

25
29

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
Facultad de Ciencias



**SIFONAPTEROFAUNA (ARTHROPODA; INSECTA) ASOCIADA A
ROEDORES EN EL BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA DE LA
SIERRA DE JUAREZ, OAXACA: UNA INTERPRETACION
BIOGEOGRAFICA**

Tesis que para obtener el grado de
Maestro en Ciencias
presenta el
Biól. Hugo Enrique Ponce Ulloa

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

CONTENIDO

Resúmen.....	1
1. Introducción	
Algunos aspectos generales de los Siphonaptera de México	3
El bosque mesófilo de montaña en México.....	6
Estudios relacionados con la biota de la Sierra de Juárez, Oaxaca.....	7
Objetivos.....	8
2. Generalidades del área de estudio	
Localización y acceso.....	9
Geología y fisiografía.....	9
Hidrología.....	9
Vegetación.....	9
Clima.....	11
Descripción de las estaciones de muestreo.....	11
3. Material y Método	
Recolección.....	15
Trabajo de Gabinete.....	17
Lista anotada y clave ilustrada.....	17
Análisis de distribución.....	17
Relación entre áreas.....	17
Clasificación de especies por su distribución.....	21
Análisis de la relación huesped parásito.....	22
Otros.....	22
4. Resultados	
I Distribución de Rodentia en Sierra de Juárez.....	25
II Distribución de Siphonaptera en Sierra de Juárez.....	31
Riqueza, abundancia y diversidad.....	31
Distribución altitudinal de siphonaptera.....	34
Clasificación de especies con base en su distribución	38
Relación huésped parásito.....	39
III Relación de la siphonapterofauna de Sierra de Juárez, Oaxaca con las otras áreas del país.....	40
5. Discusión	
I Distribución local de Siphonaptera en Sierra de Juárez..	47
Abundancia y riqueza.....	47
Riqueza estacional.....	48
Distribución de siphonaptera por tipos de vegetación..	48
Afinidades faunísticas.....	49
Distribución altitudinal.....	50
II La fauna de pulgas de roedores de la Sierra de Juárez y su relación con la de otras áreas.....	51
Similitud.....	52
Distribución en el bosque mesófilo de montaña.....	53
Historia.....	54
Endemismo.....	55
Patrones generales de distribución.....	56
6. Conclusiones.....	57
Agradecimientos.....	59
Literatura citada.....	61
Apéndice I. Clave ilustrada (Siphonaptera de la Sierra de Juárez).....	67
Apéndice II. Lista anotada (Siphonaptera de la Sierra de Juárez).....	79

Apéndice III. Dendrogramas de similitud cuantitativos (Siphonaptera de Sierra de Juárez).....	97
Apéndice IV. Dendrogramas de similitud cualitativos (Siphonaptera de Sierra de Juárez).....	101
Apéndice V. Dendrogramas de similitud cualitativos (Rodentia de Sierra de Juárez).....	105
Apéndice VI. Dendrogramas de similitud cualitativos (Siphonaptera de México).....	109
Apéndice VII. Listas de Siphonaptera de diversas regiones de México.....	113

Cuadros y Figuras

Figura 1. Especies y subespecies de México.....	5
Figura 2. Porcentaje de especies por familia de México....	6
Figura 3. Localización y acceso al área de estudio.....	10
Figura 4. Perfil vegetacional de la Sierra de Juárez, Oax.	12
Figura 5. Especies de Rodentia por recolecta (Incremento).	15
Figura 6. Especies de Siphonaptera por recolecta (Incrém.)	16
Figura 7. Distribución mundial de los Siphonaptera de la Sierra de Juárez.....	26
Figura 8. Patrones de abundancia de Siphonaptera y Rodentia	27
Figura 9. Riqueza estacional (Rodentia).....	27
Figura 10. Límites de distribución (Rodentia).....	28
Figura 11. Fenogramas de consenso por método de agrupación (Índices cualitativos, Rodentia).....	31
Figura 12. Fenograma de consenso general (Rodentia).....	31
Figura 13. Abundancia de Siphonaptera.....	32
Figura 14. Abundancia de Siphonaptera (estandarizada).....	33
Figura 15. Diversidad y equitatividad de Siphonaptera.....	33
Figura 16. Riqueza estacional (Siphonaptera).....	34
Figura 17. Límites de distribución (Siphonaptera).....	35
Figura 18. Fenogramas de consenso por método de agrupación (Índices cuantitativos, Siphonaptera de Sierra de Juárez).	37
Figura 19. Fenograma de consenso general (Índices cuantitativos, Siphonaptera de Sierra de Juárez).....	37
Figura 20. Fenogramas de consenso por método de agrupación (Índices cualitativos, Siphonaptera de Sierra de Juárez)..	38
Figura 21. Fenograma de consenso general (Índices cualitativos, Siphonaptera de Sierra de Juárez).....	39
Figura 22. Clasificación de Siphonaptera por distribución..	39
Figura 23. Intervalo altitudinal estudiado en diferentes regiones de México.....	42
Figura 24. Fenogramas de consenso por métodos de agrupación (Índices cualitativos, Siphonaptera de México).....	44
Figura 25. Fenograma de consenso general (Índices cualitativos, Siphonaptera de México).....	44
Figura 26. Mesopleura de Kohlsia y Rhopalopsyllus.....	70
Figura 27. Mesocoxa de Rhopalopsyllus y Polygenis, terguitos abdominales de Myodopsylla.....	71
Figura 28. Tibia de Jellisonia y Plusaetis.....	72
Figura 29. Segmentos modificados de Ceratophyllidae.....	73
Figura 30. Segmentos modificados de Ceratophyllidae.....	74

Figura 31. Segmentos modificados de Ceratophyllidae.....	75
Figura 32. Segemntos modificados de Ceratophyllidae.....	76
Figura 33. Segmentos modificados de Ceratophyllidae.....	77
Figura 34. Cabeza de <i>Ctenophthalmus</i> y <i>Strepsylla</i>	78
Cuadro 1. Recolectas efectuadas.....	16
Cuadro 2. Indices cualitativos de similitud.....	19
Cuadro 3. Indices cuantitativos de similitud.....	19
Cuadro 4. Especies de Siphonaptera y Rodentia registradas en el área de estudio.....	29
Cuadro 5. Registro mensual de las especies de Rodentia....	30
Cuadro 6. Registro mensual de las especies de Siphonaptera	35
Cuadro 7. Indice de parasitismo (infestación) de pulgas en roedores.....	41

RESUMEN

La Sierra de Juárez en el estado de Oaxaca constituye la continuación SE de la Sierra Madre Oriental, aislada de ésta por la aparición de la cuenca de Veracruz. Es una zona donde los endemismos se han visto favorecidos, debido a su probable emergencia desde el Jurásico. Este estudio se desarrolló en un gradiente altitudinal que abarca el ecotono bajo de bosque tropical perennifolio y bosque mesófilo de montaña, a 600 m de altitud, y el ecotono de éste último con el bosque de pino-encino a los 2400 m. En aproximadamente dos años y medio de recolecta se obtuvieron 852 ejemplares de sifonápteros, pertenecientes a 15 especies, de nueve géneros de cuatro familias, de las que sólo 13 se encontraron sobre roedores. Entre estas pulgas se registraron: el macho aún no descrito de una especie de Ceratophyllidae, dos especies de esta misma familia desconocidas para México hasta antes de este trabajo y una nueva especie para la ciencia. En la distribución local de los sifonápteros en el área de estudio se encontró un patrón que coincide con el de sus huéspedes roedores sólo en la cota superior, no así en las porciones media y baja, que es ocupada por diferentes tipos de bosque mesófilo y a los que los sifonápteros se suponen muy sensibles, indicando la presencia de tres pisos altitudinales, uno más que los obtenidos a partir de la distribución de roedores. De las pulgas parásitas de roedores se separan básicamente tres grupos; el primero con una muy baja abundancia y distribución muy restringida, el segundo con especies escasas pero con distribución más amplia, y por último aquellas especies con distribución bien delimitada por el bosque mesófilo y que además son abundantes. Del examen desprendido de la comparación de la sifonapterofauna de la zona con la de otras áreas de México en la cual se han desarrollado trabajos semejantes, se determinó el patrón de similitud de la Sierra de Juárez y dichas zonas, de las que se separa notoriamente, asemejándose más al Eje Neovolcánico, debido principalmente a la presencia del bosque mesófilo de montaña de una manera similar. Por todo lo anterior se destaca a los sifonápteros como buenos indicadores ecológicos, debido a la diferencia en los requerimientos de sus estados de vida, asimismo se señala la importancia de profundizar en el estudio de la filogenia de este grupo de insectos, lo que brindará seguramente interesantes datos de la biogeografía de la Zona de Transición Mexicana, cuando éstos sean correlacionados con su distribución y su asociación con sus huéspedes.

1

INTRODUCCION

Algunos aspectos generales de los Siphonaptera de México. Las pulgas son insectos ectoparásitos principalmente de mamíferos, de los que el orden parasitado con mayor frecuencia y especificidad es Rodentia (Traub *et al.*, 1983). Actualmente se conocen más de 2000 especies de sifonápteros en el mundo, la mayoría ha sido descrita durante este siglo, lo que se debe a que se descubrió en ellos una gran capacidad transmisora de parásitos tales como bacterias, helmintos y otros. así como el daño que ellas mismas ocasionan, lo que condujo a investigaciones sistemáticas más profundas y abundantes.

Los sifonápteros son de gran importancia por muy diversos aspectos: sanitario (transmisor de enfermedades), ecológico (asociaciones huésped-parásito), zoogeográfico (comparación de los patrones de distribución con sus huéspedes y su ambiente), y otros; a pesar de esto, actualmente se conoce poco de la sifonapterofauna de muchas áreas geográficas de México y de los aspectos mencionados.

