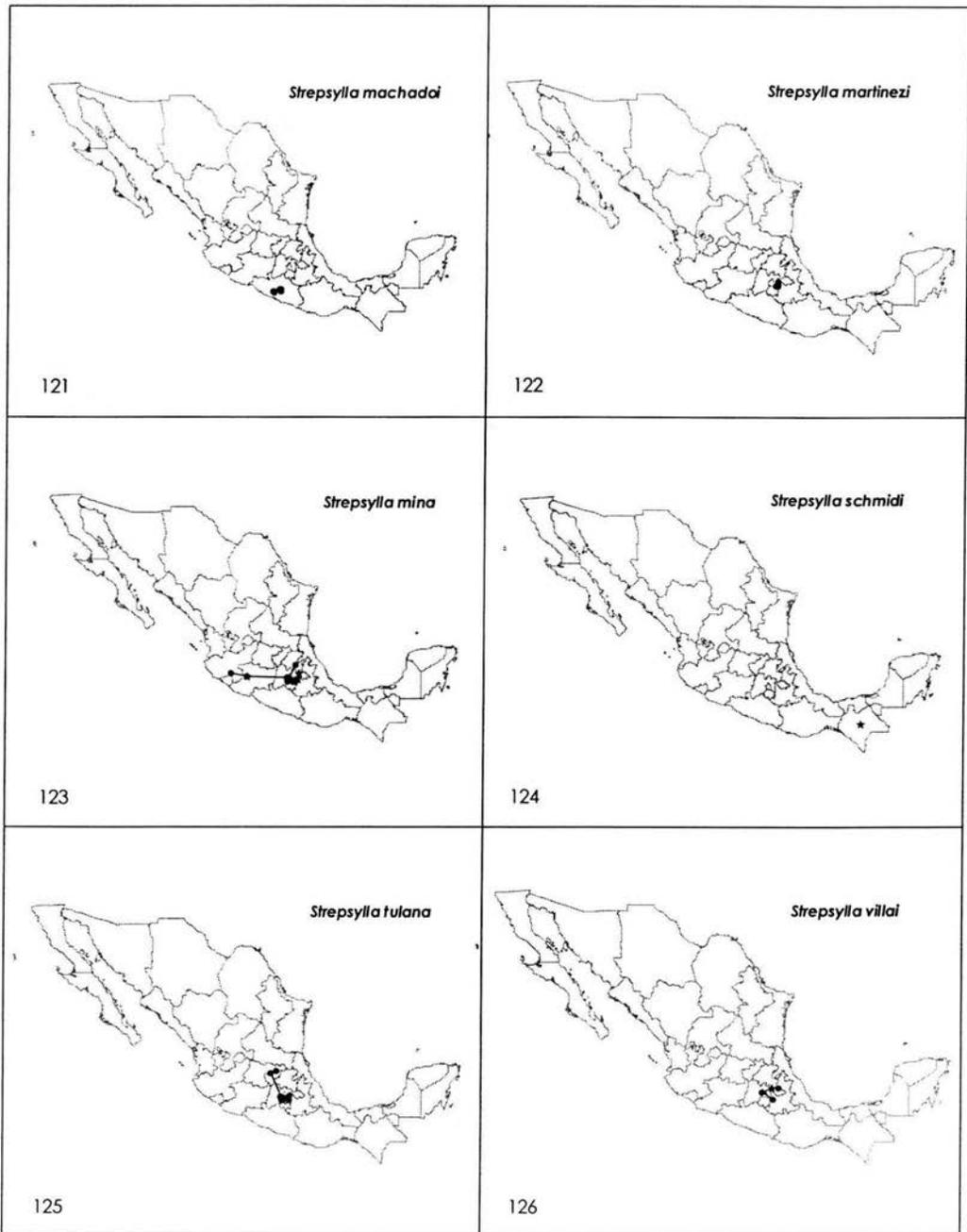


Figs. 115-120. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

* Tomado de bibliografía ○ Preslamo IAM
 ● Datos de la colección del MZC ● Preslamo NMNH
 □ División Estatal + Preslamo IB/NAM



0 200 400 600 800 Kilometers



Figs. 121-126. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

- * Tomado de bibliografía
- Datos de la colección del MZFC
- División Estatal
- Preño JAM
- Preño MMNH
- ◆ Preño ISNANM



0 200 400 600 800 Kilometers

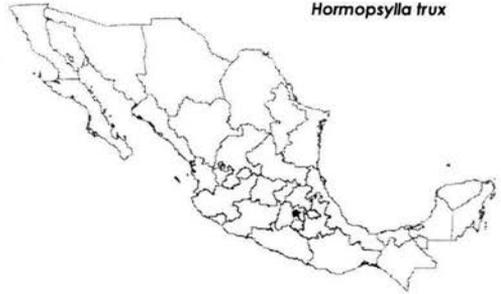
Ischnopsyllidae

Hormopsylla kyriophila



127

Hormopsylla trux



128

Myodopsylla collinsi



129

Myodopsylla gentilis



130

Myodopsylla globata



131

Myodopsylla nordina



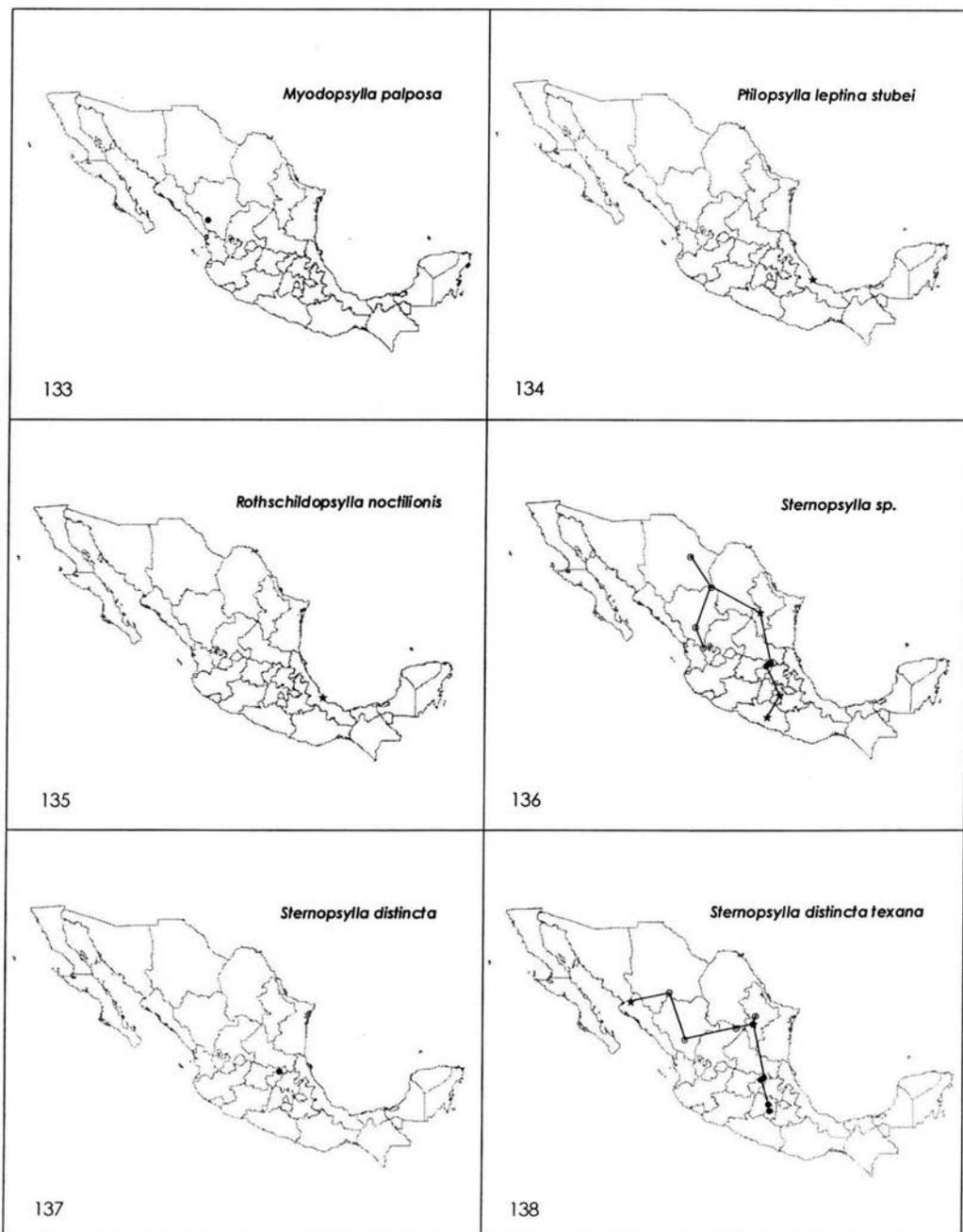
132

Figs. 127-132. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

- * Tomado de bibliografía
- Datos de la colección del IZSC
- División Estatal
- Prestamo IJMM
- ✱ Prestamo NMNH
- ✦ Prestamo IBUNAM



0 200 400 600 800 Kilómetros

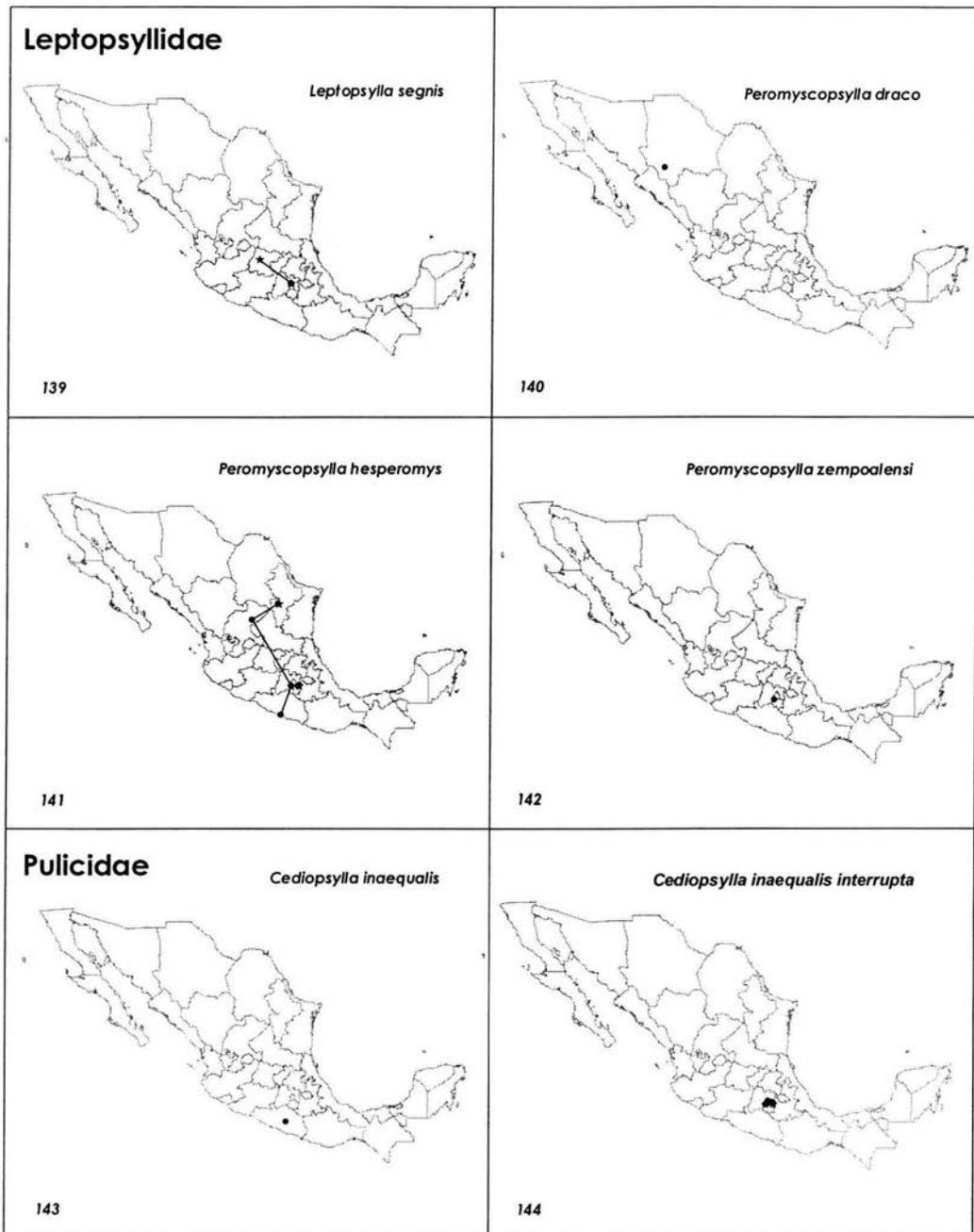


Figs. 133-138. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

* Tomado de Itzúgoitia
 ● Datos de la colección del MZTC
 □ División Estatal
 ○ Prestamo JMM
 * Prestamo NMNH
 + Prestamo USNMAM



0 200 400 600 800 Kilometers

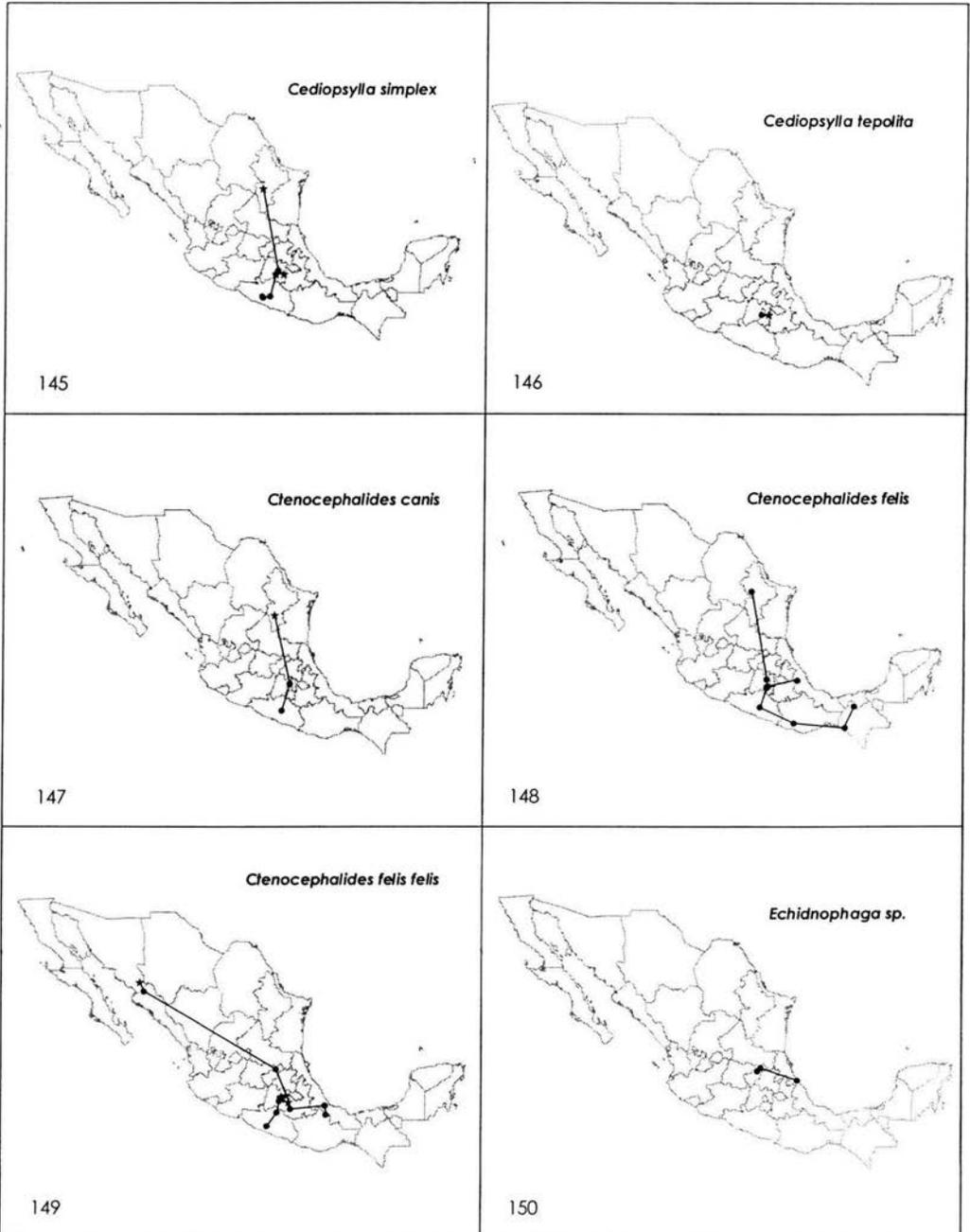


Figs. 139-144. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

- ★ Tomado de bibliografía
- Datos de la colección del MZFC
- División Estatal
- Presfamo JMM
- ⊗ Presfamo NMANH
- ✦ Presfamo ISUKAM



0 200 400 600 800 Kilometers

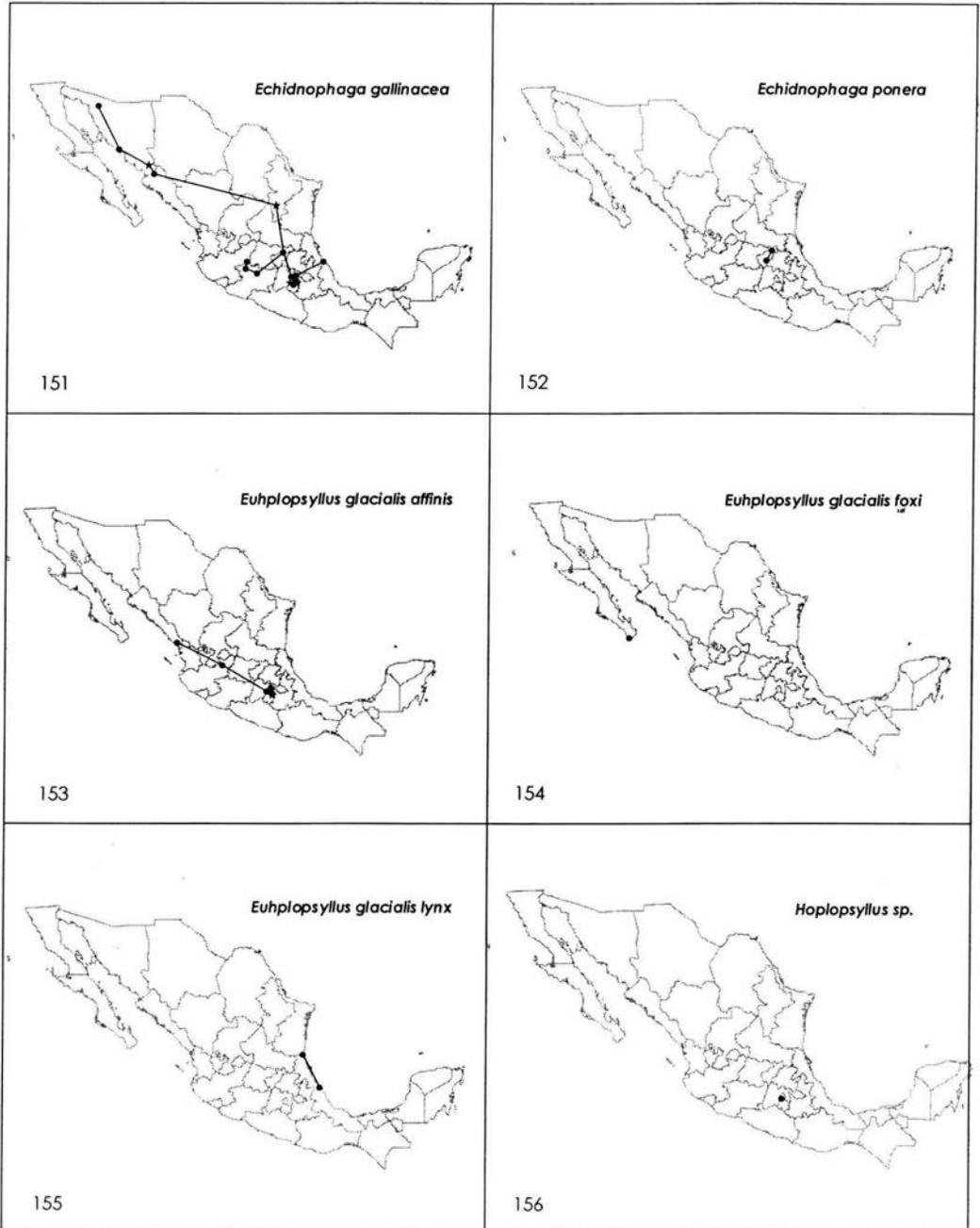


Figs. 145-150. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

* Tomado de bibliografía ○ Presfamo JMAM
 ● Datos de la colección del MZFC ● Presfamo IBMNH
 □ División Estatal ◆ Presfamo IBUNAM



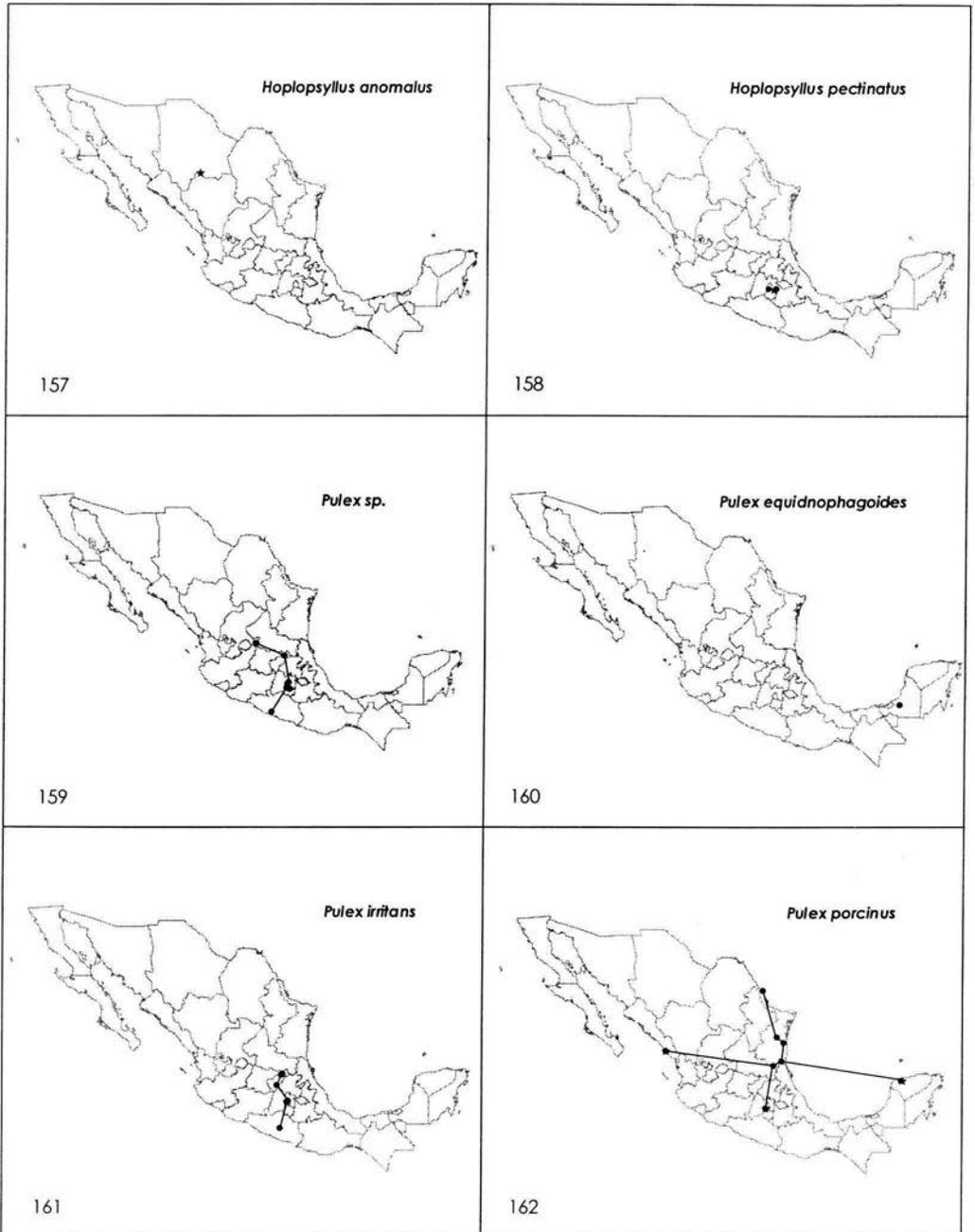
0 200 400 600 800 Kilometers



Figs. 151-156. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

- * Tomado de bibliografía
- Datos de la colección del MZFC
- División Estatal
- Prestituto JMM
- Prestituto NMNH
- ◆ Prestituto IBNAM



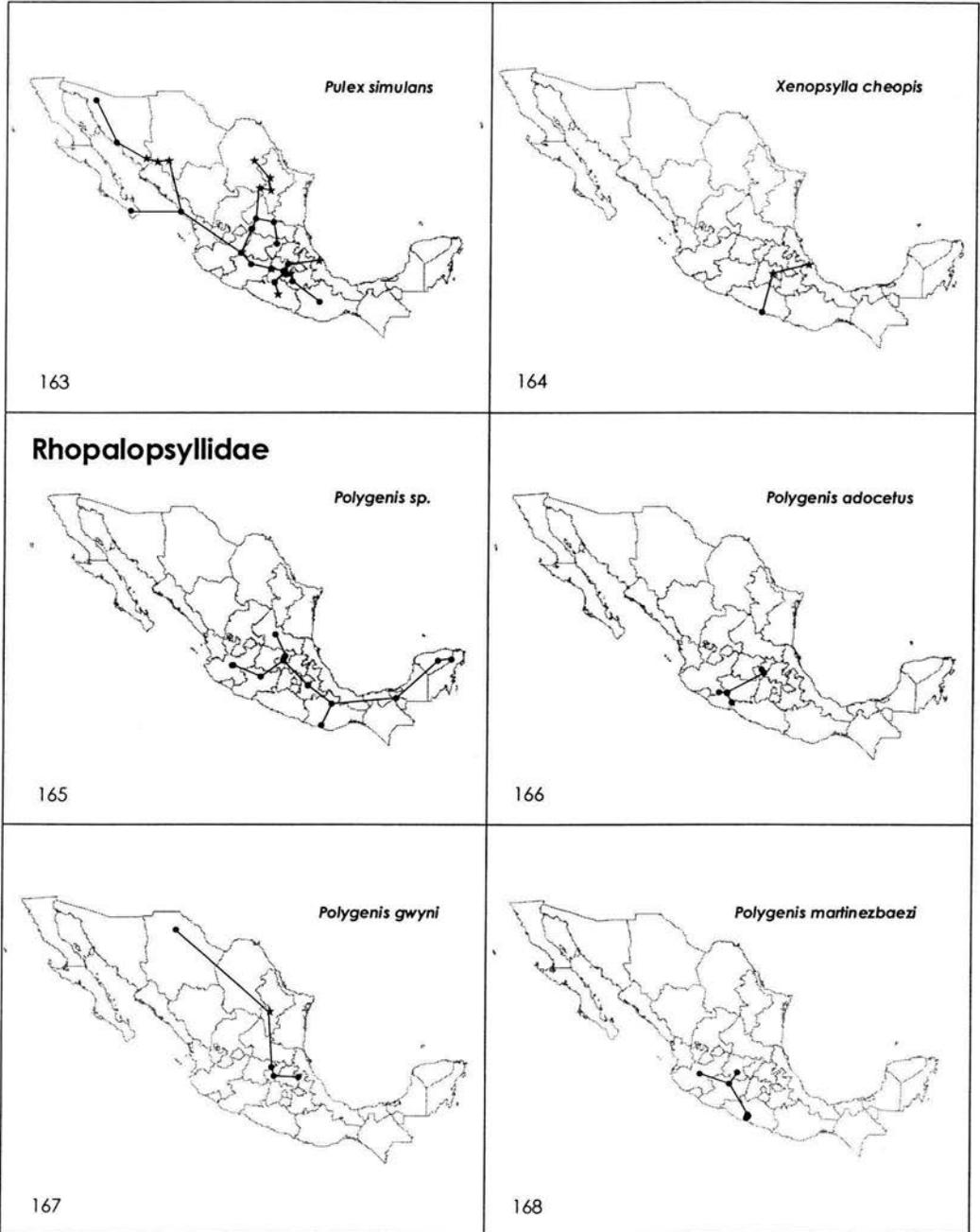


Figs. 157-162. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

* Tomado de bibliografía ○ Prestamo AMM
 ● Datos de la colección del MZFC ● Prestamo IBIMH
 □ División Estatal ◆ Prestamo IBUNAM



0 200 400 600 800 Kilometers

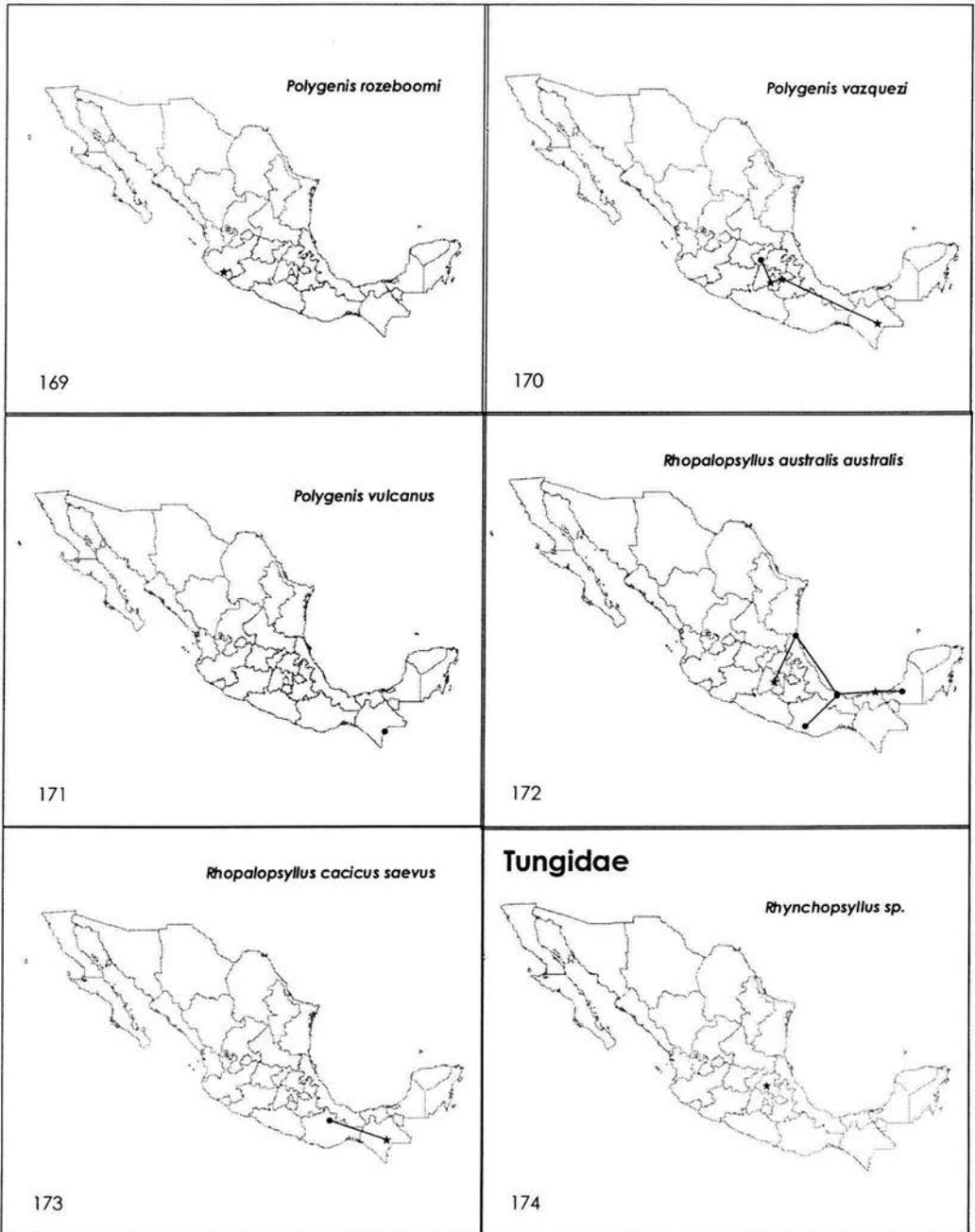


Figs. 163-168. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

- ★ Terminal de Biología
- Datos de la colección del MZFC
- División Estatal
- Prejamo AMM
- Prejamo NEMM
- ◆ Prejamo IUNAM



0 200 400 600 800 Kilometers

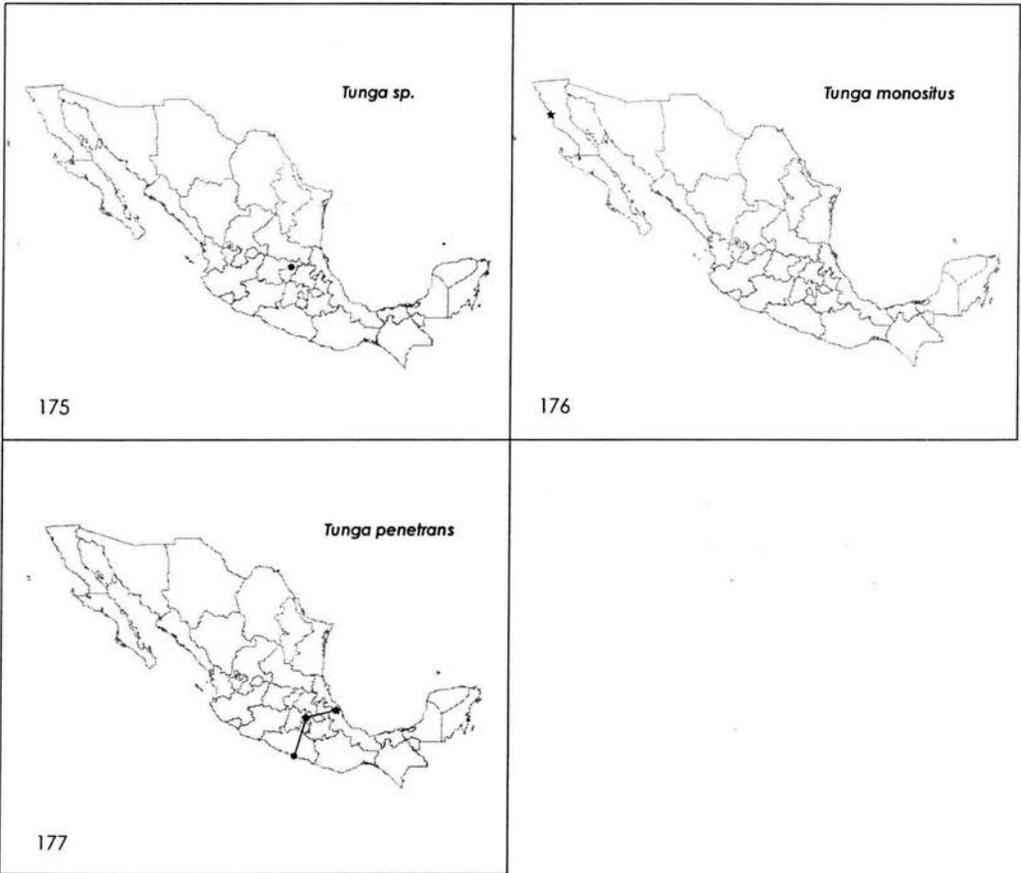


Figs. 169-177. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

* Tomado de bibliografía ○ Psalomo JMM
 ● Datos de la colección del MIFC ● Psalomo NMMH
 □ División Estatal + Psalomo IBUNAM



0 200 400 600 800 Kilometers



Figs. 175-177. Trazos individuales de pulgas con registros confirmados para México.