En México, el aspecto sanitario de los sifonápteros juega un importante papel por los daños ocasionados al hombre mismo o a la fauna de la que se rodea, ya sea por los efectos directos como reacciones alérgicas a su picadura, la tunguiosis o infestación a aves domésticas por *Echidnophaga gallinacea*, o como transmisores de enfermedades como tifo murino, peste bubónica (Sandoval, *et al.*, 1962; Barrera, 1956), himenolepiasis, dipilidiasis, mixomatosis, fiebre Q y salmonelosis. En diversas zonas del país son un peligro latente o un problema real, como sucede con *Tunga penetrans* en Veracruz (Martínez-Palacios, com. pers.).

La investigación en la taxonomía y biogeografía de las pulgas en México así como de su biología es importante pues es un grupo que, dados los hábitos parasitarios del imago y la estrecha dependencia ambiental de las fases inmaduras (Barrera, 1968), aporta importantes e interesantes datos para la biogeografía de las comunidades. Por ejemplo, la subfamilia Ceratophyllinae cuenta con géneros característicamente mesoamericanos con una afinidad neártica como son *Jellisonia*, *Kohlsia*, *Pleochaetis* y *Plusaetis* cuyos principales huéspedes son roedores (especialmente con cricétidos) con los cuales llevan una estrecha relación, entre los que se encuentra el género *Peromyscus*, que es típicamente norteamericano, diversificado en México y con la mayoría de las especies mesoamericanas. México tiene una fauna donde predominan los Ceratophylloidea, grupo característicamente holártico, que se extiende hasta los Andes en el norte de Sudamérica en Colombia y

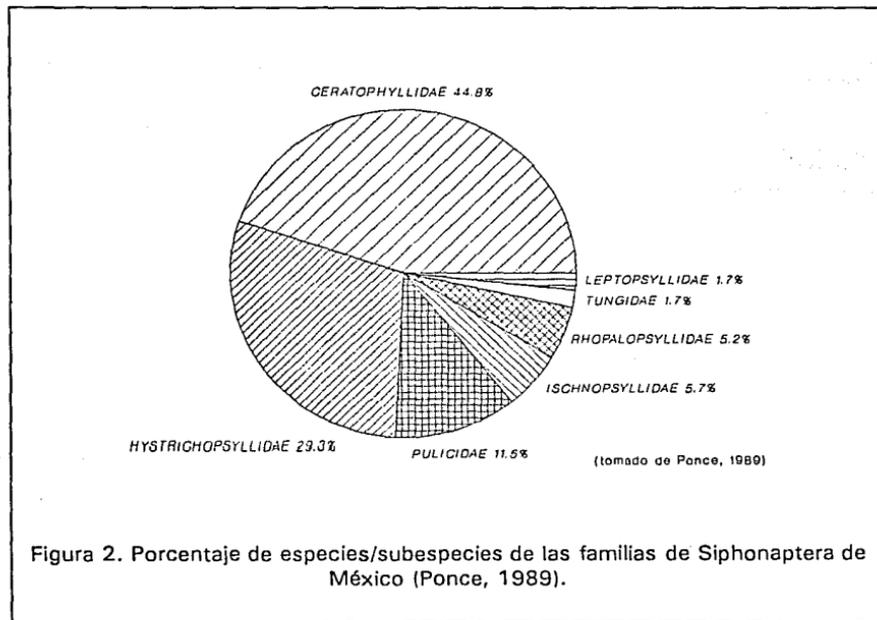
Ecuador. Por otra parte, se extiende en sentido inverso una fauna sudamericana de Rhopalopsylloidea que penetra por la vertiente del Golfo de México hasta Florida y por la vertiente del Pacífico hasta Sinaloa (Barrera, 1968).

En la historia del estudio de los sifonápteros y de la Biología en México pueden definirse tres etapas según Morales y Llorente (1986), las que coinciden con las tres grandes etapas de la historia del país; la primera de ellas se ubica desde la época precolombina hasta la época colonial, periodo del cual el conocimiento sobre el grupo es escaso o más bien nulo debido a la carencia de registros históricos que permitan evaluar el impacto en la sistemática de los sifonápteros por los antiguos mexicanos; la segunda se remonta a la primera mitad del siglo XX, época en la cual Karl Jordan y Charles N. Rothschild hacen importantes investigaciones a raíz de las epidemias de peste bubónica que azotaron a Estados Unidos y México, en esta etapa sobresale la labor de Alfonso Dampf en la República Mexicana. En 1950, año en el que inicia la tercera etapa, Robert Traub hizo un importante estudio de las pulgas de México y Centroamérica, enfocado principalmente a las pulgas del monte Tancítaro, Michoacán en el que hizo un interesante análisis de los genitales de los sifonápteros como herramienta indispensable para su estudio taxonómico, así como la descripción del género *Jellisonia* género con una amplia diversificación en Mesoamérica; otro estudio importante de esta etapa es el hecho por Holland en 1965, en el que hizo importantes aportaciones al conocimiento de las pulgas mexicanas al describir nuevos taxa del sur del país.

Alfredo Barrera efectuó un estudio acerca de la sifonapterofauna del volcán Popocatepetl, en el que encuentra una falta de correspondencia entre la distribución cliserial de mamíferos con la de las pulgas que los parasitan, por lo que sugirió que la distribución de los sifonápteros se debe a una compleja combinación de factores, de los que posiblemente sean más importantes la mayor o menor estenoxenia de los imagos y la gran dependencia climática de las larvas. Asimismo encontró discrepancia en la afinidad biogeográfica de los mamíferos y las pulgas, sobre todo por la presencia de especies de origen sudamericano respecto a mamíferos, no así de pulgas (Barrera, 1968). El mismo autor realizó trabajos relativos a este grupo en Guerrero y la Cuenca del Valle de México, (1953 y 1958) en los que incluye datos sobre la distribución y comentarios sobre la faunística y las relaciones taxonómicas de las especies encontradas.

En 1968 Tipton y Méndez hicieron el inventario de las pulgas de Cerro Potosí, Nuevo León, en el que registraron 28 especies para la zona. En 1976 Pérez hizo el análisis de los sifonápteros del derrame lávico del volcán Chichinautzin en el estado de Morelos, en el que llega a conclusiones semejantes a las obtenidas por Barrera en el volcán Popocatepetl, de manera que se consideran zonas estrechamente asociadas, con afinidad boreal.

Es en el centro del país donde se conoce un mayor número de especies de sifonápteros, debido fundamentalmente a los trabajos efectuados por A. Barrera y sus colegas y alumnos hasta 1986 (Figura 1)(Ponce 1988b). En México es claro el dominio de las familias Ceratophyllidae (44.8%) e Hystrichopsyllidae (29.3%) (Figura 2), familias de afinidad holártica con representantes en la región holártica, en el caso de la primera y que representa casi la mitad de las especies registradas es en la que es posible encontrar los casos más notables de endemismo y relación huésped parásito, con géneros como *Kohlsia* y *Jellisonia*, ambos exclusivos de la franja transicional entre las regiones neártica y neotropical (Zona de Transición Mexicana).



El bosque mesófilo de montaña en México. El bosque mesófilo de montaña es un mosaico de elementos de distintas afinidades, entre los que dominan los neotropicales, aunque los holárticos y autóctonos tienen una representatividad considerable, como resultado de su localización en la Zona de Transición Mexicana (Luna *et al.*, 1989); en

el Pleistoceno, al menos, la oscilación en la temperatura y la precipitación debidos a los desplazamientos polares durante las glaciaciones, provocaron a su vez el desplazamiento de la flora y la fauna (Gentry, 1942 y 1946, *apud* Barrera, 1968), antes de esto el bosque mesófilo era abundante y continuo (Toledo, 1982; Luna *et al.* 1988). En la Sierra Madre Oriental existe una franja angosta y no del todo continua, desde el suroeste de Tamaulipas hasta el norte de Oaxaca, pasando por San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Veracruz; en Oaxaca la franja se amplía hasta que es interrumpida por el Istmo de Tehuantepec (Rzedowski, 1978). En el Pacífico el bosque mesófilo está restringido a cañadas y laderas donde las condiciones de humedad y temperatura son ideales para su desarrollo, especialmente protegidas, y en algunos casos inaccesibles; sólo en la Sierra Madre del Sur y la Sierra de Oaxaca existen manchones de relativa consideración. El límite inferior de este tipo de vegetación es muy variable, en San Luis Potosí se encuentra hasta los 600 m, en Veracruz baja hasta los 400, en Jalisco no llega más abajo de los 800 m (Rzedowski, 1978), en Guerrero y Oaxaca llega a los 900 m en las Sierras de Atoyac y de Juárez respectivamente. Luna *et al.* (1988) proponen la urgente investigación sobre este bosque en sus diferentes composiciones y sus afinidades biogeográficas, ya que se haya en proceso de desaparición.

Estudios relacionados con la biota de la Sierra de Juárez, Oaxaca. Las serranías del norte de Oaxaca han sido señaladas como una de las más interesantes botánica (Rzedowski y Palacios, 1977) y zoológicamente (Robertson, 1975), y aunque ha sido estudiada por especialistas de varios grupos biológicos, es poco lo que se sabe de éstas. El aislamiento de la Sierra de Juárez ha favorecido el grado de endemismo de su biota, *v. gr.* el coleóptero *Plusiotis victorina* Hope, el lepidóptero *Pterorus esperanza* (Beutelspacher) y los roedores *Habromys lepturus* Merriam, *Oryzomys caudatus* Merriam y *Microtus oaxacensis* Goodwin, además es una de las regiones mejor conservadas del país debido a la dificultad que representa su acceso, ya que son abundantes las pendientes de más de 45° (Rzedowski y Palacios, *op. cit.*), que impiden el establecimiento de asentamientos humanos, salvo los pequeños caseríos de comunidades indígenas chinantecas. Por otra parte, el área ofrece la ventaja de que en una distancia relativamente corta es posible encontrar diferentes asociaciones vegetales.