* Tomada de bibliografía
 ● Datos de la colección del MZFC
 □ División Estatal

○ Prestamo IMM
 ● Prestamo NMNH
 + Prestamo IBUNAM



0 200 400 600 800 Kilómetros

taxones: *Sternopsylla distincta texana* y *Echidnophaga gallinacea* (Figs. 138, 151).

Traza generalizado 8 (Fig. 179). Del centro oeste de Nuevo León al norte centro de San Luis Potosí (49, 79, 99, 101, 104, 117 y 52 que se une posteriormente, en el norte de Nuevo León). De donde algunos trazos cruzan el centro de Querétaro hasta el centro este del Distrito Federal (99, 104, 117). De origen Neártico/Neotropical. Ubicado entre las provincias biogeográficas de la Sierra Madre Oriental en su parte noroeste, centro este del Altiplano Sur y Eje Volcánico Transmexicano. Involucra los taxones: *Orchopeas neotomae*, *Oropsylla sp.*, *Ctenophthalmus pseudagyrtes*, *Corrodopsylla curvata lira*, *Hystrichopsylla sp.*, *Hystrichopsylla orophila* y *Stenoponia ponera*.

Traza generalizado 9 (Fig. 179). Del centro oeste de Nuevo León a la punta suroeste de Tamaulipas (136, 138, 148), donde posteriormente, surge un pequeño trazo horizontal al centro este de Querétaro (17, 21, 59, 136, 138, 150). De origen Neártico, atravesando las provincias biogeográficas de la Sierra Madre Oriental, desde su punta noreste, centro este del Altiplano Sur y centro oeste de la Sierra Madre Oriental. Involucra los taxones: *Jellisonia sp.*, *Jellisonia grayi*, *Pleochaetis mundus*, *Sternopsylla sp.*, *Sternopsylla distincta texana*, *Ctenocephalides felis* y *Echidnophaga sp.*

Traza generalizado 10 (Fig. 179). A partir del trazo anterior en el centro este de Querétaro hasta su frontera en el norte de Hidalgo (148, 159), de ahí hacia la punta norte del Distrito Federal (Figs. 147, 148, 159). Con origen Neártico/Neotropical, localizado entre las provincias biogeográficas de la Sierra Madre Oriental por su centro oeste, sureste del Altiplano Sur y su frontera con el centro oeste de la Sierra Madre Oriental. Involucra los taxones: *Ctenocephalides canis*, *Ctenocephalides felis* y *Pulex sp.*

Traza generalizado 11 (Fig. 179). Del centro oeste de Nuevo León hacia el noreste de San Luis Potosí (Figs. 13, 63, 80, 113, 115), donde posteriormente, dicho trazo se dirige hasta el este del Estado de México y su frontera con Puebla (63, 113, 115). De origen Neártico/Neotropical, localizado entre las provincias biogeográficas de la Sierra Madre Oriental de suroeste al oeste centro, su frontera con el centro este del altiplano Sur y el centro este del Eje Volcánico Transmexicano. Involucra los taxones: *Foxella ignota*, *Plusaetis asetus*, *Ctenophthalmus tecpin*, *Rhadinopsylla sp.* y *Rhadinopsylla mexicana*.

Traza generalizado 12 (Fig. 179). Pequeño trazo horizontal en el norte centro de Querétaro. De origen Neártico, localizado entre las provincias biogeográficas del Altiplano Sur, en su parte sureste y su frontera con el centro oeste de la Sierra Madre Oriental. Involucra los taxones: *Strepsylla sp.* y *Strepsylla tuluna* (Figs. 118, 125).

Traza generalizado 13 (Fig. 179). Atraviesa el estado de Querétaro del centro este al sureste. De origen Neártico, cruzando desde el este al centro la provincia biogeográfica de la Sierra Madre Oriental. Involucra los taxones: *Jellisonia hayesi*, *Jellisonia hayesi breviloba*, *Orchopeas bolivari* y *Orchopeas howardii* (Figs. 22, 23, 45, 47).

Traza generalizado 14 (Fig. 179). Desde el centro este de Jalisco al noroeste de Michoacán.

Con origen Neotropical, en el centro oeste de la provincia biogeográfica del Eje Volcánico Transmexicano. Involucra los taxones: *Polygenis sp.* y *Polygenis martinezbaezi* (Figs. 165, 168).

Traza generalizado 15 (Fig. 179). Desde el noreste de Jalisco hacia el suroeste de Querétaro. De origen Neártico, localizado al norte centro de la provincia biogeográfica del Eje Volcánico Transmexicano. Involucra los taxones: *Jellisonia bonia* y *Pleochaetis mundus* (Figs. 18, 59).

Traza generalizado 16 (Fig. 180). Parte del centro oeste michoacano hacia el sureste de Querétaro. De origen Neártico, entre el suroeste y norte centro de la provincia biogeográfica del Eje Volcánico Transmexicano. Involucra los taxones: *Jellisonia hayesi hayesi* y *Athyloceras sp.* (Figs. 24, 92).

Traza generalizado 17 (Fig. 180). Dicho traza está conformado por varios segmentos que se describen a continuación. El primer segmento se extiende por el sur de Jalisco y su frontera con el norte de Colima hasta el centro oeste de Michoacán (Figs. 26, 76, 123). A partir de este punto surge el siguiente segmento, que se dirige hacia el centro sur de Guerrero (Figs. 26, 40, 76), el tercer segmento va hacia el centro este de Guerrero (Figs. 26, 76, 94, 98), Un cuarto segmento se extiende a través del norte centro de Guerrero, hasta el centro oeste de Morelos (donde desaparece el traza 26) (Figs. 26, 66, 76, 82, 164). El quinto segmento se dirige hasta el noreste del Distrito Federal (Figs. 82, 164). De origen Neotropical, atravesando las siguientes provincias biogeográficas: suroeste a este del Eje Volcánico Transmexicano; Depresión del Balsas; el suroeste de la Sierra Madre del Sur, hasta el suroeste de la Sierra Madre del Sur atravesando el suroeste de la Sierra Madre del Sur, y del centro este al noreste de la Depresión del Balsas. Involucra los taxones: *Jellisonia klotsi*, *Opisodasys hollandi*, *Plusaetis mathesoni*, *Ctenophthalmus haagi*, *Anomiopsyllus sp.*, *Athyloceras multidentatus*, *alvarezii*, *Corrodopsylla barrerae*, *Strepsylla mina* y *Xenopsylla cheopis*

Traza generalizado 18 (Fig. 180). Pequeño traza en el centro de Guerrero, con dirección hacia el sur. De origen Neotropical, localizado al oeste de la provincia biogeográfica de la Sierra Madre del Sur. Involucra los taxones: *Kohlsia pelaezi*, *Opisodasys hollandi*, *Plusaetis ponsi* y *Strepsylla machadoi* (Figs. 35, 40, 67, 121).

Traza generalizado 19 (Fig. 180). Del centro de Querétaro al centro de Hidalgo. De origen Neotropical, localizado al sur de la provincia biogeográfica del Altiplano Sur. Involucra los taxones: *Orchopeas leucopus* y *Anomiopsyllus sinuatus* (Figs. 48, 90).

Traza generalizado 20 (Fig. 180). Este pequeño traza se extiende desde la punta suroeste de Querétaro a la punta este de Michoacán. Con origen Neotropical, localizado en el centro del Eje Volcánico Transmexicano. Involucra los taxones: *Pleochaetis mundus*, *Plusaetis dolens dolens* (*P. Parus*) y *Plusaetis mathesoni* (Figs. 59, 65, 66).

Traza generalizado 21 (Fig. 180). Del suroeste de Querétaro hacia el centro este del Estado de México. Con origen Neotropical, ubicado hacia el este del Eje Volcánico Transmexicano. Involucra los taxones: *Pleochaetis sp.* y *Leptopsylla segnis* (Figs. 58-139).

Traza generalizado 22 (Fig. 180). Desde el centro oeste de Michoacán hacia el Estado de México y su frontera con el oeste del Distrito Federal. Con origen Neotropical, atravesando el sur del Eje Volcánico Transmexicano de oeste a este. Involucra los taxones: *Pleochaetis paramundus* *Plusaetis sibynus jordani* *Corrodopsylla curvata lira* *Strepsylla mina* (Figs. 60, 69, 99, 123).

Traza generalizado 23 (Fig. 180). Del oeste a centro este del Estado de México, y sus fronteras con Michoacán y el Distrito Federal (Figs. 64, 66), de este punto se dirige hacia el centro sur del Distrito Federal (Figs. 26, 60, 64, 66, 125). Posteriormente el trazo tiene una ramificación, una parte se dirige hacia el sur del Distrito Federal y su frontera con el noroeste de Morelos (Figs. 26, 60, 64, 66, 125); la otra parte cruza por el noroeste del Distrito Federal, hasta el este del Estado de México (Figs. 26, 60, 64, 69, 123, 125, 146, 158). El trazo se divide nuevamente, una parte se dirige hacia el centro este del Estado de México (Figs. 26, 64, 125), y la otra hacia el sureste del estado de México y su frontera con Puebla (Figs. 76, 77). Con origen Neotropical, atravesando de sureste a noreste la provincia biogeográfica del Eje Volcánico Transmexicano. Involucra los taxones: *Jellisonia klotsi*, *Pleochaetis paramundus*, *Plusaetis aztecus*, *Plusaetis mathesoni*, *Plusaetis sibynus jordani*, *Strepsylla mina*, *Strepsylla tuluna*, *Cediopsylla tepolita* y *Hoplopsyllus pectinatus* (Figs. 60, 64).

Traza generalizado 24 (Fig. 180). De noreste a este en el Distrito Federal (Figs. 76, 77), donde se agregan dos trazos más que llegan hasta el norte centro de dicho estado (Figs. 149, 151), donde el trazo generalizado se bifurca, una parte se inclina hacia el noreste del Distrito Federal (Figs. 23, 145, 151) y la otra hacia el este del mismo estado. De origen Neotropical, localizado al noreste de la provincia biogeográfica del Eje Volcánico Transmexicano. Involucra los taxones: *Jellisonia hayesi breviloba*, *Ctenophthalmus haagi*, *Ctenophthalmus micropus*, *Ctenocephalides felis felis* y *Echidnophaga gallinacea* (Figs. 76, 77).

Traza generalizado 25 (Fig. 181). Desde el noreste Michoacano hasta el Estado de México y su frontera suroeste con el Distrito Federal. De origen Neotropical, atravesando las provincias biogeográficas del Eje Volcánico Transmexicano en su parte centro sur y la Depresión del Balsas. Involucra los taxones: *Hystrichopsylla orophila* y *Rhadinopsylla* sp. (Figs. 104, 113).

Traza generalizado 26 (Fig. 181). Parte del centro de Guerrero hacia el norte del mismo estado. De origen Neotropical, atravesando Depresión del Balsas de sur a centro. Involucra los taxones: *Jellisonia hayesi* y *Strepsylla* sp. (Figs. 22, 118).

Traza generalizado 27 (Fig. 181). Del centro sur en el Distrito Federal al este del Estado de México. De origen Neotropical, ubicado en el este de la provincia biogeográfica del Eje Volcánico Transmexicano. Involucra los taxones: *Dactylopsylla megasoma* y *Rhadinopsylla* sp. (Figs. 8, 113).

Traza generalizado 28 (Fig. 181). Del centro de Guerrero al sureste del Estado de México. De origen Neotropical, incluye las provincias biogeográficas de la Sierra Madre del Sur en su parte oeste, el este de la Depresión del Balsas y el sureste del Eje Volcánico Transmexicano.

Involucra los taxones: *Kohlsia* sp. y *Ctenophthalmus* sp. (Figs. 28, 72).

Traza generalizado 29 (Fig. 181). Traza vertical en el este del Estado de México. De origen Neotropical, localizado al este del Eje Volcánico Transmexicano. Involucra los taxones: *Kohlsia* sp. *Oropsylla montana montana* y *Rhadinopsylla fraterna* (Figs. 28, 57, 114).

Traza generalizado 30 (Fig. 181). De oeste a este en el Distrito Federal hacia el sureste del Estado de México. De origen Neotropical, localizado al sureste de la provincia biogeográfica del Eje Volcánico Transmexicano. Involucra los taxones: *Ctenophthalmus caballeroi* y *Hystrichopsylla orophila* (Figs. 73, 104).

Traza generalizado 31 (Fig. 181). Parte del este del Estado de México hacia el norte centro de Oaxaca (Figs. 28, 76), posteriormente se les une un pequeño trazo cerca del centro norte de Oaxaca (Figs. 31, 32, 61, 68, 76, 101). De origen Neotropical, atravesando el sureste de la provincia biogeográfica del Eje Volcánico Transmexicano y el sur de la Provincia oaxaqueña. Involucra los taxones: *Jellisonia klotsi*, *Kohlsia keenani*, *Kohlsia martíni*, *Plusaetis* sp., *Plusaetis sibynus*, *Ctenophthalmus haagi* y *Hystrichopsylla* sp.

Traza generalizado 32 (Fig. 181). Localizado al norte centro de Oaxaca. De origen Neotropical, entre el sureste de la provincia Oaxaqueña y el suroeste de la provincia biogeográfica del Golfo de México. Involucra los taxones: *Myodopsylla globata* y *Rhopalopsyllus cacicus saevus* (Figs. 131, 173).

Traza generalizado 33 (Fig. 181). Entre el centro sur de Puebla y el norte de Oaxaca. Con origen Neotropical, justo al sureste de la provincia biogeográfica del Eje Volcánico Transmexicano y el sureste de la Provincia Oaxaqueña. Involucra los taxones: *Jellisonia hayesi* y *Ctenophthalmus* sp. (Figs. 22, 72).

Traza generalizado 34 (Fig. 181). Del este del Distrito Federal al centro de Veracruz. De origen Neotropical, atravesando las provincias biogeográficas del Eje Volcánico Transmexicano por su parte noreste y la Sierra Madre Oriental hasta el centro del Golfo de México. Involucra los taxones: *Plusaetis aztecus* y *Tunga penetrans* (Figs. 64, 177).

Trazo individual (mapa)	Género, Especie/subespecie	Trazos generalizados																																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34			
69	<i>Plusaetis sibynus jordani</i>																																					
72	<i>Ctenophthalmus sp.</i>																																					
73	<i>Ctenophthalmus caballeroi</i>																																					
76	<i>Ctenophthalmus haagi</i>																																					
77	<i>Ctenophthalmus micropus</i>																																					
79	<i>Ctenophthalmus pseudagyrtis</i>																																					
80	<i>Ctenophthalmus tecpin</i>																																					
82	<i>Anomiopsyllus sp.</i>																																					
90	<i>Anomiopsyllus sinuatus</i>																																					
92	<i>Atyphloceras sp.</i>																																					
94	<i>Atyphloceras multidentatus alvarezi</i>																																					
98	<i>Corrodopsylla barrerae</i>																																					
99	<i>Corrodopsylla curvata lira</i>																																					
101	<i>Hystrihopsylla sp.</i>																																					
104	<i>Hystrihopsylla orophila</i>																																					
105	<i>Meringis sp.</i>																																					
106	<i>Meringis altipecten</i>																																					
113	<i>Rhadinopsylla sp.</i>																																					
114	<i>Rhadinopsylla fraterna</i>																																					
115	<i>Rhadinopsylla mexicana</i>																																					
117	<i>Stenoponia ponera</i>																																					
118	<i>Strepsylla sp.</i>																																					
121	<i>Strepsylla machadoi</i>																																					
123	<i>Strepsylla mina</i>																																					
125	<i>Strepsylla tuluna</i>																																					
131	<i>Myodopsylla globata</i>																																					
136	<i>Sternopsylla sp.</i>																																					
138	<i>Sternopsylla distincta texana</i>																																					
139	<i>Leptopsylla segnis</i>																																					
146	<i>Cedioopsylla tepolita</i>																																					
147	<i>Ctenocephalides canis</i>																																					
148	<i>Ctenocephalides felis</i>																																					
149	<i>Ctenocephalides felis felis</i>																																					
150	<i>Echidnophaga sp.</i>																																					

Trazo individual (mapa)	Género, Especie/subespecie	Trazos generalizados																																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34			
151	<i>Echidnophaga gallinacea</i>		■				■	■	■																	■	■											
158	<i>Hoplopsyllus pectinatus</i>																								■	■												
159	<i>Pulex sp.</i>									■																												
163	<i>Pulex simulans</i>		■				■																															
164	<i>Xenopsylla cheopis</i>																		■																			
165	<i>Polygenis sp.</i>																																					
168	<i>Polygenis martinezbaezi</i>														■																							
173	<i>Rhopalopsyllus cacicus saevus</i>																																				■	
177	<i>Tunga penetrans</i>																																					■

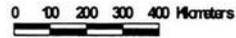


Figura 178. Trazos generalizados 1 a 7 con base en el mapa de la República Mexicana (Información cartográfica CONABIO 1998).

□ División Estatal



63



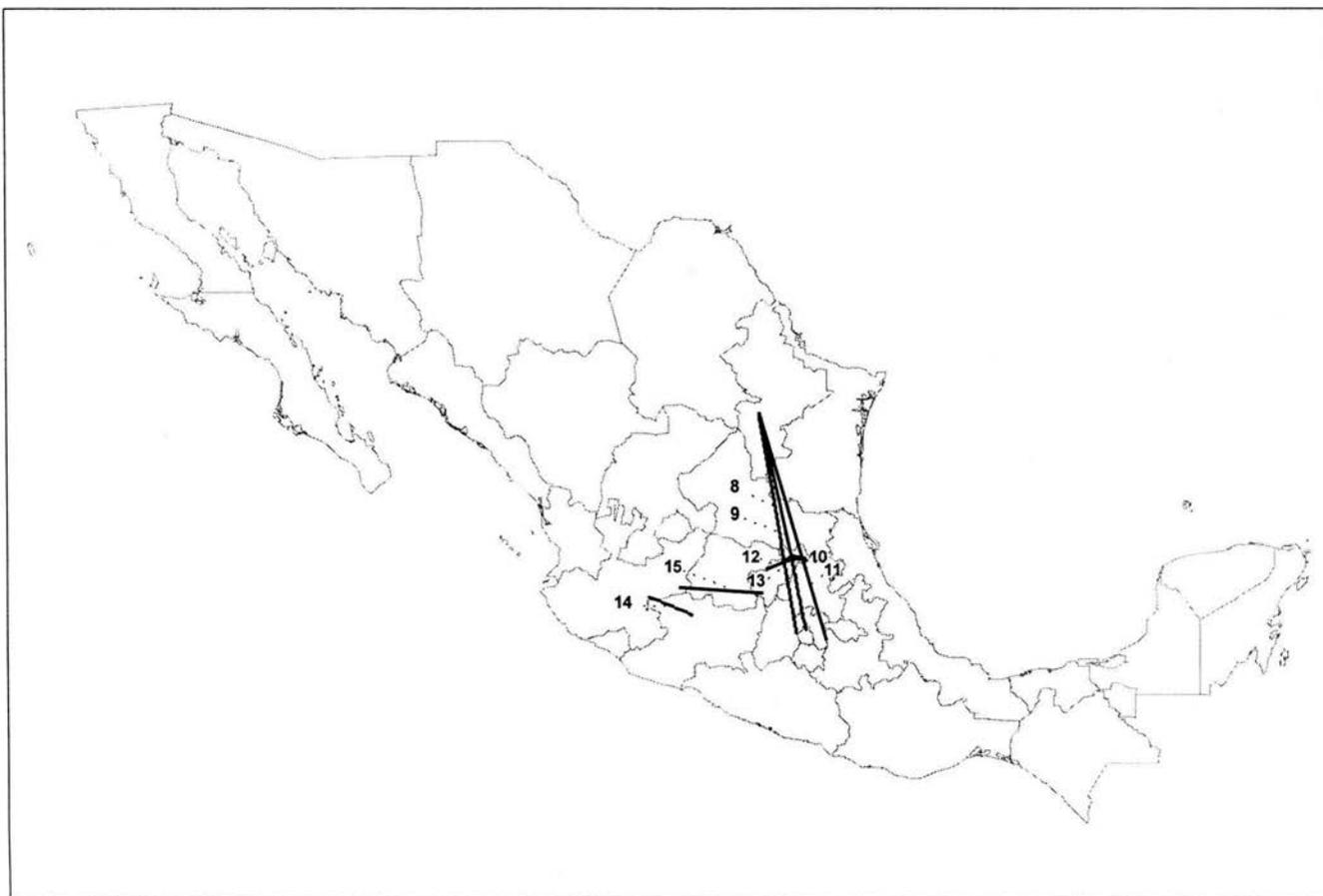
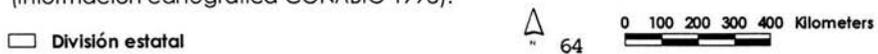


Figura 179. Trazos generalizados 8 a 15 con base en el mapa de la República Mexicana (Información cartográfica CONABIO 1998).



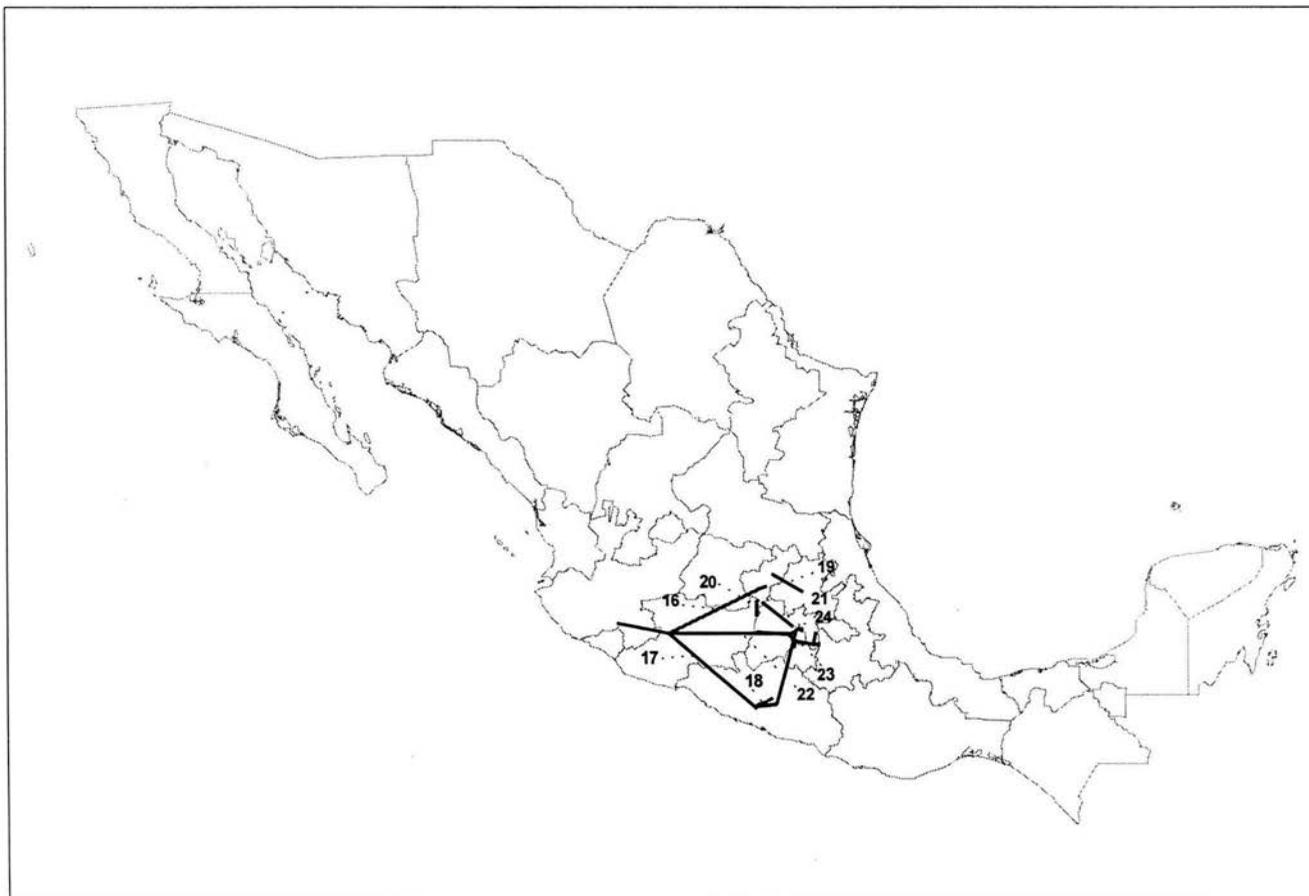


Figura 180. Trazos generalizados 16 a 24 con base en el mapa de la República Mexicana (Información cartográfica CONABIO 1998).

□ División Estatal



0 100 200 300 400 Kilometers

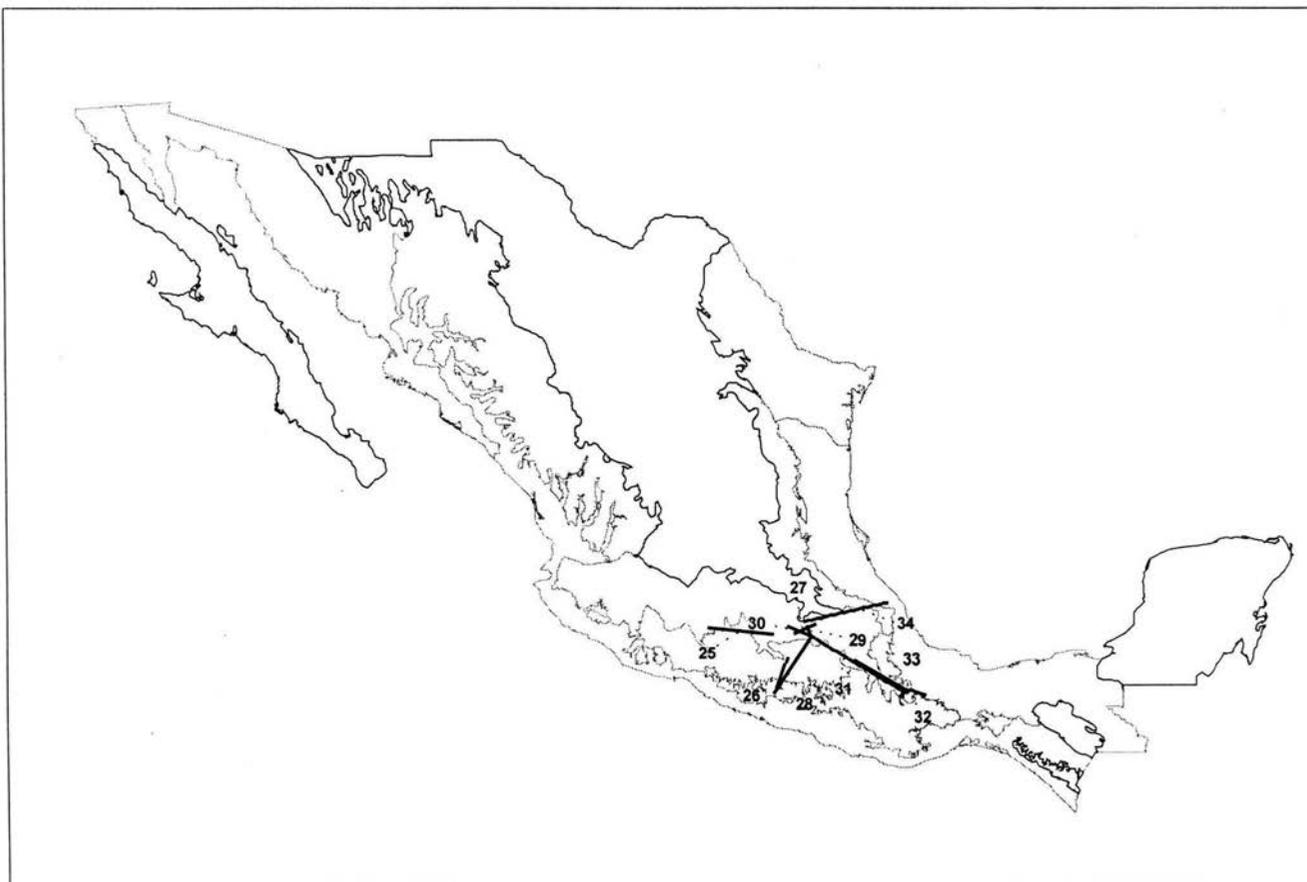


Figura 181. Trazos generalizados 25 a 34 con base en el mapa de la República Mexicana (Información cartográfica CONABIO 1998).

□ División Estatal



66

0 100 200 300 400 Kilometers

Nodos panbiogeográficos

Tras la superposición de los trazos generalizados, se detectaron 26 nodos en los que participan 72 especies (Cuadro 4 y 4a): ocho en la región Neártica, seis en la Zona de Transición Mexicana entre Neártico y Neotropical, y doce netamente neotropicales (Figs. 182 y 183).

Nodo 1. Ubicado en la costa centro oeste del desierto Sonorense. De origen Neártico. Intervienen los trazos generalizados 1 y 2

Nodo 2. Se localiza hacia el centro de Nuevo León. De origen Neártico, en el límite centro oeste de la provincia biogeográfica de la Sierra Madre Oriental. Se forma a partir de los trazos generalizados 3, 8, 9 y 11.

Nodo 3. Se localiza en el centro oeste de Querétaro. De origen Neártico, con límite en la provincia biogeográfica de la Sierra Madre Oriental. Intervienen los trazos generalizados 6, 7, 9, 12, y 13

Nodo 4. Se ubica al suroeste de Querétaro. Con origen Neártico, en el centro oeste de la provincia biogeográfica de la Sierra Madre Oriental. Lo conforman los trazos generalizados 9 y 10.

Nodo 5. Ubicado al centro sur de Querétaro. Con origen Neártico, en la frontera suroeste de provincia biogeográfica de la Sierra Madre Oriental. Intervienen los trazos 10 y 13.

Nodo 6. Ubicado al sureste de Querétaro. De origen Neártico, localizado en la provincia biogeográfica de la Sierra Madre Oriental. Está conformado por los trazos 9, 11 y 13.

Nodo 7. Se localiza en el este centro de Querétaro. Con origen Neártico, hacia la provincia del sur del Altiplano Sur. Entre los trazos generalizados 7, 8 y 19,

Nodo 8. Se localiza al centro oeste del Estado de México. Con origen Neártico, localizado en el sur de provincia biogeográfica del Altiplano Sur. Intervienen los trazos generalizados 10 y 19.

Nodo 9. Se localiza en la Punta norte del Distrito Federal. De origen Neártico-Neotropical, ubicado al noreste de provincia biogeográfica del Eje Volcánico Transmexicano. Formado por los trazos 7, 10 y 24.

Nodo 10. Se ubica al este del Estado de México y su frontera con Tlaxcala. Con origen Neártico-Neotropical, localizado al noreste de la provincia biogeográfica del Eje Volcánico Transmexicano. Intervienen los trazos 11 y 33.

Nodo 11. Ubicado al este del Estado de México y su frontera con el este de Hidalgo. Con origen Neártico-Neotropical, se localiza al este de la provincia biogeográfica del Eje Volcánico Transmexicano. Está formado por los trazos 11, 23 y 27.

Nodo 12. En el este del Estado de México y su frontera con el Distrito Federal en su parte este.

Con origen Neártico-Neotropical, ubicado hacia el centro de la provincia biogeográfica del Eje Volcánico Transmexicano. Se forma por los trazos 27 y 29.

Nodo 13. Se localiza en la punta sureste del Estado de México. Con origen Neotropical, ubicado al sureste de la provincia biogeográfica del Eje Volcánico Transmexicano. Se forma por los trazos 23, 28, 29, 30 y 31.

Nodo 14. Se forma por los trazos 27 y 30. en el centro sur del Distrito Federal, en el este de la provincia biogeográfica del Eje Volcánico Transmexicano. Neotropical.

Nodo 15. Hacia el centro sur del Distrito Federal. Con origen Neotropical, al este del Eje Volcánico Transmexicano. Se forma por los trazos 23 y 27.

Nodo 16. Se localiza al suroeste del distrito Federal. Con origen Neotropical, ubicado al este del Eje Volcánico Transmexicano. Se forma por los trazos 23 y 17.

Nodo 17. Al sur oeste del Distrito Federal. Con origen Neotropical, ubicado al este del Eje Volcánico Transmexicano. Se forma por los trazos 30 y 17.

Nodo 18. Se localiza en la frontera centro oeste del Distrito Federal. Con origen Neotropical, localizado en el este del Eje Volcánico Transmexicano. Se forma por los trazos 8, 22, 23, 24 y 30.

Nodo 19. Hacia el sur del Estado de México. De origen Neártico-Neotropical, se ubica en el sureste del Eje Volcánico Transmexicano. Se forma por los trazos 8 y 21.

Nodo 20. Se ubica hacia el centro sur de Querétaro. De origen Neártico-Neotropical, se localiza al norte centro del Eje Volcánico Transmexicano. Se forma por los trazos 15 y 16.

Nodo 21. Se localiza hacia el centro de Michoacán. Ubicado en la región Neotropical, en el suroeste del Eje Volcánico Transmexicano. Se forma por los trazos 22 y 25.

Nodo 22. Localizado en el centro oeste de Michoacán. De origen Neotropical, se encuentra hacia el suroeste del Eje Volcánico Transmexicano. Se forma por los trazos 16, 17, y 22.

Nodo 23. Ubicado en el centro de Guerrero. Con origen Neotropical, se encuentra en el noroeste de la Sierra Madre del Sur. Se forma por los trazos 17 y 26.

Nodo 24. Ubicado en el centro de Guerrero . De origen Neotropical, ubicado hacia el centro este de la provincia biogeográfica de la Sierra Madre del Sur. Se forma por los trazos 17 y 28.

Nodo 25. Se ubica hacia el centro sur de Guerrero. De origen Neotropical, localizado al sureste de la provincia biogeográfica de la Sierra Madre del Sur. Se forma por los trazos 17 y 18.

Nodo 26. Se ubica al sureste de Oaxaca. De origen Neotropical, localizado al sur de la provincia oaxaqueña. Se forma por los trazos 31, 32 y 34.

Cuadro 4. Taxones analizados por trazo generalizado y nodo en que participa cada una de ellos.