Del estado de Oaxaca apenas eran conocidas, hasta antes de este estudio, algunas especies como *Jellisonia ironsi*, *Kohlsia martini* y *Plusaetis soberoni*, pero muy probablemente existan especies de los géneros *Opisodasys*, *Orchopeas*, *Oropsylla* y *Pleochaetis "sensu stricto"* (Ceratophyllidae) que son registradas desde el sur de los Estados Unidos hasta Colombia (Traub, Rothschild y Haddow, 1983), pero se ha observado que otras familias como Hystrichopsyllidae se encuentran bien representadas en nuestro territorio.

Morales y Llorente (1986) ponen en evidencia que muchas áreas de México están prácticamente inexploradas, una de ellas motivos de este estudio; por otra parte, la Sierra de Juárez es una zona de la que se citan numerosos endemismos de fauna y flora (v. gr. el roedor *Habromys chinanteco* [Ramírez, *et al*, 1986]), por lo que posiblemente se puedan registrar nuevas taxa de pulgas para la ciencia. En 1977 A. Barrera y A. Muñiz recolectaron por una semana en la Sierra de Juárez, pero no se conocen aún los resultados (Llorente, com. pers.). Por lo que respecta a otros grupos biológicos cabe destacar los trabajos realizados por Robertson (1975), Rzedowski y Palacios (1977) y Luis (1991). El primero se refiere al estudio de la estructura de la comunidad de roedores del área y otra zona cercana en la vertiente del Pacífico, misma que compara en sus patrones de distribución de los mamíferos mencionados en relación con factores físicos y bióticos, así como un análisis de periodos de reproducción y demografía. El segundo se centra fundamentalmente en la descripción del bosque mesófilo de montaña en el mismo transecto que ocupa el presente trabajo, detallando la estructura del bosque de *Engelhardtia*. En fechas más recientes, Luis (1991) efectuó un estudio acerca de la distribución altitudinal y la fenología de Papilionoidea del área, en el que señala a la Sierra de Juárez como la zona de mayor diversidad en mariposas diurnas de México. localmente la franja más rica se encuentra a los 900 m de altitud, en el ecotono del bosque mesófilo y la selva alta.

Objetivos. Describir la distribución local de los sifonápteros de roedores en el Bosque Mesófilo de Montaña (600-2400 m) de la Sierra de Juárez, Oaxaca, en función de altitud, clima, vegetación y distribución de sus huéspedes. Mediante análisis fenético hacer una interpretación biogeográfica de la similitud de la sifonapterofauna de roedores del área de estudio con respecto a la de otras áreas del país.

2

GENERALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO

Localización y acceso. El transecto trazado para el presente estudio se encuentra en la porción norte del estado de Oaxaca, entre las coordenadas 17° 30' y 17° 45' latitud norte y 95° 30' y 95° 40' longitud oeste (Figura 3). El acceso a los puntos de recolecta es por brechas adyacentes a la carretera Tuxtepec-Oaxaca (Carretera Federal 175). El área constituye parte de la región de La Chinantla de Oaxaca en la que se encuentran algunos poblados y caseríos como Puerto Eligio, Vista Hermosa y La Esperanza, cuyos pobladores de todas las edades, en su mayoría, hablan el español además de la lengua chinanteca (del subtipo del municipio de Comaltepec).

Geología y fisiografía. López (1983) señala que la Sierra de Juárez es la continuación SE de la Sierra Madre Oriental y es independiente en su origen a la cuenca de Veracruz de la cual es vecina ya que la primera emergió en el Paleozoico contribuyendo a la limitación de la última hacia el Cretácico. Carfantan (1983) determinó que la secuencia sedimentaria epimetamórfica databa del Cretácico Inferior, con la identificación del foraminífero *Calpionellopsis oblonga*. Hay evidencias de que estuvo emergida durante la invasión del mar entre el Jurásico Medio y el Superior lo que favoreció a un prolongado aislamiento de su fauna y flora, por lo que ha sido señalada como una región con un alto grado de endemismo.

Hidrología. Por las diversas cañadas presentes en el área corren numerosos arroyos que bajan de las montañas que constituyen a la sierra, estos alimentan al Río Valle Nacional, que debe su nombre a la población por la cual atraviesa, mismo que a de alimentar al Río Papaloapan que a su vez desemboca al Golfo de México (Figura 3).

Vegetación. En un transecto desde los 600 a los 2400 m, con orientación NO-SE, se encuentran principalmente elementos de bosque mesófilo de montaña. De los 600 a los 900 m se registra una alternancia de bosque tropical perennifolio con *Terminalia amazonia*, *Vochysia hondurensis* y otros árboles y del encinar de *Quercus glaucescens*; de los 900 a los 1400 m se continúa el bosque tropical perennifolio en el que son frecuentes *Lonchocarpus*, *Lapalacea*, *Ternstroemia* y varias Lauraceae, y algunos helechos arborescentes; es en esta franja donde aparentemente está el ecotono entre el bosque tropical y el bosque mesófilo de montaña, este último prevalece hasta los 2250 m. El bosque mesófilo en la Sierra de Juárez está representado a su vez por diversas asociaciones, de los 1400 a los 1600 m son abundantes las especies de la familia Lauraceae, así como de *Ilex*, *Podocarpus*, *Engelhardtia* y otras; entre los 1600 y los 1800 m *Engelhardtia mexicana* se convierte

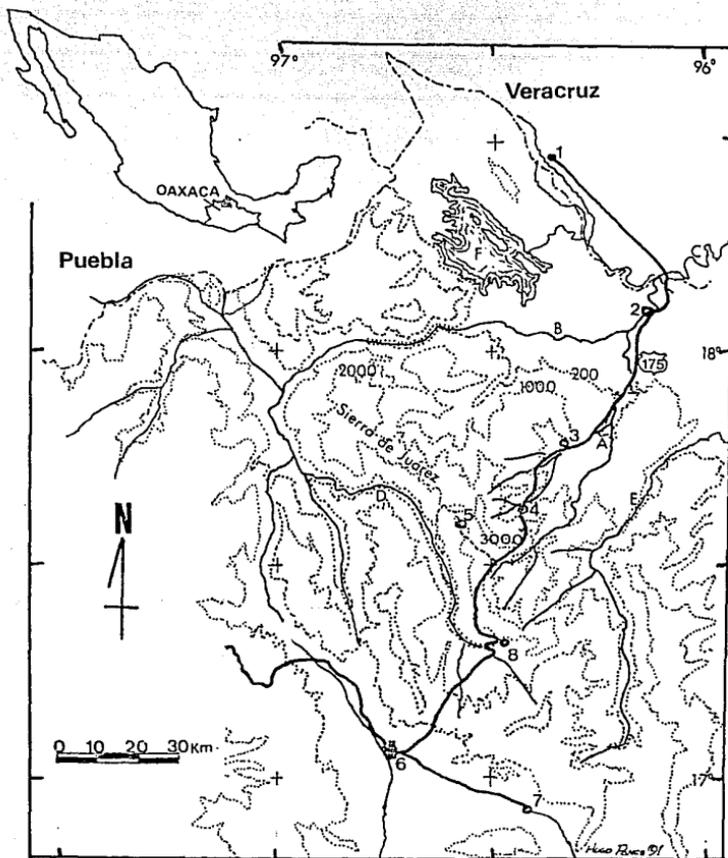


Figura 3. Localización y acceso al área de estudio.

- | | |
|----------------------------|-------------------------------|
| A. Río Valle Nacional | 1. Tierra Blanca |
| B. Río Santo Domingo | 2. San Juan Bautista Tuxtepec |
| C. Río Papaloapan | 3. Valle Nacional |
| D. Río Grande de Ixtlán | 4. La Esperanza |
| E. Río Cajonos | 5. Santiago Comaltepec |
| F. Presa Presidente Alemán | 6. Oaxaca de Juárez |
| | 7. Tlacolula de Matamoros |
| | 8. Guelatao de Juárez |

en la especie dominante; de los 1800 a los 2050 m los elementos de *Engelhardtia* comparten territorio con *Quercus*, este árbol predomina en los siguientes cien metros de altitud; de los 2150 a los 2250 se presenta un bosque mesófilo de montaña con facies baja (entre 8 y 12 m de altura) con especies de *Clethra*, *Clusia*, *Oreopanax*, *Persea* y otros arboles; en la parte superior del transecto se encuentran bosques de *Quercus* y *Pinus* (Rzedowski y Palacios, 1977) (Figura 4).

Clima. El clima es caluroso en la parte baja del transecto (Puerto Eligio) hasta los 1000 m se presenta un clima de tipo Af(m) (S. P. P., 1981), de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1981), lo que significa que la oscilación en la temperatura es de 6 °C, con un promedio de temperatura anual de 24 °C, con un porcentaje de lluvias en los meses más húmedos de 69.1%, y un porcentaje invernal de 14.7%.

En la parte intermedia (1400-2100 m, Campamento Vista Hermosa [1450 m]) la precipitación es de 5000 a 6000 mm, lo que la señala como una de las regiones más húmedas del país, de acuerdo con la clasificación de climas citada la fórmula climática es C(fm)b(i') (Rzedowski y Palacios, 1977), según la cual se trata de un clima templado húmedo, cuya temperatura media anual está entre los 12 y 18 °C, con una precipitación invernal menor al 18%, la precipitación en el mes más seco es mayor a los 40 mm; de hecho, en raras ocasiones la precipitación media es menor a 200 mm en la zona durante el mes más seco, el número de días despejados durante el año no es mayor a cincuenta.

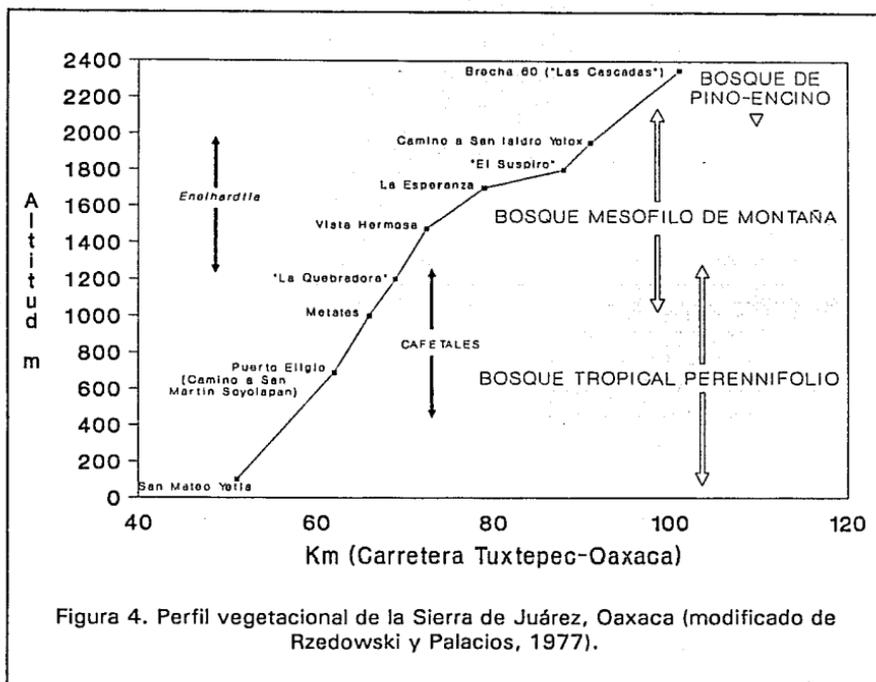
En las porciones elevadas el clima es del tipo C(m)(w) (S. P. P., 1981), según el cual la temperatura media del mes más frío está entre los -3 y los 18 °C, y la del mes más caliente es superior a los 6.5 °C; la precipitación del mes más seco es menor a los 40 mm, con un porcentaje de lluvia invernal del 5% de la anual

Descripción de las estaciones de muestreo.

Puerto Eligio (600-750 m) (Camino a San Martín Soyolapan), Municipio Santiago Comaltepec. Se encuentra a aproximadamente dos kilómetros de la desviación de la carretera federal 175 (Tuxtepec-Oaxaca) hacia el poblado de San M. Soyolapan, en la ranchería que da su nombre a esta estación de muestreo en el Km 62. La vegetación está representada por elementos de bosque tropical perennifolio como lo son *Terminalia amazonia* y *Vochysia hondurensis*, además de algunos ejemplares de *Quercus* sp. Algunas áreas se hallan perturbadas por la tala, el cultivo de maíz y la presencia de algunos potreros.

Metates (900-1100 m), Mpio. San Mateo Yetla. Poblado localizado en el Km 66 de la carretera citada. El bosque tropical perennifolio está aun presente en esta localidad

en el que son frecuentes especies de *Lonchocarpus*, *Laplacea*, *Ternstroemia* y varias lauráceas, donde el sotobosque es escaso en algunas partes, se aprecia también la abundancia de helechos arborescentes y cafetales.



La Quebradora (1150-1250), Mpio. Santiago Comaltepec. Es entre esta localidad y la anterior donde los elementos de bosque mesófilo de montaña empiezan a aparecer, aunque no de una forma abundante. La llamada "Quebradora" es una cañada profunda ubicada en el Km 69 de la carretera federal 175, por la que corre un pequeño arroyuelo, que se pierde entre los peñascos hacia el costado descendiente de la carretera. La parte que sube de la carretera presenta una espesa vegetación, al igual que en sus bordes; no así la parte descendiente, que es resultado seguramente de un deslave de roca caliza, no obstante en los bordes aún es posible encontrar vegetación original. La vegetación es muy semejante a la de Metates, con la presencia de *Engelhardtia* y algunos otros elementos de bosque mesófilo de montaña.

Vista Hermosa (1450-1500), Mpio. Santiago Comaltepec. Lugar donde se ubica el poblado del mismo nombre entre los Kms 72 y 73. Probablemente aquí se marca el límite inferior del bosque mesófilo de montaña dada la discontinuidad florística y estructural que ya habían constatado Rzedowski y Palacios (1977), en la que *Engelhardtia mexicana* ya está acompañado de especies de *Ilex*, *Podocarpus*, *Alchornea* y abundantes árboles de la familia Lauraceae.

La Esperanza (1650-1750), Mpio. Santiago Comaltepec. En el Km 79 de la carretera Tuxtepec-Oaxaca se encuentra el caserío de La Esperanza, uno de los primeros en constituirse en el área, y uno de los más importantes. El bosque mesófilo de montaña es la vegetación dominante, y en algunas porciones está bien conservado, *Engelhardtia mexicana* es muy abundante en la zona.

El Suspiro (1800), Mpio. Santiago Comaltepec. Es una cañada ubicada en el Km 88 de la carretera. Su característica particular es una corriente de viento frío que desciende por ella, por lo que se supone es un paso de las corrientes del Golfo hacia el Pacífico. En esta localidad corre un arroyo que es resultado de la unión de dos más pequeños localizados aproximadamente 200 metros hacia arriba. El suelo es rocoso y el bosque mesófilo se extiende sólo en sus bordes con algunos *Quercus*.

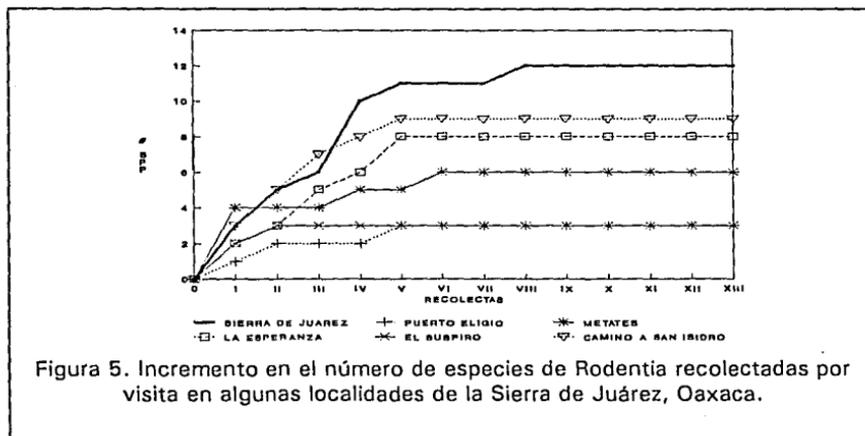
Camino a San Isidro Yolox (1900-2000), Mpio. Santiago Comaltepec. Corresponde a una desviación descendiente en el Km 91 de la carretera a Oaxaca. Es en esta localidad donde el bosque mesófilo de montaña se halla mejor conservado, *Engelhardtia mexicana* es dominante junto con varias especies de *Quercus* y algunas especies de facies baja (8-12 m de altura).

Brecha 60 (2300-2400) (Las Cascadas), Mpio. Santiago Comaltepec. Aserradero localizado en el Km 102 de la carretera. En este lugar el bosque mesófilo está restringido a las cañadas y es de relativa poca altura (aproximadamente 10 m) con especies de los géneros *Clethra*, *Oreopanax*, *Clusia* y *Persea*, la vegetación dominante es la de bosque de coníferas con especies de *Pinus* y *Quercus*.

3

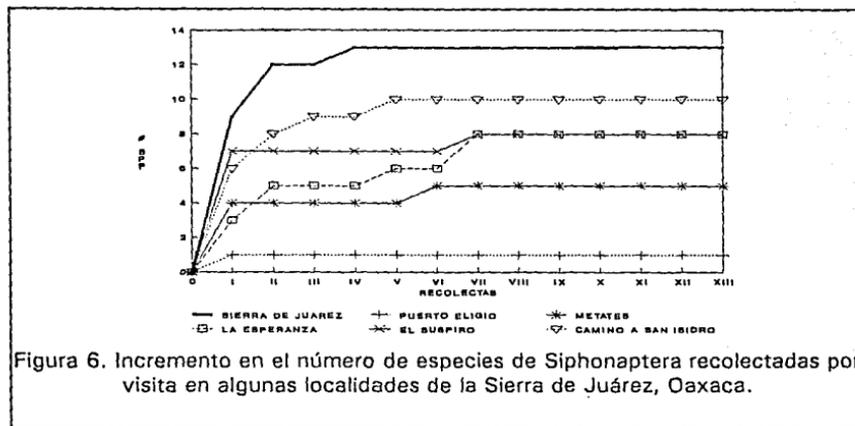
MATERIAL Y METODOS

Recolección. Se efectuaron recolecciones de roedores, desde abril de 1987 hasta enero de 1990, en el Bosque Mesófilo de Montaña en la Sierra de Juárez, Oaxaca (Cuadro 1) colocando durante dos noches con sus días 40 trampas Sherman y 5 trampas Tomahawk (en promedio), se contó también con la colaboración de cazadores de la región. Las recolecciones fueron diurnas y nocturnas. En las Figuras 5 y 6 se grafica el número acumulado de especies de Siphonaptera y Rodentia a lo largo del periodo de recolección en las principales localidades de muestreo, lo más notable en estas gráficas es la aparición de nuevos registros de sifonápteros aunque los registros de roedores se hubiese estabilizado (salidas IV y V); en otro sentido es notable el comportamiento asintótico de todas las gráficas hacia las últimas salidas, lo que indica un alta probabilidad de haber registrado a todas las especies.