Mapa	Especies por trazo generalizado	Nodos																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	Trazo 1	■																									
48	<i>Orchopeas leucopus</i>																										
105	<i>Meringis sp.</i>																										
	Trazo 2																										
151	<i>Echidnophaga gallinacea</i>																										
163	<i>Pulex simulans</i>																										
	Trazo 3		■																								
16	<i>Foxella mexicana</i>																										
42	<i>Opisodasys robustus</i>																										
46	<i>Orchopeas fulleri</i>																										
117	<i>Stenoponia ponera</i>																										
	Trazo 4																										
77	<i>Ctenophthalmus micropus*</i>																										
90	<i>Anomiopsyllus sinuatus*</i>																										
	Trazo 5																										
82	<i>Anomiopsyllus sp.*</i>																										
106	<i>Meringis altipecten*</i>																										
	Trazo 6			■																							
151	<i>Echidnophaga gallinacea</i>																										
163	<i>Pulex simulans</i>																										
	Trazo 7																										
138	<i>Sternopsylla distincta texana</i>								■																		
151	<i>Echidnophaga gallinacea</i>									■																	
	Trazo 8																										
49	<i>Orchopeas neotomae</i>			■																							
52	<i>Oropsylla sp.</i>																										
79	<i>Ctenophthalmus pseudagyrtes</i>																										
99	<i>Carrodopsylla curvata lira</i>																										
101	<i>Hystrichopsylla sp.</i>																										
104	<i>Hystrichopsylla orophila</i>																										
117	<i>Stenoponia ponera</i>																										
	Trazo 9																										
17	<i>Jellisonia sp.</i>																										
21	<i>Jellisonia grayi</i>																										
59	<i>Pleochaetis mundus</i>																										

Mapa	Especies por trazo generalizado	Nodos																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
136	<i>Sternopsylla</i> sp.		■	■	■	■	■																					
138	<i>Sternopsylla distincta texana</i>		■	■	■	■	■																					
148	<i>Ctenocephalides felis</i>		■	■	■	■	■																					
150	<i>Echidnophaga</i> sp.		■	■	■	■	■																					
	Trazo 10																											
147	<i>Ctenocephalides canis</i>								■	■	■																	
148	<i>Ctenocephalides felis</i>								■	■	■																	
159	<i>Pulex</i> sp.								■	■	■																	
	Trazo 11																											
13	<i>Foxella ignota</i>		■	■																								
63	<i>Plusaetis aetuis</i>		■	■																								
80	<i>Ctenophthalmus tecpin</i>		■	■																								
113	<i>Rhadinopsylla</i> sp.		■	■																								
115	<i>Rhadinopsylla mexicana</i>		■	■																								
	Trazo 12																											
118	<i>Strepsylla</i> sp.			■	■	■	■																					
125	<i>Strepsylla tuluna</i>			■	■	■	■																					
	Trazo 13																											
22	<i>Jellisonia hayesi</i>																											
23	<i>Jellisonia hayesi breviloba</i>																											
45	<i>Orchopeas bolivari</i>																											
47	<i>Orchopeas howardii</i>																											
	Trazo 14																											
165	<i>Polygenis</i> sp.*																											
168	<i>Polygenis martinezbaezi*</i>																											
	Trazo 15																											
18	<i>Jellisonia bonia</i>																											
59	<i>Pleochaetis mundus</i>																											
	Trazo 16																											
24	<i>Jellisonia hayesi hayesi</i>																											
92	<i>Atyphloceras</i> sp.																											
	Trazo 17																											
26	<i>Jellisonia klotsi</i>																											
40	<i>Opisodasys hollandi</i>																											
66	<i>Plusaetis mathesoni</i>																											
76	<i>Ctenophthalmus haagi</i>																											

Mapa	Especies por trazo generalizado	Nodos																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
82	<i>Anomiopsyllus</i> sp.																										
94	<i>Athyloceras multidentatus alvarezi</i>																										
98	<i>Corrodopsylla barrerai</i>																										
123	<i>Strepsylla mina</i>																										
164	<i>Xenopsylla cheopis</i>																										
	Trazo 18																										
35	<i>Kohisia pelaezi</i>																										
40	<i>Opisodasys hollandi</i>																										
67	<i>Plusaetis ponsi</i>																										
121	<i>Strepsylla machadoi</i>																										
	Trazo 19																										
48	<i>Orchopeas leucopus</i>																										
90	<i>Anomiopsyllus sinuatus</i>																										
	Trazo 20																										
59	<i>Pleochaetis mundus*</i>																										
65	<i>Plusaetis dolens dolens</i> (P. Parus)*																										
66	<i>Plusaetis mathesoni*</i>																										
	Trazo 21																										
58	<i>Pleochaetis</i> sp.																										
139	<i>Leptopsylla segnis</i>																										
	Trazo 22																										
60	<i>Pleochaetis paramundus</i>																										
69	<i>Plusaetis sibynus jordani</i>																										
99	<i>Corrodopsylla curvata lira</i>																										
123	<i>Strepsylla mina</i>																										
	Trazo 23																										
26	<i>Jellisonia klotsi</i>																										
60	<i>Pleochaetis paramundus</i>																										
64	<i>Plusaetis aztecus</i>																										
66	<i>Plusaetis mathesoni</i>																										
69	<i>Plusaetis sibynus jordani</i>																										
123	<i>Strepsylla mina</i>																										
125	<i>Strepsylla tuluna</i>																										
146	<i>Cediopsylla tepolita</i>																										
158	<i>Hoplopsyllus pectinatus</i>																										
	Trazo 24																										

Mapa	Especies por trazo generalizado	Nodos																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
23	<i>Jellisonia hayesi breviloba</i>																											
76	<i>Ctenophthalmus haagi</i>																											
77	<i>Ctenophthalmus micropus</i>																											
149	<i>Ctenocephalides felis felis</i>																											
151	<i>Echidnophaga gallinacea</i>																											
	Trazo 25																											
104	<i>Hystrichopsylla orophila</i>																											
113	<i>Rhadinopsylla sp.</i>																											
	Trazo 26																											
22	<i>Jellisonia hayesi</i>																											
118	<i>Strepsylla sp.</i>																											
	Trazo 27																											
8	<i>Dactylopsylla megasoma</i>																											
113	<i>Rhadinopsylla sp.</i>																											
	Trazo 28																											
28	<i>Kohlsia sp.</i>																											
72	<i>Ctenophthalmus sp.</i>																											
	Trazo 29																											
28	<i>Kohlsia sp.</i>																											
57	<i>Oropsylla montana montana</i>																											
114	<i>Rhadinopsylla fraterna</i>																											
	Trazo 30																											
73	<i>Ctenophthalmus caballeri</i>																											
104	<i>Hystrichopsylla orophila</i>																											
	Trazo 31																											
26	<i>Jellisonia klotsi</i>																											
31	<i>Kohlsia keenani</i>																											
32	<i>Kohlsia martini</i>																											
61	<i>Plusaetis sp.</i>																											
68	<i>Plusaetis sibynus</i>																											
76	<i>Ctenophthalmus haagi</i>																											
101	<i>Hystrichopsylla sp.</i>																											
	Trazo 32																											
131	<i>Myodopsylla globata</i>																											
173	<i>Rhopalopsyllus cacicus saevus</i>																											

Mapa	Especies por trazo generalizado	Nodos																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
	Trazo 33																											
22	<i>Jellisonia hayesi</i>																											
72	<i>Ctenophthalmus sp.</i>																											
	Trazo 34																											
64	<i>Plusaetis aztecus</i>																											
177	<i>Tunga penetrans</i>																											
*Especies que no intervienen en ningun nodo.																												

Cuadro 4a. Trazo generalizado por trazos individuales y nodos en los que participa cada uno, incluyendo afinidad por trazo.

Trazo Generalizado	Afinidad geográfica del Trazo generalizado	Trazo individual	Nodo
1	Neártica	48, 105	1
2	Neártica	151, 163	1
3	Neártica	16, 42, 46, 117	2
4	Neártica	77, 90	-----
5	Neártica	82, 106	-----
6	Neártica	151, 163	3
7	Neártica/Neotropical	138, 151	3, 7, 9
8	Neártica/Neotropical	49, 52, 79, 99, 101, 104, 117	2, 7, 18, 19
9	Neártica	17, 21, 59, 136, 138, 148, 150	2, 3, 4, 5, 6
10	Neártica/Neotropical	147, 148, 159	4, 8, 9
11	Neártica/Neotropical	13, 63, 80, 113, 115	2, 6, 10, 11
12	Neártica	118, 125	3
13	Neártica	22, 23, 45, 47	3, 5, 6
14	Neotropical	165, 168	-----
15	Neártica	18, 59	20
16	Neártica	24, 92	20, 22
17	Neotropical	26, 40, 66, 76, 82, 94, 98, 123, 164	16, 17, 22, 23, 24, 25
18	Neotropical	35, 40, 67, 121	25
19	Neotropical	48, 90	7, 8
20	Neotropical	59, 65, 66	-----
21	Neotropical	58, 139	19
22	Neotropical	60, 69, 99, 123	18, 21, 22
23	Neotropical	26, 60, 64, 66, 69, 123, 125, 146, 158	11, 13, 15, 16, 18
24	Neotropical	23, 76, 77, 149, 151	9, 18
25	Neotropical	104, 113	21
26	Neotropical	22, 118	23
27	Neotropical	8, 113	11, 12, 14, 15
28	Neotropical	28, 72	13, 24
29	Neotropical	28, 57, 114	12, 13
30	Neotropical	73, 104	13, 14, 17, 18
31	Neotropical	26, 31, 32, 61, 68, 76, 101	13, 26
32	Neotropical	131, 173	26
33	Neotropical	22, 72	10
34	Neotropical	64, 177	26

Complementariedad

Aplicando el método de complementariedad a los nodos obtenidos, considerando como complemento total 72 (número de especies que participan en los 26 nodos), se obtuvieron los complementos residuales por nodo (diferencia entre el complemento total y el total de especies por nodo). Las áreas con mayor riqueza de especies las conforman los nodos 18 (con 45 especies residuales), 2 y 13 (con 49 especies residuales), 16 (con 54 especies residuales) y tres (con 55 especies residuales). Dichas áreas podrían ser tomadas como prioritarias para la conservación (Cuadro 5).

Cuadro 5. Complementos residuales por nodo.

Nodos	Número total de especies por nodo	Complemento residual
1	4	68
2	23	49
3	17	55
4	10	62
5	7	65
6	16	56
7	11	61
8	5	67
9	10	62
10	7	65
11	16	56
12	5	67
13	23	49
14	4	68
15	11	61
16	18	54
17	11	61
18	27	45
19	9	63
20	4	68
21	6	66
22	15	57
23	11	61
24	11	61
25	13	59
26	11	61

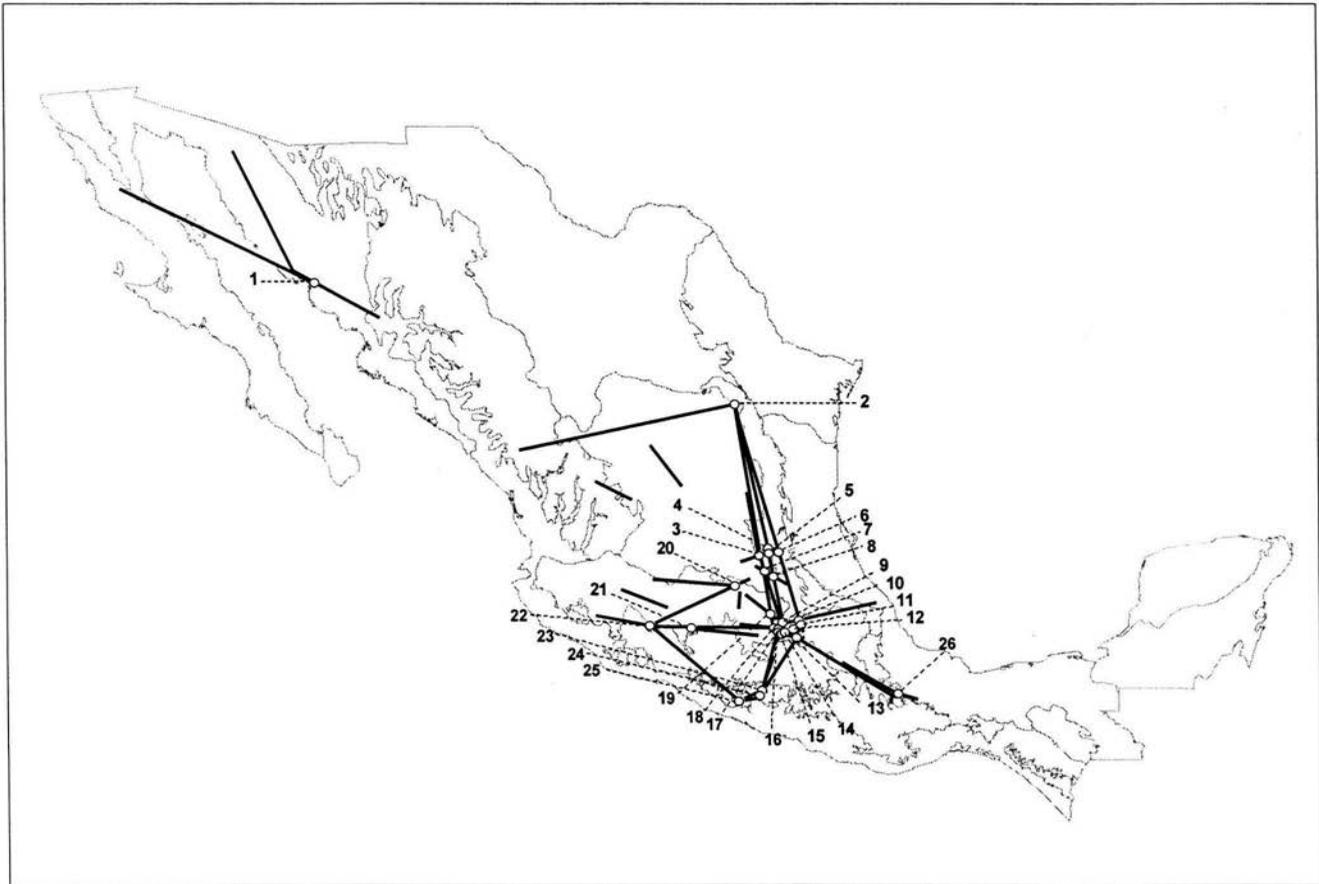


Figura 182. Nodos panbiogeográficos con base en el mapa de provincias biogeográficas (Información cartográfica CONABIO 1998).

- Nodos panbiogeográficos
- Provincias biogeográficas



76

0 100 200 300 400 Kilometers

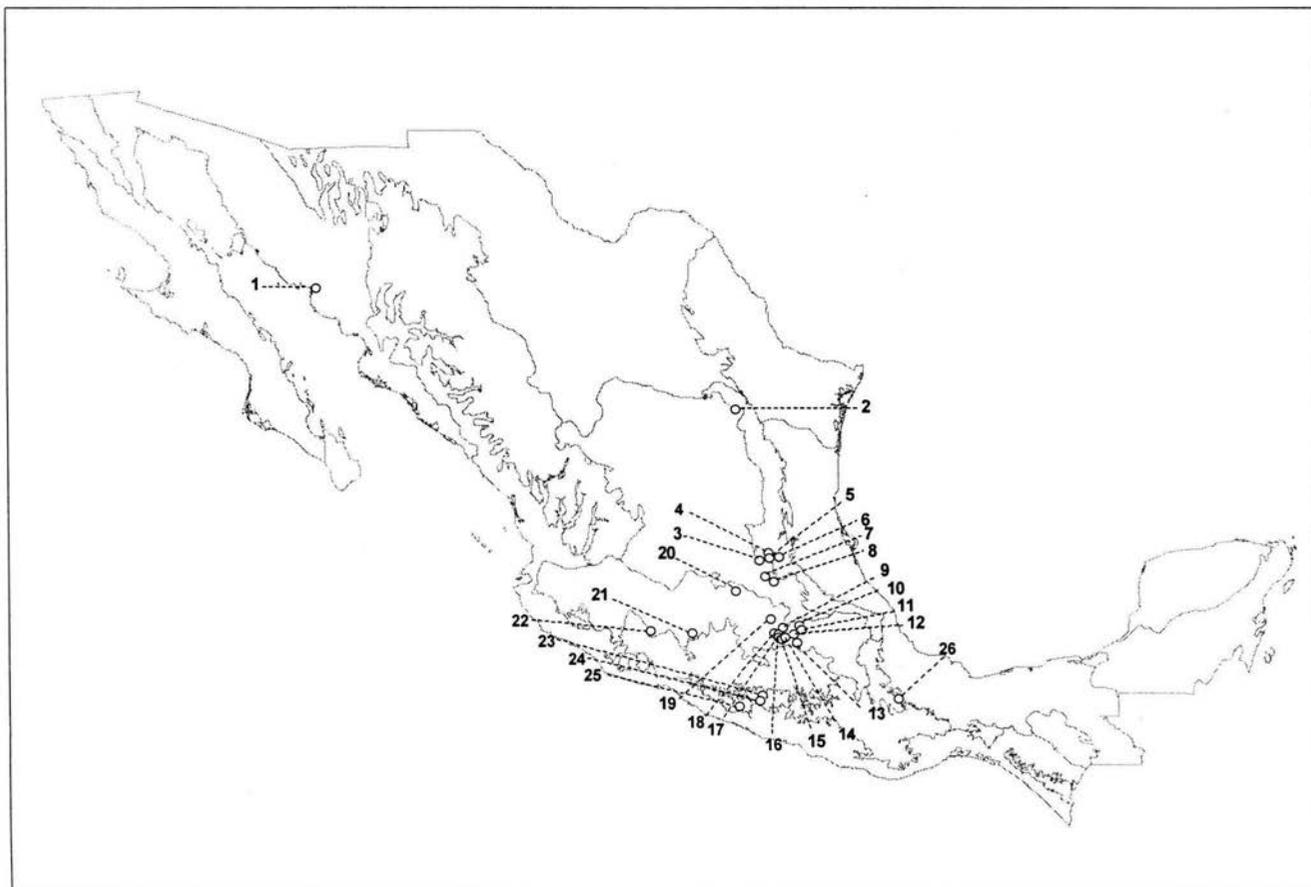


Figura 183. 26 Nodos panbiogeográficos obtenidos con base en el mapa de provincias biogeográficas (Información cartográfica CONABIO 1998).

- Nodos panbiogeográficos
- Provincias biogeográficas



77

0 100 200 300 400 Kilometers

Discusión

Aunque sabemos que en las regiones tropicales se concentra un gran número de especies, también es sabido que los endemismos son más numerosos en el Eje Volcánico Transmexicano. Tal caso sucede para los Siphonaptera y sus huéspedes roedores.