Antes de tomar los datos merísticos de los huéspedes se recolectaron sus ectoparásitos de la siguiente manera: se colocó al mamífero en una bolsa de plástico, sacrificándolo por asfixia al presionarle el tórax; fuera de la bolsa se cepilló y se sopó a contrapelo sobre una charola con agua, en donde los ectoparásitos quedaron depositados; con un pincel fueron retirados aquellos que quedaban en el pelo o en la bolsa de plástico. Para cada huésped se preparó un frasco vial con alcohol etílico al

70% que sirvió de recipiente de los ectoparásitos obtenidos para su traslado al laboratorio.



Cuadro 1. Recolectas realizadas en el área de estudio por mes. (desde mayo de 1987 hasta enero de 1990). PE=Puerto Eligio, ME=Metates, QB=La Quebradora, VH=Vista Hermosa, ES=La Esperanza, SU=El Suspiro, SI=Camino a San Isidro, BR=Brecha 60. PRIM.= Primavera, VER.= Verano, OTO.= Otoño, INV.= Invierno. BTP=Bosque Tropical Perennifolio, BMM=Bosque Mesófilo de Montaña, BPE=Bosque de Pino-Encino.

Periodo de Lluvias	VEGETACION		BTP <				BMM				BPE >	
	LOCALIDADES		PE	ME	QB	VH	ES	SU	SI	BR	Días	
Tempo. "Seca"	ABRIL											
	PRIM											18
	JUNIO											
Temporada Húmeda	JULIO											
	VER.											12
	AGOSTO											
Temporada "Seca"	SEPT.											
	OCTUBRE											
	NOV.											-25
	DIC.											
	ENERO											
	INV.											7
	FEBRERO											
	MARZO											
Total de días			12	8	3	4	18	5	11	1	62	

Trabajo de gabinete. Para la preparación de los insectos se siguió el procedimiento descrito por Barrera (1953), Pérez (1976) y Ponce (1988a):

a) Macerado en frío con KOH o NaOH (preferentemente el primero) al 10%, en un tiempo de uno a tres días según el tamaño de la pulga (los tiempos usados en los siguientes pasos dependen también de este factor).

b) Lavado en agua corriente de 10 a 15 minutos o hasta que no se observen restos de Hidróxido.

c) Deshidratado en alcoholes graduales desde 30% hasta absoluto, de 10 a 20 minutos en cada uno de ellos.

d) Transparentado en aceite de clavo. Este paso, como el primero, requiere de la revisión diaria del ejemplar hasta que las estructuras internas sean perfectamente definibles.

e) Lavado en Xilol o Xileno durante 15 ó 20 minutos.

f) Montado en Bálsamo de Canadá. Se debe cuidar que el costado izquierdo del ejemplar sea claramente observable, las patas no deben quedar sobre el cuerpo y que el organismo quede invertido en la preparación en relación a las etiquetas (la porción proximal a la izquierda).

En cada laminilla se adhirieron dos etiquetas, una a cada lado del ejemplar; la izquierda contiene los datos de recolecta del huésped y el nombre científico del mismo, así como su número de catálogo; la derecha contiene la determinación taxonómica del parásito de acuerdo con Hopkins y Rothschild (1962) y Barrera (1953), así como de descripciones originales (*v.gr.* Ayala y Morales, 1990) y comparación con ejemplares preparados de la colección "Alfredo Barrera" (Ayala *et al.*, 1988) del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la Facultad de Ciencias, U. N. A. M., donde todo el material recolectado está depositado.

Lista anotada y clave ilustrada. Con base en el material recolectado se procedió a la re-descripción de cada una de las especies de sifonápteros de la Sierra de Juárez, Oaxaca, considerando su variación poblacional cuando ésta fue detectada. Asimismo, se construyó una clave ilustrada para facilitar la determinación posterior de las pulgas de la zona.

Análisis de distribución

1. Relaciones entre áreas. Para el análisis de distribución de los sifonápteros de Sierra de Juárez, así como de su relación con otras áreas del país, se optó por la utilización de métodos de clasificación sobre los de ordenación por su sencillez en su aplicación, representación e interpretación. Específicamente se usaron doce coeficientes de similitud, seis de los cuales necesitan de datos cuantitativos y los restantes de datos

cualitativos (presencia-ausencia), aplicando unos u otros de acuerdo con los datos disponibles.

a) Coeficientes cualitativos. Son quizá los que con mayor frecuencia se usan en análisis ecológicos, ya que son fáciles de calcular (la mayoría) y no se requieren más datos que la presencia o la ausencia de determinado elemento en el otro con el cual se le compara, por lo que se les conoce como bivariados o de dos-estados (Cuadro 2), no obstante, tienen el inconveniente de "enmascarar" el peso de los elementos comparados, por lo que su resolución en algunos casos es muy baja, y es frecuente que se presente una gran cantidad de fenogramas-solución posibles o réplicas, se eligieron aquellos cuya resolución es más alta (de los que se tuvieron disponibles) o, como en el caso del Índice de Simpson, se le haya sugerido un valor crítico para la discriminación de grupos (Sánchez y López, 1988).

b) Coeficientes cuantitativos. Estos índices se distinguen de los cualitativos en que no sólo evalúan la presencia y/o la ausencia de los taxa, sino que al considerar su abundancia (absoluta o relativa) otorgan mayor o menor peso a estos elementos. Por lo anterior, su resolución es más alta, y la probabilidad de que se obtengan réplicas es relativamente baja (pero no nula, sobre todo en faunas muy pequeñas). Al igual que en el inciso anterior, se eligieron aquellos coeficientes que ofrecen el menor número de fenogramas-solución posibles (Cuadro 3).

Dado que la recolección fue heterogénea en lo referente al número de días por localidad, antes de aplicar los índices se procedió a estandarizar los datos de abundancia aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Ab.Std.} = \text{Ab.Abs.} / \#d.r.$$

donde Ab.Std. es la abundancia estandarizada, Ab.Abs. es la abundancia observada (absoluta) y #d.r. es el número de días totales en los que se recolectó en cada localidad.

Luego de la obtención de las matrices de similitud, se construyeron los dendrogramas correspondientes mediante cuatro métodos de agrupación (Crisci y López, 1983).

a) Ligamiento completo. La agregación de la unidad candidato es evaluada en función de la similitud menor que ésta posee con la otra unidad o a una de las que conforman un grupo ("vecino lejano"). Con los valores obtenidos, se construye una nueva matriz de similitud para reiniciar el proceso.

Cuadro 2. Indices cualitativos de similitud usados en el presente trabajo (*=citados por Rohlf, 1988, **=citado por Sánchez y López, 1988).

AUTOR	FORMULA
Kulczynski*	$K2 = \frac{1}{2}[a/(a+b)+a/(a+c)]$
Phi*	$PHI = (ad-bc)/\sqrt{[(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)]}$
Jaccard*	$J = a/(n-d)$
Simpson**	$RN2 = 100a/(a+b)$ donde $a+b=$ fauna menor
Simple matching*	$SM = m/n$
Ochiai*	$O = a/\sqrt{[(a+b)(a+c)]}$

Los valores en las fórmulas mencionadas se basan en la siguiente tabla de frecuencia de dos vías para dos objetos, I y J (según Rohlf, 1988):

		I		
		+	-	$m=a+d$ semejantes
J	+	a	b	donde: $u=b+c$ no semejantes
	-	c	d	$n=u+m$ tamaño de muestra

Cuadro 3. Indices cuantitativos de similitud usados en el presente trabajo (citados por Rohlf, 1988).

AUTOR	FORMULA
Bray y Curtis	$d_{ij} = \Sigma_k x_{ki} - x_{kj} / \Sigma_k (x_{ki} + x_{kj})$
χ^2	$d_{ij} = \sqrt{[\Sigma_k (x_{ki}/x_i - x_{kj}/x_j)^2 / x_k]}$
Canberra	$d_{ij} = (1/n) \Sigma_k [x_{ki} - x_{kj} / (x_{ki} + x_{kj})]$
Distancia euclidiana	$E_{ij} = \sqrt{[\Sigma_k (x_{ki} - x_{kj})^2]}$
Manhattan	$M_{ij} = (1/n) \Sigma_k x_{ki} - x_{kj} $
Morisita (modif. por Horn)	$C_{ij} = \Sigma_k x_{ki} x_{kj} / (\Sigma x_{ki}^2 / N_i^2 + \Sigma x_{kj}^2 / N_j^2) N_i N_j$

b) Ligamiento simple. Difiere del método anterior en que en este hay la agregación de una unidad a un grupo u otra unidad de acuerdo con su similitud máxima; cuando se trata de integrar a un grupo, se toma en cuenta la similitud mayor de la unidad a integrar con alguna de las unidades que constituyen el grupo ("vecino cercano").

c) Ligamiento promedio no ponderado (UPGMA). Este método consiste en formar grupos mediante el promedio de los valores de similitud de cada unidad operacional, mismo que se calculan siempre a partir de la matriz original.

d) Ligamiento promedio ponderado (WPGMA). El método es básicamente el mismo que en el anterior, con la diferencia de que los valores promedio de los grupos candidatos a ser anexados son calculados a partir de la matriz de similitud inmediata anterior y no de la original, de tal manera que puede darse el caso en que para el cálculo de un promedio se utilice otro ya calculado con anterioridad.