Un alto porcentaje de las pulgas de roedores registradas en el país, son endémicas de Mesoamérica y la mayoría de ellas pertenecen a la familia Ceratophyllidae (Morales y Lorente, 1986; Ponce, 1988). Lo anterior se manifiesta debido a que la familia Ceratophyllidae representa más de la mitad de las especies registradas para el país. Este hecho se confirma en este análisis, ya que el número de taxones de ceratofilidos en roedores es elevado en relación con los otros taxones colectados, demostrando una importante coincidencia con varios estudios pulicofaunísticos de diversas zonas del país, donde se ha encontrado una amplia diversidad de Ceratofilidos entre los 1800 hasta 2100 msnm aproximadamente (Pérez, 1976; Ponce y Lorente, 1993; Ponce y Rodríguez 1993), franja coincidente con la más frecuente ocupada por los *Peromyscus*, sus principales huéspedes.

Dentro de las pulgas, las familias Ceratophyllidae y Pulicidae son las que parasitan más órdenes de mamíferos (Arctiodactyla, Carnívora, Chiroptera, Insectívora, Lagomorpha, Marsupialia y Rodentia para la primera y Arctiodactyla, Carnívora, Lagomorpha, Marsupialia, Primates y Rodentia y Xanarthra para la segunda), mientras que la familia Ctenophthalmidae parasita a Chiroptera, Insectívora, Marsupialia y Rodentia; y Rhopalosyllidae parasita a Carnívora, Marsupialia, Rodentia y Xanarthra (Cuadros 7 y 14).

Las familias mejor representadas son Hystrichopsyllidae de distribución holártica con muchos representantes en la región Paleártica, y Ceratophyllidae neárticas con muy pocas especies en las regiones Neotropical y Paleártica. Gran parte de los trazos que se encuentran en la Zona de Transición entre las regiones Neártica y Neotropical, incluyen muchas de las especies pertenecientes a estos grupos, debido no sólo a la abundancia de especies con que cuentan, sino a que es en esta zona donde muchas encuentran su límite de distribución.

Las especies de mamíferos con las que se encuentran asociadas los sifonápteros corresponden a nueve órdenes (Arctiodactyla, Carnívora, Chiroptera, Insectívora, Lagomorpha, Marsupialia, Primates, Rodentia y Xanarthra) (Cuadro 6). El grupo de mamíferos parasitado por un mayor número de taxones de pulgas resultó ser la familia Muridae, del orden de los roedores, representados por el género *Peromyscus*. El segundo género de

roedores en cuanto a especies de parásitos es *Microtus*, y por último se encuentra *Reithrodontomys* (Cuadros 7 a 14).

Las familias Sciuridae y Geomyidae, del orden Rodentia, son también huéspedes de pulgas, aunque el número de taxones registrados en éstos resulto mucho menor (Cuadros 7-14). En cuanto a los murciélagos, éstos se encuentran parasitados de forma exclusiva por la familia Ischnopsyllidae, compartiéndola con el género *Peromyscus* de los roedores de manera incidental (Cuadro 10).

Por otra parte, el orden Chiroptera, se encuentra parasitado de forma exclusiva por la familia Ischnopsyllidae, mientras que las familias Ceratophyllidae y Rhopalopsyllidae se encontraron mayor mente como parásitos del orden Rodentia.

Así, se puede afirmar que la existencia de un gran número de especies tanto neárticas como neotropicales presentes en nuestro territorio, se debe a que es aquí donde encuentran sus límites de distribución "la Zona de Transición Mexicana".

A pesar de que en este estudio se nota una presencia dominante de taxones de sifonápteros en la región central del país, es también necesario considerar que la falta de sistematización en los muestreos en diversas regiones del mismo podrían afectar los resultados de este análisis.

La afinidad geográfica de los trazos generalizados coincide en gran parte con la afinidad geográfica de las especies que forman dichos trazos. Algunas excepciones son los trazos generalizados 17, 19 y 24; que son neotropicales, mientras que las especies que los conforman tienen afinidad netamente Neártica. Como ya lo han mencionado Ponce y Llorente (1996), muchas de éstas especies, incluyendo sus huéspedes (roedores en su mayoría), presentan el extremo de su distribución; no obstante su afinidad austral, luego de su penetración a la Zona de Transición Mexicana; de tal forma que existen muchas especies asociadas a los bosques tropicales, y casi siempre en áreas de poca altitud, como es el caso de algunos géneros como *Jellisonia*, *Kohlsia*, *Pleochaetis* y *Plusaetis*, exclusivos del Eje Volcánico Transmexicano, de forma similar a sus huéspedes principales, que son roedores (Cuadros 2 y 4a).

Lo anterior coincide con los datos geológicos, pues se ha sugerido que la Sierra Madre del Sur pudiera estar relacionada en su origen al Eje Volcánico Transmexicano, la diferencia entre ambos se basa en gran parte en la diferente topografía, los rasgos orográficos y el origen de las dos provincias. Así, el Eje Volcánico Transmexicano es una

cadena volcánica de origen reciente (Fin del terciario: Plioceno-Pleistoceno), lo cual coincide con el origen de algunos roedores (se han encontrado restos de Neotomodon en depósitos del Pleoceno Tardío del Valle de México (Ferrusquía y Villafranca, 1977).

Las 26 áreas (nodos), que se distribuyen en el territorio mexicano desde el desierto sonorense hasta el estado de Oaxaca, se consideran con una riqueza histórica con posibilidades de ser conservadas. Sin embargo, al sobreponer los nodos a las provincias biogeográficas, se encontró gran coincidencia con algunas provincias montañosas principales como el Eje Volcánico Transmexicano principalmente, así como con la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre del Sur, indicando presencia de biotas con una riqueza histórica considerable, mezcla de orígenes templados y ambientes tropicales.

Otro punto de importancia es que aún cuando varias de éstas áreas (nodos), cuentan con la combinación de los mismos trazos generalizados y por tanto con especies en común, también tienen un alto número de taxones únicos, mezclando taxones de ambientes templados y tropicales (Cuadro 4a).

Cuadro 6. Lista de los mamíferos asociados con los registros de sifonápteros confirmados para México.

Orden	Familia	Especie/subespecie	Afinidad Biogeográfica
ARTIODACTYLA	Cervidae	<i>Odocoileus sp.</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Odocoileus virginianus</i>	Neártica/Neotropical
	Tayassuidae	<i>Tayassu sp.</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Tayassu tajacu</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Tayassu pecari</i>	Neotropical mexicana
		<i>Tayassu pecari ringens</i>	-----
CARNÍVORA	Canidae	<i>Canis familiaris</i>	-----
		<i>Canis latrans</i>	-----
		<i>Urocyon sp.</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Neártica/Neotropical
	Felidae	<i>Felis catus</i>	-----
		<i>Lynx rufus</i>	Neártica
		<i>Panthera onca hernandesii</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Puma concolor</i>	Neártica/Neotropical
	Mustelidae	<i>Mephitis sp.</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Mephitis macroura</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Mephitis macroura macroura</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Mustela frenata</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Mustela frenata frenata</i>	-----
		<i>Mustela frenata perotae</i>	-----
	<i>Taxidea taxus</i>	Neártica	
Procyonidae	<i>Bassariscus sp.</i>	Neotropical/Neártica mexicana	
	<i>Bassariscus astutus</i>	Neártica	
	<i>Nasua nasua</i>	Neártica/Neotropical	
	<i>Procyon lotor</i>	Neártica/Neotropical	
CHIROPTERA	Molossidae	<i>Molossus ater nigricans</i>	-----
		<i>Nyctinomops macrotis</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Tadarida brasiliensis</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Tadarida brasiliensis mexicana</i>	Neártica/Neotropical

Orden	Familia	Especie/subespecie	Afinidad Biogeográfica
		<i>Tadarida laticaudata</i>	-----
		<i>Tadarida macrotis</i>	Neártica/Neotropical
	Mormoopidae	<i>Pteronotus parnellii mexicanus</i>	Neotropical
	Phyllostomidae	<i>Artibeus</i> sp.	Neotropical
		<i>Glossophaga</i> sp.	Neotropical
		<i>Leptonycteris nivalis</i>	Neártica
		<i>Natalus stramineus mexicanus</i>	Neotropical
		<i>Sturnira</i> sp.	Neotropical
	Vespertilionidae	<i>Antrozous pallidus</i>	Neártica
		<i>Corynorhinus mexicanus</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Myotis</i> sp.	Neártica/Neotropical
INSECTIVORA	Soricidae	<i>Cryptotis</i> sp.	Neártica mexicana
		<i>Cryptotis mexicana</i>	Neártica mexicana
		<i>Sorex</i> sp.	Neártica mexicana
		<i>Sorex milleri</i>	Endémica mexicana
		<i>Sorex saussurei</i>	Mesoamericana
		<i>Sorex veraepacis</i>	Neártica mexicana
LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Lepus</i> sp.	Neártica mexicana
		<i>Lepus callotis*</i>	Endémica mexicana
		<i>Romerolagus diazi*</i>	Endémica mexicana
		<i>Sylvilagus</i> sp.	Neártica/Neotropical
		<i>Sylvilagus cunicularius*</i>	Endémica mexicana
		<i>Sylvilagus floridanus</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Sylvilagus floridanus orizabae</i>	Neártica/Neotropical
MARSUPIALIA	Didelphidae	<i>Didelphis</i> sp.	Neártica/Neotropical
		<i>Didelphis marsupialis</i>	Neártica mexicana
		<i>Didelphis virginiana</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Didelphis virginiana californica</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Philander opossum pallidus</i>	Neotropical mexicana
PRIMATES		<i>Homo sapiens</i>	-----
RODENTIA	Geomyidae	<i>Thomomys</i> sp.	Neártica
		<i>Thomomys umbrinus</i>	Neártica
		<i>Thomomys umbrinus analogus</i>	Neártica
		<i>Thomomys umbrinus peregrinus</i>	Neártica
		<i>Thomomys umbrinus vulcanis</i>	Neártica
		<i>Zygoeomys trichopus</i>	Endémica mexicana
	Heteromyidae	<i>Dipodomys</i> sp.	Neártica
		<i>Dipodomys merriami</i>	Neártica
		<i>Dipodomys spectabilis</i>	Neártica
		<i>Dipodomys phillipsi*</i>	Endémica mexicana
		<i>Heteromys desmarestianus</i>	Neotropical
		<i>Liomys pictus</i>	Neártica y Neotropical mexicana
		<i>Liomys</i> sp.	Neártica y Neotropical mexicana
		<i>Perognathus</i> sp.	Neártica
	Muridae	<i>Baiomys</i> sp.	Neártica/Neotropical
		<i>Baiomys musculus</i>	Mesoamericana
		<i>Baiomys taylori</i>	Neártica
		<i>Baiomys taylori analogus</i>	-----
		<i>Habromys lepturus*</i>	Endémica mexicana
		<i>Hodomys alleni*</i>	Endémica mexicana
		<i>Megadontomys thomasi*</i>	Endémica mexicana
		<i>Microtus</i> sp.	Neártica/Neotropical
		<i>Microtus mexicanus</i>	Neártica
		<i>Microtus mexicanus mexicanus</i>	-----
		<i>Microtus mexicanus phaeus</i>	-----

Orden	Familia	Especie/subespecie	Afinidad Biogeográfica
		<i>Microtus mexicanus subsimus</i>	-----
		<i>Mus musculus</i>	Cosmopolita
		<i>Neotoma sp.</i>	Neártica
		<i>Neotoma albigula</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Neotoma albigula leucodon</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Neotoma goldmani*</i>	Endémica mexicana
		<i>Neotoma mexicana</i>	Neártica
		<i>Neotoma mexicana torquata</i>	Neártica
		<i>Neotoma micropus</i>	Neártica
		<i>Neotoma phenax</i>	Endémica mexicana
		<i>Neotomodon sp.</i>	Neártica/Neotropical mexicana
		<i>Neotomodon alstoni*</i>	Endémica mexicana
		<i>Neotomodon alstoni alstoni</i>	-----
		<i>Onychomys sp.</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Onychomys leucogaster</i>	-----
		<i>Oryzomys sp.</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Oryzomys alfaroi</i>	Neotropical
		<i>Oryzomys chapmani</i>	Endémica mexicana
		<i>Oryzomys chapmani caudatus</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Oryzomys chapmani chapmani</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Oryzomys chapmani querrerensis</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Oryzomys couesi</i>	Neártica
		<i>Oryzomys palustris</i>	Neártica
		<i>Osgoodomys banderanus vicinior*</i>	Endémica mexicana
		<i>Peromyscus sp.</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Peromyscus alfaroi</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Peromyscus aztecus</i>	Mesoamericana
		<i>Peromyscus aztecus hylcoetes</i>	-----
		<i>Peromyscus boylii</i>	-----
		<i>Peromyscus difficilis*</i>	Endémica mexicana
		<i>Peromyscus difficilis amplus</i>	-----
		<i>Peromyscus difficilis difficilis</i>	-----
		<i>Peromyscus difficilis felipensis</i>	-----
		<i>Peromyscus difficilis saxicola</i>	-----
		<i>Peromyscus eremicus</i>	-----
		<i>Peromyscus eva</i>	-----
		<i>Peromyscus furvus*</i>	Endémica mexicana
		<i>Peromyscus gratus</i>	Neártica
		<i>Peromyscus gratus gratus</i>	-----
		<i>Peromyscus guatemalensis</i>	-----
		<i>Peromyscus hilcoetes</i>	-----
		<i>Peromyscus levipes</i>	Mesoamericana
		<i>Peromyscus levipes levipes</i>	-----
		<i>Peromyscus maniculatus</i>	Neártica
		<i>Peromyscus maniculatus blandus</i>	-----
		<i>Peromyscus maniculatus fulvus</i>	-----
		<i>Peromyscus maniculatus labecula</i>	-----
		<i>Peromyscus megalops*</i>	Endémica mexicana
		<i>Peromyscus megalops auritus</i>	-----
		<i>Peromyscus melanocarpus*</i>	Endémica mexicana
		<i>Peromyscus melanophrys*</i>	Endémica mexicana
		<i>Peromyscus melanophrys consobrinus</i>	-----
		<i>Peromyscus melanotis*</i>	Endémica mexicana
		<i>Peromyscus mexicanus</i>	Mesoamericana
		<i>Peromyscus pectoralis</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Peromyscus pectoralis pectoralis</i>	-----

Orden	Familia	Especie/subespecie	Afinidad Biogeográfica
		<i>Peromyscus spicilegus*</i>	Endémica mexicana
		<i>Peromyscus sureogaster</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Peromyscus truei</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Peromyscus truei gratus</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Rattus norvegicus</i>	Cosmopólita
		<i>Rattus rattus</i>	Cosmopólita
		<i>Reithrodontomys sp.</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Reithrodontomys chrysopsis*</i>	Endémica mexicana
		<i>Reithrodontomys chrysopsis chrysopsis</i>	-----
		<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Neártica
		<i>Reithrodontomys megalotis</i>	Neártica
		<i>Reithrodontomys megalotis amoles</i>	-----
		<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Reithrodontomys microdon</i>	Mesoamericana
		<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	Mesoamericana
		<i>Reithrodontomys sumichrasti sumichrasti</i>	-----
		<i>Sigmodon sp.</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Sigmodon hispidus</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Sigmodon mascotensis mascotensis*</i>	Endémica mexicana
		<i>Tylomys sp.</i>	Neotropical
	Sciuridae	<i>Cynomys sp.</i>	Neártica
		<i>Cynomys mexicanus*</i>	Endémica mexicana
		<i>Eutamias sp.</i>	-----
		<i>Glaucomys volans goldmani</i>	Neártica
		<i>Sciurus sp.</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Sciurus aberti</i>	Neártica
		<i>Sciurus alleni</i>	Endémica mexicana
		<i>Sciurus aureogaster</i>	Mesoamericana
		<i>Sciurus aureogaster aureogaster</i>	-----
		<i>Sciurus aureogaster nigrescens</i>	-----
		<i>Sciurus deppei negligens</i>	Mesoamericana
		<i>Sciurus nayaritensis*</i>	Endémica mexicana
		<i>Sciurus nelsoni</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Spermophilus sp.</i>	Neártica
		<i>Spermophilus mexicanus</i>	Neártica
		<i>Spermophilus mexicanus mexicanus</i>	-----
		<i>Spermophilus odocetus*</i>	Endémica mexicana
		<i>Spermophilus spillosoma pallescens</i>	-----
		<i>Spermophilus tereticaudus</i>	-----
		<i>Spermophilus variegatus</i>	Neártica
		<i>Spermophilus variegatus couchi</i>	-----
		<i>Spermophilus variegatus rupestris</i>	-----
		<i>Spermophilus variegatus variegatus</i>	Neártica
		<i>Tamias sp.</i>	Neártica
XANARTHRA	Myrmecophagidae	<i>Tamandua tetradactyla</i>	Neotropical
	Dasypodidae	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Neártica/Neotropical
		<i>Dasybus novemcinctus mexicanus</i>	-----

* Endémicos continentales

Mesoamericana = localizada únicamente en México y Centroamérica.

Neártica = localizada en Norteamérica, compartida con México solo por Estados Unidos y Canadá

Neotropical = localizada desde México hasta Sudamérica

Neártica y Neotropical mexicana = no llega al sur de Estados Unidos

Es posible que la ausencia de nodos en el altiplano norte, Sierra Madre Occidental al y Península de Yucatán, se deba principalmente al esfuerzo de colecta notoriamente menor

para dichas zonas, lo que afecta los resultados en cuanto a sus relaciones biogeográficas con otra área.

En su mayoría los ceratofilidos mexicanos son endémicos de zonas muy específicas, v. gr. *Kohlsia martin* (Fig. 32), a la que solo se le ha registrado en la Sierra de Oaxaca, lo mismo sucede con *Kohlsia pelaezi*, *Plusaetis ponsi* y *P. soberoni* (Figs. 35, 67 y 71) en la Sierra Madre del Sur. En todos estos casos, muchos de ellos son endémicos de zonas determinadas, de forma más o menos consistente con la distribución biogeográfica de sus huéspedes (Cuadro 7).