Cada fenograma fue evaluado mediante el método de correlación cofenética (Rohlf, 1988) que consiste en la construcción de una matriz de similitud hermana a la matriz de similitud original a partir del fenograma generado de la segunda, *i. e.* los valores (cofenéticos) se obtienen del nodo más próximo del fenograma que une a las dos entidades comparadas. Al compararse los valores cofenéticos con los valores de similitud originales mediante el coeficiente de correlación (*r*) en este caso llamada cofenética de Mantel (*Z*) cuya fórmula es:

$$Z = \sum X_{ij} Y_{ij}^{ij}$$

donde X_{ij} y y_{ij} son los elementos de las matrices de valores de similitud (*X*) y cofenéticos (*Y*), puede obtenerse una interpretación subjetiva de la bondad del fenograma, Rohlf (*op. cit.*) sugiere la siguiente tabla para este fin:

Valor de Z	Interpretación
$0.9 \leq r$	Muy buena
$0.8 \leq r < 0.9$	Buena
$0.7 \leq r < 0.8$	Pobre
$r < 0.7$	Muy pobre

en los casos en que se encontraron réplicas con una *Z* elevada, a partir de la misma matriz de similitud o distancia, se obtuvo un fenograma único mediante el método de consenso estricto (Sokal y Rohlf, 1982, citado por Rohlf, 1988) en el cual sólo se conservan aquellos nodos presentes en todos los fenogramas comparados

En los fenogramas resultantes, cada rama equivale a una unidad geográfica operacional (OGU), los nodos entonces se consideran unidades geográficas hipotéticas (HGU); si éstas son consideradas sin tomar en cuenta el largo de las ramas y sí en cambio la persistencia de las HGUs, en el análisis de las relaciones de las OGU mediante diversos métodos, es posible establecer un fenograma hipotético final que será el resultado del consenso de todos los anteriores. Para lograr lo anterior se utilizó el método de consenso por regla de mayoría ("Majority rule") (Margush y Morris, 1981, citado por Rohlf, 1988) que conserva en el fenograma resultante a aquellos grupos y subgrupos presentes en la mayoría de los fenogramas iniciales, basándose en el índice de estringencia (S) cuyo valor mínimo es 0.5, *i. e.* que aquellas uniones presentes en al menos la mitad (50%) de los árboles son las que se presentan en el árbol final, cuando $S = 1$ el método corresponde al de consenso estricto, dicho método tiende a reducir al mínimo la resolución del fenograma de consenso cuando las diferencias entre los árboles comparados son muchas, lo que suele ocurrir cuando se utilizan métodos de similitud (o disimilitud) y algoritmos de agrupación diferentes, por lo que es utilizado sólo en la comparación de réplicas obtenidas a partir de la misma fuente de similitud.

La mayoría de los cálculos de similitud (excepto Simpson) y los correspondientes a la construcción de fenogramas y al análisis de consenso fueron efectuados con el programa para computadora NTSYS-PC versión 1.5 (Rohlf, 1988).

Otro método utilizado en el análisis del gradiente es el sugerido por Navarro (1986), en el cual se cuentan las especies que tienen su límite de distribución tanto a un extremo como a otro del gradiente, la suma de ambos para cada localidad se grafica identificando los picos más altos, mismos que pueden ser considerados como límites de distribución global, y por lo tanto de los pisos altitudinales.

Barrera (1968) propuso un método más para definir pisos altitudinales, mismo que fue modificado por Ponce (1988a) con base en la propuesta de Sánchez y López (*op. cit.*) de discriminación de grupos para el Índice de Similitud de Simpson, tomando como elementos similares aquellos que poseen valores mayores a 66.66, dicho nivel de discriminación sólo es aplicable a pares de muestras, no a matrices (Sánchez, com. pers.).

II. Clasificación de especies por su distribución. Para la elaboración de este análisis se utilizó el método de "Dos Pasos" (TWO-STEP, Austin y Belbin, 1982) el cual consiste en relacionar la amplitud de la distribución de las especies así como su abundancia, obteniendo una matriz de disimilitud asimétrica (matriz D) mediante la siguiente ecuación:

$$D_{ij} = [\sum | X_{ij} - Y_{ij} |] / [\sum (X_{ij} + Y_{ij})]$$

donde i y j invierten sus valores en cada comparación, excepto cuando la especie tomada como referencia no existe en el área, aunque la comparada si exista.

Luego de obtener la matriz asimétrica, se comparan en ésta los diferentes valores para la relación entre dos especies para construir la matriz T , mediante la siguiente ecuación:

$$T_{ij} = \sum_1^m |D_{ik} - D_{jk}|$$

donde m es el número total de especies, y D_{ik} , D_{jk} son los valores correspondientes en la matriz D . Con los valores de disimilitud de la matriz T se construye un fenograma mediante cualquier método de agrupación; en esta sección del análisis se aplicó el algoritmo de agrupación por porcentajes no ponderados (UPGMA). Este método se señala como más recomendable sobre otros métodos de comparación mediante coeficientes de similitud o distancias por que considera las diferencias en el rango de distribución de las especies, además de su abundancia. Para los cálculos referentes a este análisis se usó el programa para computadora de análisis multivariado MULTIVAR (Sánchez-C. y Ornelas, 1988).

Análisis de la relación parásito-huésped. En esta parte del análisis se usó el llamado "Índice Aparente de Parasitismo" (IP) (Barrera, 1968; Pérez, 1976), o "Índice Aparente de Infestación" (Ponce, 1988):

$$IP = PP/HE$$

donde PP es el número de parásitos (en este caso pulgas) y HE es el número de huéspedes (roedores). El resultado de dicho índice aunque no deja de ser meramente descriptivo, permite suponer el orden de importancia de los diferentes huéspedes para cada especie de sifonáptero (siempre y cuando los datos de abundancia de ambos estén disponibles).

Otros. Como complemento y con el fin de otorgar mayor precisión al presente estudio se incluyó un breve análisis de la abundancia, la riqueza, la diversidad y la distribución temporal de las especies de pulgas del área. El índice de diversidad (H') usado es el propuesto por Shannon (no Shannon-Weaver, Krebs, 1985, *apud* Magurran, 1988) el cual asume que la muestra estudiada ha sido obtenida al azar de una población infinitamente grande, y que todas las especies están representadas en la muestra. La ecuación correspondiente es:

$$H' = -\sum(p_i \log p_i)$$

donde p_i es la proporción de individuos de la *i-ésima* especie, el verdadero valor de p_i es desconocido, pero es estimado por n_i/N (Pielou, 1969, *apud* Magurran, 1988). La equitatividad (E) puede ser calculada a partir de la fórmula anterior de la siguiente manera:

$$E = H'/H_{\max}$$

donde H_{\max} es el valor máximo de diversidad, de tal manera que suponiendo que todas las especies son igualmente abundantes H' será igual a H_{\max} ; un valor de $E = 1$, indica tal situación en una muestra. Los cálculos de diversidad y equitatividad fueron efectuados con el programa para computadora MVSP versión 1.3 (Kovach, 1986).

4

RESULTADOS

Se obtuvieron 852 ejemplares de pulgas de 15 especies, comprendidas en nueve géneros en cuatro familias (Ceratothylidae, Hystrichopsyllidae, Rhopalopsyllidae e Ischnopsyllidae) (Cuadro 4A) en 13 especies de roedores de 16 registradas en el transecto estudiado (Cuadro 4B), además de en una especie de marsupial y una de quiróptero. Se elaboró una clave en la que se ilustran los caracteres más relevantes para la diferenciación de las especies de la Sierra de Juárez, Oaxaca (Apéndice I) y una lista anotada de éstas basándose en los ejemplares recolectados, así como tomando como referencia las descripciones originales y obras como el catálogo Rothschild (Hopkins y Rothschild, 1956, 1962, 1966) o el compendio de Ceratothylidae de Traub, Rothschild y Haddow (1983). En la lista anotada se incluye además de una breve descripción, el material examinado en el que se detalla el sexo de los ejemplares, la localidad, fecha y huésped sobre el que fueron recolectados (Apéndice II). La distribución mundial conocida de las especies registradas en el área sobre roedores se ilustra en la Figura 7, es notable que todas estas especies se hallan de una manera característica en Mesomérica, con afinidad neártica.

I. Distribución de Rodentia en la Sierra de Juárez, Oaxaca.

Es indispensable un examen preliminar de la distribución de estos mamíferos en el área dado que son en su mayoría huéspedes de los insectos referidos en este trabajo (el análisis detallado forma el cuerpo central de un estudio aparte [Peña, en prep.])

El Cuadro 4 indica la amplitud de la distribución de cada especie a lo largo del transecto, incluyendo aquellas especies no recolectadas pero registradas por Robertson (1975). La Figura 8 muestra el patrón de abundancia de los roedores en el área, según la cual las especies de mayor abundancia tienen una mayor preponderancia relativa en el transecto, especialmente aquella que ocupe la giba que en este caso corresponde a *Oryzomys alfaroi*, aunque también es notable la diferencia que existe entre la especie más abundante (*Peromyscus melanocarpus*) con las demás; a su vez, estas dos especies, junto con *Peromyscus mexicanus*, son claramente más abundantes que las menos comunes, esto reviste un interés especial desde el punto de vista de su disponibilidad como recurso para los sifonápteros.