Por otra parte, en algunos casos se encontraron parásitos con afinidades diferentes a las de sus huéspedes (Cuadros 6 y 7), como en *Oryzomys alfaroy* con afinidad Neotropical (Hershkovitz, 1966) y su principal parásito *Kohlsia keenani* de afinidad neártica, aunque más bien es un representante sureño (Tipton y Mendez, 1966), a lo que Hershkovitz, señala que dicho género es uno de los últimos migrantes sudamericanos (del Pleistoceno) a Norteamérica, cuando supuestamente los Ceratofilidos ya se encontraban en Norteamérica.

Así, es en el Eje Volcánico Transmexicano en donde la especiación de los sifonápteros, conjunta con la de los roedores, manifiesta la relación estrecha que existe entre ambos grupos; demostrando una importante coincidencia con lo mencionado por Stark (1958), en cuanto a la relación taxonómica desfasada entre los mamíferos y las pulgas, siendo un orden de mamíferos parasitado casi exclusivamente por una familia de pulgas.

La familia Rhopalopsyllidae, con pocos representantes en Centroamérica; en México se distribuyen en poblaciones escasas. Uno de sus dos géneros representantes en México, *Poligenis*, se registra sobre roedores con afinidad mesoamericana, v. gr. *Peromyscus*, esto puede indicar que éste sifonáptero es más antiguo en la Zona de Transición Mexicana, que el otro género *Rhopalopsyllus*, ya que éste se encuentra sobre huéspedes de afinidad holártica con representantes neárticos.

En cuanto a cuestiones de conservación se podría decir que los resultados apuntan hacia los nodos 18, 12 y 13, con 45 y 49 especies residuales respectivamente, seguidos por los nodos 16, 3 y 11, con 54, 55 y 56 especies residuales respectivamente, como aquellos que deberían considerarse como áreas prioritarias a conservar, ya que coinciden con la llamada zona de transición (Halfter, 1976), lo cual indicaría que dichos nodos representan una mezcla de elementos bióticos neárticos y neotropicales.

Cuadro 8. Taxones de mamíferos huéspedes y pulgas que los parasitan para la familia Ctenophthalmidae.

	Ctenophthalmidae	Ctenophthalmus	Ctenophthalmus caballeri	Ctenophthalmus cryptotis	Ctenophthalmus expansus	Ctenophthalmus haaggi	Ctenophthalmus micropus	Ctenophthalmus myodosus	Ctenophthalmus pseudagyrtes	Ctenophthalmus tecpin
CHIROPTERA										
Phyllostomidae										
<i>Stumira</i> sp.									■	
INSECTIVORA										
Soricidae										
<i>Sorex</i> sp.		■								
<i>Cryptotis</i> sp.				■				■		
MARSUPIALIA										
Didelphidae										
<i>Didelphis virginiana</i>		■								
RODENTIA										
Heteromyidae										
<i>Liomys</i> sp.		■								
Muridae										
<i>Megadontomys thomasi</i>		■				■				
<i>Microtus</i> sp.						■	■			■
<i>Microtus mexicanus</i>						■	■			
<i>Microtus mexicanus mexicanus</i>			■							
<i>Microtus mexicanus phaeus</i>						■				
<i>Microtus mexicanus subsimus</i>									■	
<i>Microtus oaxacensis</i>						■				
<i>Neotoma micropus</i>							■			
<i>Neotomodon alstoni alstoni</i>							■			
<i>Oryzomys</i> sp.		■				■				
<i>Oryzomys chapmani caudatus</i>						■				
<i>Oryzomys chapmani chapmani</i>						■				
<i>Peromyscus</i> sp.		■				■	■		■	
<i>Peromyscus aztecus</i>						■				
<i>Peromyscus difficilis</i>		■				■	■		■	■
<i>Peromyscus difficilis difficilis</i>									■	
<i>Peromyscus difficilis felipensis</i>							■			
<i>Peromyscus furvus</i>							■			
<i>Peromyscus levipes</i>		■					■			
<i>Peromyscus levipes levipes</i>										■
<i>Peromyscus megalops</i>		■				■				
<i>Peromyscus megalops auritus</i>						■				
<i>Peromyscus melanocarpus</i>						■			■	
<i>Peromyscus melanotis</i>						■	■		■	
<i>Peromyscus mexicanus</i>		■				■	■			
<i>Reithrodontomys</i> sp.		■								
<i>Reithrodontomys crysopsis</i>			■				■			
<i>Reithrodontomys crysopsis crysopsis</i>					■					

■ Tomado de bibliografía

■ Datos de la colección del MZFC

Cuadro 10. Taxones de mamíferos huéspedes y pulgas que los parasitan para la familia Ischnopsyllidae.

	Ischnopsyllidae	<i>Hormopsylla kyriophila</i>	<i>Hormopsylla trux</i>	<i>Myodopsylla collinsi</i>	<i>Myodopsylla gentilis</i>	<i>Myodopsylla globata</i>	<i>Myodopsylla nordina</i>	<i>Myodopsylla palposa</i>	<i>Ptilopsylla leptina stubei</i>	<i>Rothschildopsylla noctilonis</i>	<i>Sternopsylla</i>	<i>Sternopsylla distincta texana</i>
CHIROPTERA												
Molossidae												
<i>Molossus ater nigricans</i>												
<i>Nyctinomops macrotis</i>			■									
<i>Tadarida brasiliensis</i>				■				■				■
<i>Tadarida brasiliensis brasiliensis</i>												
<i>Tadarida brasiliensis mexicana</i>												■
<i>Tadarida laticaudata</i>												
<i>Tadarida macrotis</i>												
<i>Pteronotus parnellii mexicanus</i>					■							
Phyllostomidae												
<i>Leptonycteris nivalis</i>												■
Natalidae												
<i>Natalus mexicanus</i>												
<i>Natalus stramineus mexicanus</i>				■								
Vespertilionidae												
<i>Antrozous pallidus</i>								■				
<i>Corynorhinus mexicanus</i>												
<i>Myotis velifer</i>												
<i>Myotis sp.</i>				■		■						
Muridae												
<i>Peromyscus pectoralis</i>												■

||||| Tomado de bibliografía

■ Datos de la colección del MZFC

Cuadro 11. Taxones de mamíferos huéspedes y pulgas que los parasitan para la familia Leptopsyllidae.

	Leptopsyllidae		
	<i>Leptopsylla segnis</i>	<i>Peromyscopsylla draco</i>	<i>Peromyscopsylla hesperomys adelpha</i>
RODENTIA			
Muridae			
<i>Mus musculus brevisrostris</i>		■	
<i>Neotoma mexicana</i>			■
<i>Peromyscus difficilis</i>			■
<i>Peromyscus hyllocetes</i>			■
<i>Peromyscus maniculatus</i>			■
<i>Peromyscus maniculatus blandus</i>		■	
<i>Peromyscus maniculatus labecula</i>			■
<i>Peromyscus melanotis</i>			■
<i>Rattus norvegicus</i>	■		
<i>Rattus rattus</i>	■		

■ Tomado de bibliografía

■ Datos de la colección del MZFC

Cuadro 12. Taxones de mamíferos huéspedes y pulgas que los parasitan para la familia Pulicidae.

	Pulicidae	<i>Ceolopysylla inaequalis</i>	<i>Ceolopysylla inaequalis interrupta</i>	<i>Ceolopysylla simplex</i>	<i>Ceolopysylla tepalota</i>	<i>Ctenocephalides canis</i>	<i>Ctenocephalides felis</i>	<i>Ctenocephalides felis felis</i>	<i>Echidnophaga</i>	<i>Echidnophaga gallinacea</i>	<i>Echidnophaga porera</i>	<i>Euhoplosyllus glacialis affinis</i>	<i>Euhoplosyllus glacialis foxi</i>	<i>Euhoplosyllus glacialis lynx</i>	<i>Hoplosyllus</i>	<i>Hoplosyllus pectinatus</i>	<i>Pulex</i>	<i>Pulex equidnophagoides</i>	<i>Pulex irritans</i>	<i>Pulex parvus</i>	<i>Pulex simulans</i>	<i>Xenopsylla cheopis</i>
ARTIODACTYLA																						
Cervidae																						
<i>Odocoileus sp.</i>																						
<i>Odocoileus virginianus</i>																						
<i>Odocoileus virginianus mexicanus</i>																						
Tayassuidae																						
<i>Tayassu sp.</i>																						
<i>Tayassu tajacu</i>																						
<i>Tayassu pecari ringens</i>																						
CARNIVORA																						
Canidae																						
<i>Canis familiaris</i>																						
<i>Canis latrans</i>																						
<i>Canis latrans caagalis</i>																						
<i>Urocyon sp.</i>																						
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>																						
Felidae																						
<i>Felis catus</i>																						
<i>Felis domesticus</i>																						
<i>Panthera onca hernandesii</i>																						
<i>Puma concolor</i>																						
<i>Lynx rufus</i>																						
<i>Lynx rufus escuinape</i>																						
Mustelidae																						
<i>Mephitis sp.</i>																						
<i>Mephitis macroura</i>																						
<i>Mephitis macroura macroura</i>																						
<i>Mustela frenata</i>																						
<i>Mustela frenata frenata</i>																						
<i>Taxidea taxus</i>																						
Procyonidae																						
<i>Bassariscus sp.</i>																						
<i>Bassariscus astutus</i>																						
<i>Bassariscus astutus astutus</i>																						
<i>Nasua nasua</i>																						
LAGOMORPHA																						
Leporidae																						
<i>Lepus sp.</i>																						
<i>Lepus callosus</i>																						
<i>Romerolagus diazi</i>																						
<i>Sylvilagus sp.</i>																						
<i>Sylvilagus cunicularius</i>																						
<i>Sylvilagus cunicularius cunicularius</i>																						
<i>Sylvilagus floridanus</i>																						
<i>Sylvilagus floridanus oritabae</i>																						
MARSUPIALIA																						
Didelphidae																						
<i>Didelphis sp.</i>																						
<i>Didelphis marsupialis</i>																						
<i>Didelphis virginiana</i>																						
<i>Didelphis virginiana californica</i>																						
<i>Philander opossum pallidus</i>																						
PRIMATES																						
Tungidae																						
<i>Homo sapiens</i>																						
RODENTIA																						
Heteromyidae																						
<i>Liomys sp.</i>																						
Muridae																						
<i>Microtus mexicanus</i>																						
<i>Microtus mexicanus subsimus</i>																						
<i>Mus sp.</i>																						
<i>Mus musculus brevisrostris</i>																						
<i>Neotoma sp.</i>																						
<i>Peromyscus sp.</i>																						
<i>Peromyscus alticola</i>																						
<i>Peromyscus alticola saxicola</i>																						
<i>Rattus rattus</i>																						
Scluridae																						
<i>Cyomys sp.</i>																						
<i>Cyomys mexicanus</i>																						
<i>Spermophilus mexicanus</i>																						
<i>Spermophilus variegatus</i>																						
<i>Spermophilus variegatus couchi</i>																						
<i>Spermophilus variegatus rupestris</i>																						
<i>Spermophilus variegatus variegatus</i>																						
XANARTHRA																						
Myrmecophagidae																						
<i>Tamandua tetradactyla</i>																						
Dasypodidae																						
<i>Dasypus novemcinctus</i>																						
<i>Dasypus novemcinctus mexicanus</i>																						

 Tomado de bibliografía

 Datos de la colección del MZFC

Cuadro 13. Taxones de mamíferos huéspedes y pulgas que los parasitan para la familia Tungidae.

	Tungidae	Rhynchopsyllus sp.	Tunga	Tunga monositus	Tunga penetrans
CHIROPTERA					
Phyllostomidae					
<i>Leptoncyteris sp.</i>		■			
CARNIVORA					
Procyonidae					
<i>Bassariscus sp.</i>			■		
PRIMATES					
Hominidae					
<i>Homo sapiens</i>					■
RODENTIA					
Muridae					
<i>Ratus sp.</i>					■
<i>Neotoma lepida egressa</i>				■	
<i>Neotoma martinensis</i>				■	
<i>Peromyscus eremicus fraterculus</i>				■	
<i>Peromyscus difficilis</i>			■		
<i>Peromyscus difficilis saxicola</i>			■		
<i>Peromyscus maniculatus exiguus</i>				■	
<i>Peromyscus maniculatus gambelli</i>				■	

■ Tomado de bibliografía

■ Datos de la colección del MZFC

Cuadro 14. Taxones de mamíferos huéspedes y pulgas que los parasitan para la familia Rhopalopsyllidae.

	Rhopalopsyllidae								
	<i>Polygenis</i>	<i>Polygenis adocetus</i>	<i>Polygenis gwyni</i>	<i>Polygenis marinezbaezi</i>	<i>Polygenis rozeboomi</i>	<i>Polygenis vazquezii</i>	<i>Polygenis vulcanus</i>	<i>Rhopalopsyllus australis australis</i>	<i>Rhopalopsyllus cacticus saevius</i>
ARTIODACTYLA									
Tayassuidae									
<i>Tayassu pecari</i>								■	
CARNIVORA									
Felidae									
<i>Puma concolor</i>								■	
Procyonidae									
<i>Procyon lotor</i>								■	
Mustelidae									
MARSUPIALIA									
Didelphidae									
<i>Didelphis sp.</i>	■							■	■
<i>Didelphis marsupialis</i>				■		■		■	
PRIMATES									
Tungidae									
<i>Homo sapiens</i>									■
RODENTIA									
Dasyproctidae									
<i>Dasyprocta mexicana</i>								■	
Heteromyidae									
<i>Liomys sp.</i>	■			■		■			
<i>Liomys pictus</i>	■			■					
Muridae									
<i>Baiomys sp.</i>	■								
<i>Neotoma mexicana</i>							■		
<i>Neotomodon alstoni</i>						■			
<i>Neotomodon alstoni alstoni</i>						■			
<i>Oryzomys sp.</i>	■			■					
<i>Oryzomys alfaroi</i>	■			■					
<i>Oryzomys melanotis</i>	■			■					
<i>Oryzomys palustris</i>	■			■					
<i>Peromyscus sp.</i>	■			■					
<i>Peromyscus levipes levipes</i>	■			■					
<i>Peromyscus mexicanus</i>	■			■			■		
<i>Peromyscus yucatanicus yucatanicus</i>	■			■					
<i>Sigmodon sp.</i>	■			■		■			
<i>Sigmodon hispidus</i>	■			■					
<i>Sigmodon hispidus berlandieri</i>	■			■					
<i>Sigmodon hispidus microdon</i>	■			■					
Sciuridae									
<i>Spermophilus odocetus</i>		■							
XENARTHRA									
Dasypodidae									
<i>Dasyopus novemcinctus</i>								■	

■ Tomado de bibliografía

■ Datos de la colección del MZFC

Conclusiones

- 1 - El conocimiento de los sifonápteros de México es incompleto, debido básicamente a la carencia de muestreos en varias regiones del país, siendo deseable resolver estas carencias para tener un análisis más preciso de sus patrones de distribución. Por ello es posible que el número de especies existentes en México sea mayor al registrado, pues aún falta conocer gran parte de la pulicofauna de regiones como Baja California, Sierra Madre Occidental y Península de Yucatán principalmente, donde existen pocos o nulos registros y colectas.

- 2 - El uso de la Panbiogeografía en este análisis permitió encontrar gran coincidencia entre la distribución de los sifonápteros y sus huéspedes mamíferos con algunas de las principales provincias montañosas (Eje Volcánico Transmexicano, Sierra Madre Oriental y Sierra Madre del Sur).

- 3 - La identificación de los nodos a través de los trazos generalizados permitió identificar que es en el Eje Volcánico Transmexicano donde se encuentra la mayor riqueza histórica.

- 4 - Si bien todos los nodos tienen gran importancia biológica, el uso del método de Complementariedad permitió identificar aquellos más relevantes para la conservación (Trazo 18, en el oeste de la Sierra madre del sur, Trazo 2, en el desierto sonorense, Trazo 16, al norte centro del Eje Volcánico Transmexicano, Trazos 3 y 13, en punta norte y de este al centro en la Sierra Madre Oriental).

- 5 - Puede afirmarse que existe una importante relación entre las líneas de parentesco y de evolución seguidas por los distintos grupos de pulgas y sus huéspedes asociados, que se refleja en los patrones de distribución actuales de dichos grupos.