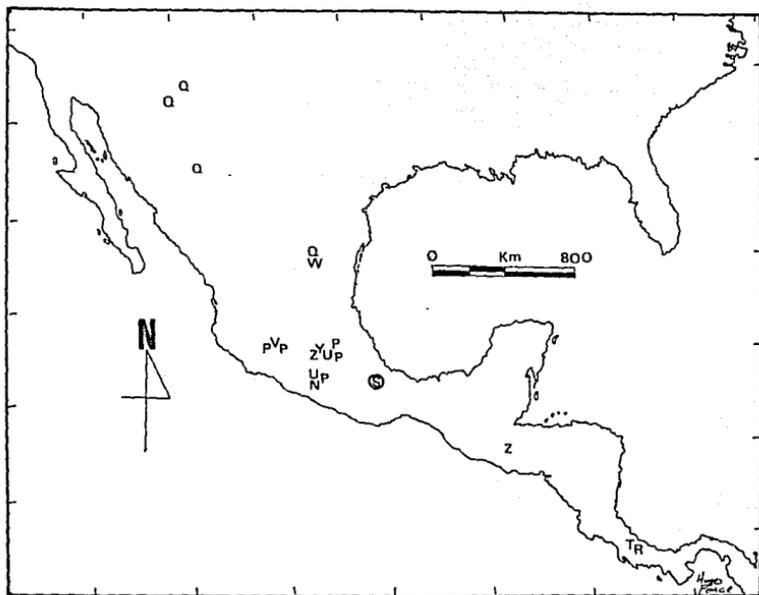
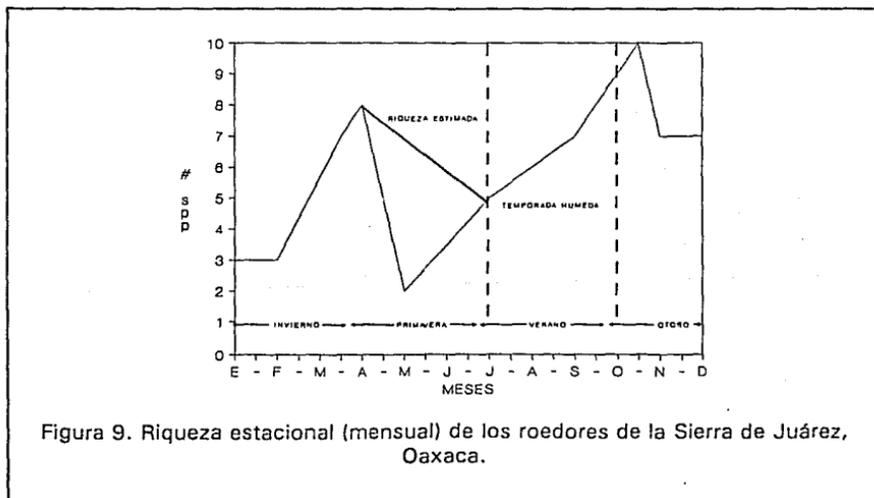
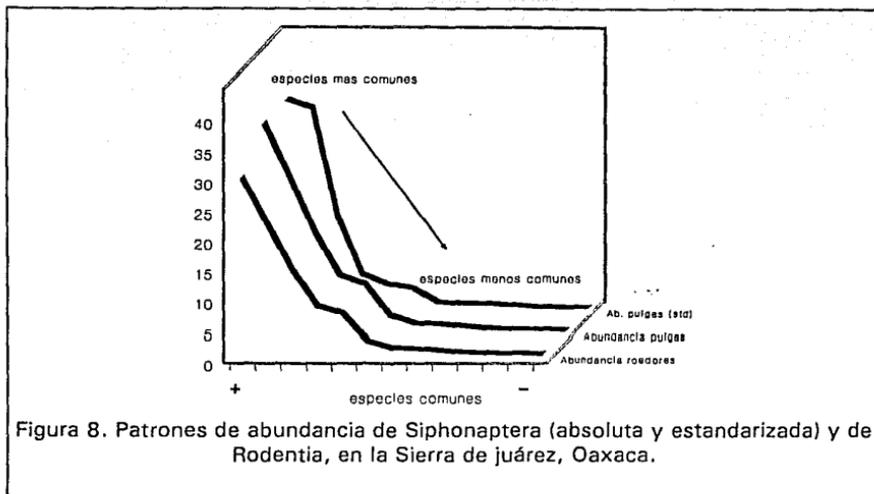


Figura 7. Distribución mundial de las especies de Siphonaptera de roedores registradas en la Sierra de Juárez, Oaxaca, antes de este estudio.

O	Sierra de Juárez
Z	<i>Jellisonia bonia</i>
Y	<i>Jellisonia dybasi</i>
W	<i>Jellisonia hayesi</i> ssp
V	<i>Jellisonia hayesi</i> hayesi
U	<i>Jellisonia hayesi</i> breviloba
T	<i>Kohlsia keenani</i>
S	<i>Kohlsia martini</i>
R	<i>Kohlsia mojica</i>
Q	<i>Plusaetis sibynus</i> sybinus
P	<i>Plusaetis sibynus</i> jordani
N	<i>Hystrichopsylla llorentei</i>



El número de especies a lo largo del año se muestra en la Figura 9, en la que, independientemente del valle presente a mediados de primavera muy probablemente debido a la escasez de recolecta en estas fechas, se observa un aumento paulatino de la riqueza hacia fines de verano y principios de otoño, en la época en que el período de "secas" se inicia, decayendo luego en invierno. La presencia de cada especie registrada a lo largo del año se presenta en el Cuadro 5.

En el análisis por límites de distribución en el gradiente altitudinal (Figura 10) se pueden suponer sólo dos pisos:

piso A: de los 1700 a los 2000 m o más, y

piso B: desde la parte baja a los 1700 m.

aunque dichos pisos no son muy claros dadas las pocas especies que los demarcan.

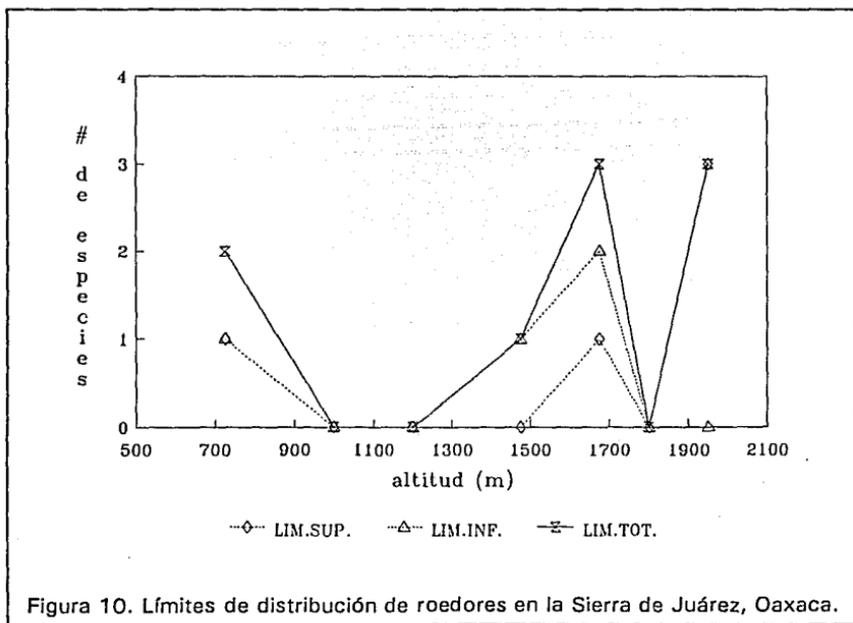
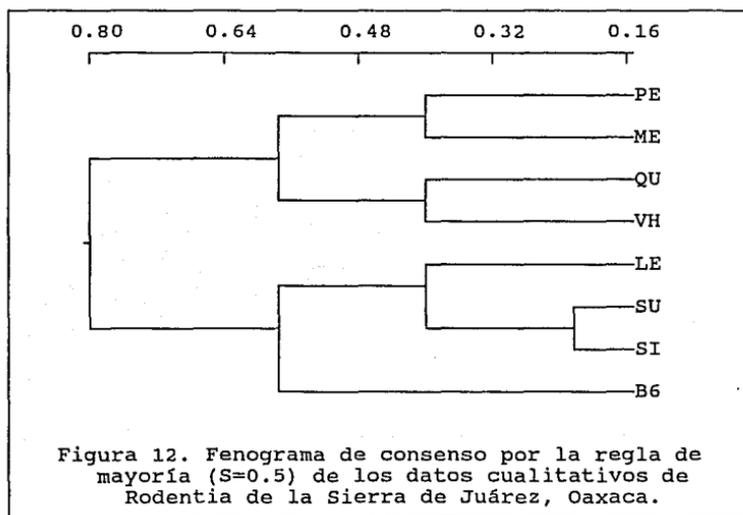
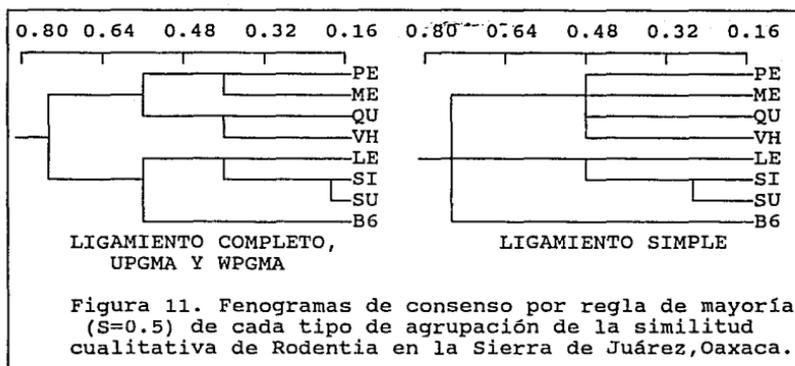


Figura 10. Límites de distribución de roedores en la Sierra de Juárez, Oaxaca.