Referencias

- Auguston, G. F. 1942. A new flea of the genus *Ceratophyllus*. *Trans. San Diego Soc. Nat. Hist.* 9(37): 437-438.
- Ayala, R., J. C. Morales, N. Wilson, J. E. Llorente y H. E. Ulloa. 1988. Catalogo de Pulgas (Insecta; Siphonaptera) en el Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 1: Colección Barrera. Fac. de Ciencias, UNAM: 94 p.
- Baker, C. F. 1904. A revision of American Siphonaptera or Fleas, together with a Complete List and Bibliography of the grup. *Proc. U. S. Nat. Mus.* 27: 365-469.
- Baker, C. F. 1905. The Classification of American Siphonaptera. *Proc U. S. Nat. Mus.* 29: 121-170
- Barnes, A. M. y F. J. Radovsky. 1969. A new *Tunga* (Siphonaptera) from the Nearctic Region whit description of all stages. *J. Med. Ent.* 6(1): 19-36
- Barnes, A. M., V. J. Tipton y J. AS. Wildle. 1977. The subfamily Anomiopsyllinae (Hystrichopsyllidae: Siphonaptera). I. A. revision of the genus *Anomiopsyllus* Baker. *Great Basin Naturalist* 37(2): 138-206.
- Barrera, A., 1951. Notas sobre sifonápteros II. Descripción de *Anomiopsyllus traubi* nov. Sp.(Siph., Hystrichops). *Ciencia (Méx.)* 9(7-9): 197-200.
- Barrera, A., 1953. Sinopsis de los sifonápteros de la Cuenca de México (Ins., Siph.) *An. Esc. Nal. Cienc. Biol.*, 7(1-4):155-245.
- Barrera, A. 1954. Notas sobre sifonápteros VII. Lista de especies colectadas en el Municipio de Huitzilac; Morelos, y descripción de *Peromyscopsylla zempoalensis* nov. (Siph., Leptops.). *Ciencia (Méx.)* 14(4-6): 87-90.
- Barrera, A., 1955. Una nueva especie de sifonáptero mexicano: *Pleochaetis ponsi* nov. sp. (Ceratophyllidae). *Acta Zool. Mex.*, 1(1):1-7.
- Barrera, A., 1956. Nota preliminar sobre sifonápteros de *Cynomys* sp. de la zona de enzootia pestosa del sureste de Coahuila. *Acta Zool. Mex.*, 1(12):1-4.
- Barrera, A., 1958. Insectos parásitos de mamíferos salvajes de Omiltemi, Guerrero, y descripción de un nuevo sifonáptero: *Pleochaetis soberoni* nov. sp. *An. Esc. Nal.*

- Cienc. Biol.*, 9(1-4):89-96.
- Barrera, A., 1968. Distribución cliseral de los Siphonaptera del volcán Popocatepetl, su interpretación biogeográfica. *Anales Inst. Biol. UNAM*, 39(1):35-100.
- CONABIO 1998a. Información digitalizada sobre tipos de vegetación en México. CONABIO, México, D. F.
- CONABIO. 1998b. *La diversidad biológica de México: Estudio de país*. CONABIO, México, D. F.
- Costa Lima, A. da. 1938. Uma nova pulga do México e notas sobre *Homopsylla*. *Rev. Cirug. Do Brasil* 46(2): 181-187
- Costa Lima, A. da. Y C. R. Hathaway. 1946. Pulgas. Bibliografía, Catálogo e animais por elas sugados. *Monografías do Instituto Oswaldo Cruz* 4: 522 pp.
- Crisci, J. V., L. Katinas y P. Posadas. 2000. *Introducción a la teoría y práctica de la biogeografía histórica*. Sociedad Argentina de Botánica, Buenos Aires, 169 pp.
- Dampf, A. 1925. Ectoparásitos del perro, colectados en los meses d julio a noviembre de 1924, por el servicio de desinfección y desinsectización del Departamento de Salud Pública de México. *Bol. Dep. Sal. Publ.* 2: 33-42.
- Dampf, A.1942. Nuevos datos sobre la pulga *Pleochaetis mundus* (Jordan y Rothschild 1922). *Rev. Soc. Méx. Hist. Nat.* 3(1-4): 135-148.
- Dampf, A.1942. Dos nuevas pulgas mexicanas del género *Opisodasys* Jordan, 1933 (Insecta, Aphaniptera, fam. Ceratophyllidae). *Rev. Brasil. Biol.* 2(4): 495-511.
- Esri (Environmental Systems Research Institute). 1998. ArcView GIS 3.2. INC.
- Espinoza, D., J. J. Morrone, J. Llorente y O. Flores. 2002. *Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica*. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Fa, J. E. 1989. Conservation-motivated analysis of Mammalian biogeography in the Trans-Mexican Neovolcanic Belt. *Nat. Geog. Res.* 5: 296-315
- Fa, J. E. y L. M. Morales. 1998. Patrones de diversidad de mamíferos de México. En: Ramamoorthy T. P., Bye R., Lot A. y Fa J. (eds.). *Diversidad Biológica de México*. UNAM, pp. 315-352.
- Fa, J. E. y L. M. Morales. 1993. Mammals and protected areas in the Trans-Mexican Neovolcanic Belt. In: M.A. Mareas y D. Schmidly (eds.). *Topics in Latin American*

- mammalian Biology: ecology, conservation and education.*, Norman, Oklahoma Univ. Press, pp. 196-227.
- Ferrusquía-Villafranca, I. 1977. Distribution of Cenozoic vertebrate faunas in Middle America and problems of migration between North and South America. In: I. Ferrusquía Villafranca (ed.), *Conexiones terrestres entre Norte y Sudamérica: Simposio Interdisciplinario sobre Paleogeografía Mesoamericana*. UNAM. Inst. Geol., México, pp. 199-321.
- Ferrusquía-Villafranca, I. 1998. Geología de México: una sinopsis. En: Ramamoorthy T. P., Bye R., Lot A. y Fa J. (eds.), *Diversidad Biológica de México*. UNAM, pp. 3-108.
- Fox, I. 1939. New species and records of Siphonaptera from Mexico. *Iowa State College J. Sci.*, 13(4): 335-339.
- González F. Y a. Martínez. 1982. Estudio preliminar sobre el cacomixtle *Bassariscus astutus flavus* en el Mpio. de Nuevo León, México. In Resúmenes del IV Congreso Nacional de Zoología, Mazatlán, Sinaloa, México.
- Hoffmann, A. 1944. Ectoparásitos de murciélagos mexicanos. Tesis maestría. Fac. Ciencias. UNAM: 150 pp.
- Hoffmann, A. 1948. Breve nota acerca de los ectoparásitos de ratas colectadas en los mercados del Distrito Federal. *Rev. Inst. Salubr. Enferm. Trop. (Méx.)*, 9(2): 81-85
- Holland, G. P. 1949. The Siphonaptera of Canada. *Dom. Dept. agric. Publ. 817, Tech Bull.* 70: 306 pp.
- Holland, 1965. New species and subspecies of *Anomiopsyllus* Baker from Mexico (Siphonaptera; Hystrichopsyllidae). *Can Ent.* 97(19): 1051-1058.
- Holland, G. P. 1964. Evolution, Classification, and host relationships of siphonaptera. *Ann. Rev. Ent.*, 9: 123-146
- Holland, G. P., 1971. New siphonaptera from south Mexico. *Can. Ent.*, 103(1): 95-104.
- Hopkins G. H. E. y M. Rothschild. 1953. *An illustred catalogue of the Rothschild Collection of fleas (Siphonaptera) in the British Museum (Nat. Hist.)* Vol. 1: XV + 361.
- Hopkins G. H. E. y M. Rothschild. 1956. *An illustred catalogue of the Rothschild Collection of fleas (Siphonaptera) in the British Museum (Nat. Hist.)* Vol. 2: XI + 445.

- Hopkins G. H. E. y M. Rothschild. 1962. *An illustred catalogue of the Rothschild Collection of fleas (Siphonaptera) in the British Museum (Nat. Hist.)* Vol. 3: VIII + 560.
- Hopkins G. H. E. y M. Rothschild. 1966. *An illustred catalogue of the Rothschild Collection of fleas (Siphonaptera) in the British Museum (Nat. Hist.)* Vol. 4: VIII + 549.
- Hopkins G. H. E. y M. Rothschild. 1971. *An illustred catalogue of the Rothschild Collection of fleas (Siphonaptera) in the British Museum (Nat. Hist.)* Vol. 5: VIII + 530.
- Hubbard, C. A. 1947. *Fleas of Western North America*. The Iowa State College Press, Ames, Iowa: 533 pp.
- Hubbard, C. A. 1955. *Orchopeas s. firemani* new flea from Mexico. *Ent. New.* 66(5): 138.
- Hubbard, C. A. 1958. Mexican Jungle and fleas with three new descriptions. *Ent. News.* 69(6): 161-166.
- Jellison, W. L. y N. E. Good. 1942. Index to the literature of Sipgonaptera of North America. *Nat. Inst. Health Bull.* 178: 193 pp.
- Humphries, C. J., R. I. Vane-Wright y P. H. Williams. 1991. Biodiversity reserves: Setting new priorities for the conservation of wildlife. *Park*, 2:34-38
- Johnson, P. T. 1957. A classification of the Siphonaptera of South America with descriptions of new species. *Mem. Ent. Soc. Wash.* 5: 1-298.
- Jordan, K. 1926. New Siphonaptera. *Novit Zool.* 33: 385-394.
- Jordan, K. Y C. N. Rothschild. 1922. New Siphonaptera. *Ectoparasites* 1: 266-283.
- Jordan, K. Y C. N. Rothschild. 1923. New American siphonaptera *Ectoparasites* 1: 309-319.
- Lewis, R. E. y E. Stone. 2001. *Psittopsylla mexicana*, a new genus and species of bird flea from Chihuahua, México (Siphonaptera: Ceratophyllidae: Ceratophyllinae). *J. New York. Entomol. Soc.* 109(3-4): 360-366
- Lorente, J.B, E.S. González, A.N. García y C. Cordero 1996. Breve panorama de la taxonomía de artrópodos en México. *En: Lorente, J.B., García A.N. y González E.S. (eds.). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento.* Instituto de Biología-UNAM, Conabio y Facultad de Ciencias-UNAM, México, D.F., pp. 3-14

- Machado-A. C. E. 1960. *Microtus mexicanus mexicanus* (De Saussure, 1861) su biología ectoparásitos y otras formas animales ecológicamente relacionadas. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 105 pp.
- Méndez-L. J. 1974. Composición específica y fluctuación del número de sifonápteros en una población local de *Microtus m. mexicanus*(Saussure) (INS.; SIPH.; MAMM.; CRICET. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias UNAM: 124 + XIII.
- Mittermeier, R.A. 1988. Primate diversity and the tropical forest: case studies from Brazil and Madagascar and the importance of the megadiversity countries. In: e. Wilson (ed.), Biodiversity. National Academic Press, Washington, D. C.
- Morales-M., J. C., A. M. Muñoz y R. Ayala. 1982. La colección de insectos ectoparásitos "alfredo Barrera". In: Resúmenes del XVIII Congreso Nacional de Entomología. *Folia Ent. Mex.* 54: 94-95
- Morales, J. C. y J. Llorente. 1986. Estado actual del conocimiento de los Siphonaptera de México. *Anal. Instit. Biol. UNAM Ser. Zool.* 2: 497-554.
- Morón, M. A. y J. E. Valenzuela. 1993. Estimación de la biodiversidad de insectos en México; un análisis de un caso. En: Gío R. y López-Ochoterena E. (eds.). *Diversidad Biológica en México.* Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., Vol. Esp. XLIV, 303-312.
- Morrone, J. J. 2001. *Sistemática, biogeografía, evolución: Los patrones de la biodiversidad en el tiempo-espacio.* Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Morrone, J. J., L. Katinas y J. V. Crisci. 1996. On temperate areas, basal clades and biodiversity conservation. *ORYX*, 30(3):187-194.
- Morrone, J. J., R. Acosta y A. L. Gutiérrez. 2000. Cladistics, biogeography, and host relationships of the flea subgenus *Ctenophthalmus* (*Alloctenus*), with the description of a New Mexican species (Siphonaptera: Ctenophthalmidae). *J. New York Entomol. Soc.* 108(1-2):1-12
- Morrone, J. J., D. Espinosa y J. Llorente. 2002. Mexican biogeographic provinces: preliminary scheme, general characterizations, and synonymies. *Acta Zool. Mex.* (n. S.) 85: 83-108
- Muñoz, A. M. y A. Barrera. 1979. Hallazgo de *Xenopsylla cheopis* en *Microtus m. mexicanus* en la ciudad de México. In Resúmenes del XIII Congreso Nacional de Entomología. *Folia*

Ent. Mex., 42: 53-54

- Muñiz, A. M., J. C. Morales -M., R. Ayala-B. Y J. Llorente-B. 1981. De zoología "Alfonso L. Herrera" de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México: Colección de insectos ectoparásitos "Alfredo Barrera". *Folia Ent. Mex.*, 49: 155-168
- Peláez, D., M. Cortes y E. Martin. 1974. *Rhyncopsyllus* sp. Parásito de un murcielago mexicano del género *Leptoncyteris* (Siph : Tungidae). In *Resúmenes del IX Congreso Nacional de entomología*. *Folia Ent. Méx.* 29 : 83.
- Pérez-Ortiz, T. 1976. *Distribución de Siphonaptera en el derrame lávico del Chichinautzin, Morelos: Su interpretación ecológica y biogeográfica*. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 156 pp.
- Pérez-O. T. M. y A. Barrera. 1977. Consideraciones sobre la presencia de *Pleochaetys dolens dolens* (Jordan & Rothschild, 1914) en México. (Ins., Siph., Cerat.) In: *Resúmenes del XII Congreso Nacional de Entomología*. *Folia Ent. Mex.* 36:99-100.
- Ponce 1988. *Siphonaptera de la sierra de atoyac de alvarez, Guerrero: su distribución local*. Tesis de licenciatura, Facultad de ciencias. UNAM : 128 pp.
- Ponce, H. 1991. *Siphonaptera (Arthropoda; Insecta) asociada a roedores en el bosque mesófilo de montaña de la Sierra de Juárez, Oaxaca: Una interpretación biogeográfica*. Tesis de maestría. UNAM, Facultad de Ciencias, México, 116 pp.
- Ponce, H. y J. Llorente, 1993. Distribución de los Sifonaptera (*Arthropoda; Insecta*) de la Sierra de Atoyac de Álvarez, Gro., México. *An. Inst. Biol. UNAM*. (Publicaciones especiales), 11:1-73.
- Ponce, H. y J. Llorente. 1996. Siphonaptera, En: Llorente, J.B., García A.N. y González E.S. (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. Instituto de Biología-UNAM, Conabio y Facultad de Ciencias-UNAM, México, D.F., pp. 553-565
- Ramamoorthy, T.P. y D.H. Lorence. 1987. Species vicariance in Mexican flora and a description of a new species of *Salvia*. *Bull. Mus. Hist. Nat. París*. *Adansonia* 2: 167-175
- Ramírez, S. 1982. Distribución altitudinal de los ácaros mesostigmados y los sifonápteros de

- roedores en el campo experimental forestal "San Juan Tetla" Puebla, México. Tesis profesional, Fac. Ciencias, UNAM: 169 pp.
- Ramírez-Pulido, J. y C. Müdespacher, 1987. Estado actual y perspectivas del conocimiento de los mamíferos de México. *Ciencia* 38:49-67
- Ramírez-Pulido, J. y M. C. Britton. 1981. An historical síntesis of Mexican mammalian taxonomy. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 94:1-17
- Rothschild, N. C. 1904. Further Contributions to the knowledge of the Siphonaptera. *Novit Zool.* 2: 602-653.
- Rothschild, M. 1975. Recent advances in our knowledge of the order Siphonaptera. *Annu. Rev. Entomol.* 20: 241-59
- Stark, H. E. 1958. *The Siphonaptera of Utah*. U. S. Department of Health, Education, and welfare, Atlanta Georgia.
- Schmidly, D. 1977. Factors governing the distribution of mammals in the Chihuahuan Desert region. In: Wauer R. H. y Riskind D. h. (eds.), *Transactions of the Symposium on the Biological Resources on the Chihuahuan Desert Region, United States and Mexico*, U. S. Department of the Interior, National Park Service and Proceedings Series, U. S., no. 3, pp. 163-192
- Smit, F. G. A. M. 1958. A preliminary note on the occurrence of *Pulex irritans* L. and *P. simulans* Baker in North América. *J. Parasitol.* 44: 523-526.
- Smit, F. G. A. M. 1971. Some bat-fleas from Mexico. *Mitt. Zool. Mus. Berlin* 47(2): 269-271.
- Stark, H. E. 1970. A revision of the flea genus *Thrassis* Jordan 1933 (Siphonaptera: Ceratophyllidae) with observations on Ecology and relationship to plague. *Univ. California Publ. Entom.* 53: 184 pp.
- Tipton V. H. Y E. Méndez. 1968. New species of fleas (Siphonaptera) from Cerro Potosí, México, with notes on Ecology and host-parasite relationships. *Pacific Insects*, 10(1): 177-214
- Traub, R. 1950. Siphonaptera of Central America and Mexico: A morphological study of the aedeagus with descriptions of new genera and species. *Fieldiana Zool.* 1:1-127.
- Traub, R. 1985. Coevolution of Fleas and Mammals. In: Kim, K. Ch. (Ed.), *Coevolution of parasitic Arthropods and Mammals*. Wyley-Inter-Science:295-437.

- Traub, R. y A. Barrera. 1955. Three new fleas of the genus *Strepsylla* Traub (Siphonaptera: Hystrichopsyllidae). *Fieldiana Zool.* 37: 541-550.
- Traub, R. y C. Hoff. 1951. Records and descriptions of fleas from New Mexico. *Amer. Mus. Novitates* 1530: 1-23.
- Traub, R. y P. T. Jonson. 1952a. *Kohlsia whartoni* and *Stenoponia ponera*, New Species of fleas from North America. *J. Parasitol.* 38(1): 6-18.
- Traub, R. y P. T. Jonson. 1952b. *Atyphloceras tancitarí* and *Jellisonia bonia*, new species of fleas from México (Siphonaptera). *Amer. Mus. Novitates* 1558: 1-19
- Traub, R. y T. M. Evans. 1967. Descriptions of new species of Hystrichopsyllidae fleas with notes on Arched prenatal combs, Convergent, Evolution and Zoogeography (Siphonaptera). *Pacific Insects* 9(4): 603-677.
- Traub, R., M. Rothschild & J. Haddow. 1983. The Ceratophyllidae. Robert Traub & Miriam Rothschild publ. (British Museum): 288 pp.
- Vargas 1951. Notas acerca de las pulgas mexicanas (Insecta; Suctoria). *Rev. Inst. Salubr. Enf. Trop.*, 12 (1-4): 81-87
- Vargas 1952. Pulgas de México. *Polygenis rozeboomi* n. sp. *Bol. of. Sanitaria Panamericana* 32(6): 515-520.
- Vargas 1955. *Diamanus hopkinsi* n. sp. (Ceratophyllidae Siphonaptera). *Rev. Inst. Salubr. Enferm. Trop.* 15(1): 15-31.
- Vargas 1960. *Orchopeas reevesi* n. Sp. de Sonora, México (Siphonaptera Ceratophyllidae) *Rev. Inst. Salubr. Enferm. Trop.* 20(1): 27-35.
- Vargas 1960. Encuentro de *Anomiopsyllus hiemalis* Eads. y Menzies, 1948. *Medicina* 40(849): 372-375.
- Valdéz, E. M. 1982. Estudio del parasitismo de dos especies de lepóridos (Lagomorpha) en la región de Texcoco, Méx. In *Resúmenes del IV Congreso Nacional de Zoología Mazatlán, Sinaloa, México.*