Cuadro 4. Especies de Siphonaptera (A) y de Rodentia (B) registradas en la Sierra de Juárez, Oaxaca. * = Especie no recolectada sobre roedores. ■ = Recolectados en este estudio. = Registrado por Robertson, 1975.

Abundancia absoluta	8	127	36	15	155	152	353	7	
Riqueza por localidad	2	6	1	3	9	8	10	2	
A LOCALIDADES	PE	ME	QU	VH	LE	SU	SI	B6	
SIPHONAPTERA									
<i>Polygenis</i> sp	7	3			1				
<i>Rhopalopsyllus cacicus</i>	1								
<i>Ctenophthalmus ca haggi</i>					10	15	41		
<i>Hystriehopsylla llorentei</i>						1	1	1	
<i>Strepsylla</i> sp						1			
<i>Jellisonia bonia</i>		9							
<i>Jellisonia dybasi</i>		3		4	3		11		
<i>Jellisonia hayesi</i>							2		
<i>Plusaetis sibynus</i>					1	1	4		
<i>Plusaetis</i> sp					2	22	109	6	
<i>Kohlsia keenani</i>						69	3	6	
<i>Kohlsia martini</i>		109	36	10	26	15	21		
<i>Kohlsia mojica</i>							2		
<i>Kohlsia</i> sp		1		1	41	94	156		
<i>Myodopsylla globata</i> *		2			2				
TIPO DE VEGETACION	BTP	BOSQUE MESOFILO DE MONAÑA					BPE		
Riqueza por vegetación	7	14					2		
Riqueza por localidad	10	9	9	11	11	12	13	7	
B LOCALIDADES	PE	ME	QU	VH	LE	SU	SI	B6	
RODENTIA									
<i>Microtus mexicanus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Microtus oaxacensis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Heteromys lepturus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Oryzomys caudatus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Oryzomys couesi</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Oryzomys alfaroi</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Oryzomys fulvescens</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Sigmodon hispidus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Tylomys nudicadus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Reithrodontomys microdon</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Nyctomys sumichrasti</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Peromyscus melanocarpus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Peromyscus mexicanus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Peromyscus thomasi</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Sciurus deppei</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	
TIPO DE VEGETACION	BTP	BOSQUE MESOFILO DE MONAÑA					BPE		
Riqueza por vegetación	10	14					7		



II. Distribución de Siphonaptera en la Sierra de Juárez, Oaxaca.

Riqueza, abundancia y diversidad. El número de especies (riqueza) de Siphonaptera, así como la abundancia de cada una de ellas por localidad se indica en el Cuadro 4A, donde también se muestra la amplitud supuesta de cada especie a lo largo del

transecto. La Figura 8 presenta el patrón de abundancia de las pulgas en el área, donde se observa claramente que las especies más comunes son muy abundantes con relación a las raras que se encuentran en un número extremadamente reducido de ejemplares, este patrón es semejante al mostrado por los roedores (Figura 8), aunque en el caso de estos insectos, las especies de mediana abundancia (*Ctenophthalmus* sp.) tienen un importante papel en el patrón general, compensando su baja abundancia relativa con una amplia capacidad de aprovechamiento de recursos (Smith, 1980). En la misma figura se presenta el patrón de abundancia estandarizado en el que se intenta compensar la heterogeneidad en los días efectivos de recolecta en el transecto, en ésta se aprecia más claramente la dominancia de las especies más comunes sobre las más raras, mismas que a su vez tienen una distribución más amplia en el gradiente.

En las Figuras 13 y 14 puede apreciarse que el aumento de la abundancia sigue un patrón similar al de la riqueza en las diferentes localidades de la Sierra de Juárez, como reflejo de lo anterior, la diversidad y equitatividad son mayores en la porción alta del transecto (Figura 15); a su vez es notable la tendencia hacia el incremento de las especies con la altitud, descendiendo luego hacia los 2400 m. Al estandarizar los valores de abundancia con relación a los días de recolecta, *i. e.* número de ejemplares por día efectivo, la aparente disminución de ejemplares en las localidades de La Quebradora y Vista Hermosa, así como en El Suspiro, desaparece para cambiar a una clara elevación de la abundancia tendiente hacia las partes altas del gradiente, misma que pierde continuidad en la porción ocupada por la localidad de La Esperanza a una altitud de 1750 m.

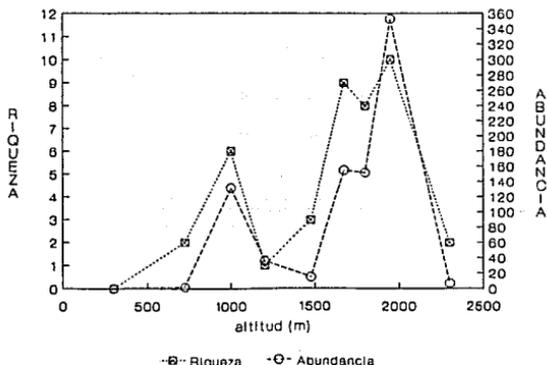


Figura 13. Abundancia de las especies de Siphonaptera en la Sierra de Juárez, Oaxaca.

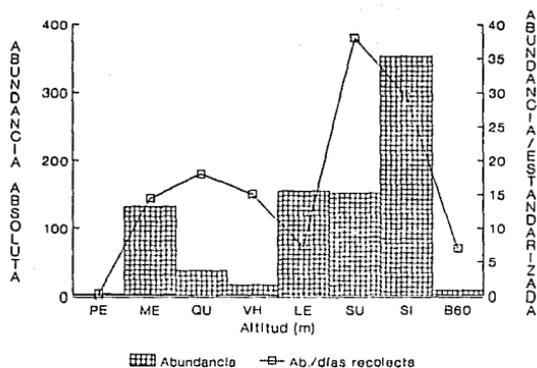


Figura 14. Abundancia de Siphonaptera en la Sierra de Juárez, Oaxaca.

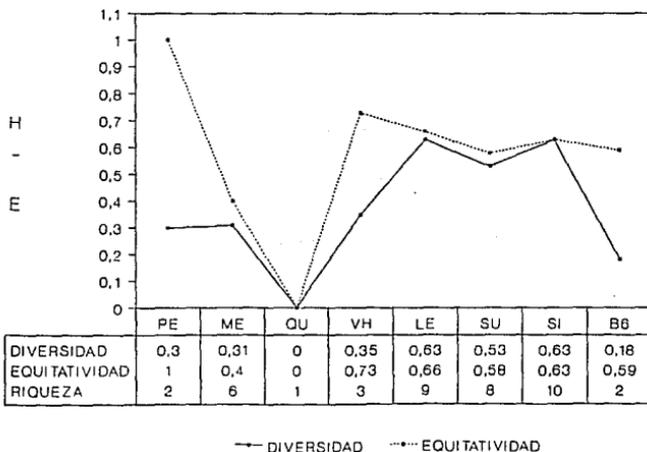
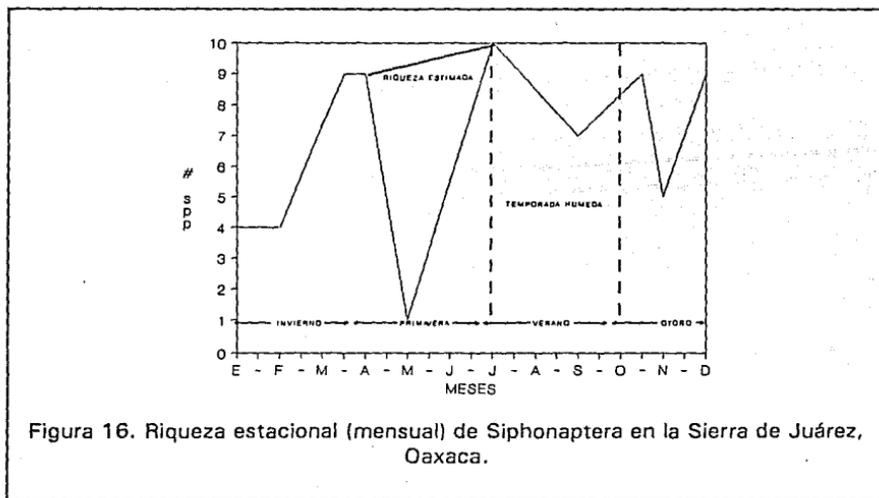


Figura 15. Diversidad (Shannon) y equitatividad de las especies de Siphonaptera de la Sierra de Juárez, Oaxaca.

Por otra parte, se observa un aumento de la riqueza en los sifonápteros en la época más húmeda del año, *i. e.*, entre los meses de julio y octubre, presentando su nivel más bajo a mediados de primavera (Figura 16), es de hacer notar que en ninguna estación se hallan presentes todas las especies, lo que ocurre también con roedores (Figura 9). No obstante que el valle presente en las gráficas de las Figuras 9 y 16 en el mes de mayo se debe principalmente a una recolección irregular (*cf.* Cuadro 1), puede apreciarse una diferencia en el inicio de la temporada húmeda del año en el incremento de especies de roedores y sifonápteros respectivamente, ya que estos últimos, a diferencia de sus huéspedes, alcanzan su máximo en julio, a inicios de la temporada húmeda en el área. La riqueza mensual de Siphonaptera es presentada en el Cuadro 6.



Distribución altitudinal de Siphonaptera. Líneas antes se refirió a la baja en la riqueza, abundancia y diversidad entre las localidades Quebradora y Vista Hermosa (1200-1500 m), franja que coincide con el ecotono entre el bosque tropical perennifolio y bosque mesófilo de montaña, dicho descenso no es tan notable en roedores, aunque también se presenta.

Cuadro 6. Registro mensual de las especies de pulgas de la Sierra de Juárez, Oaxaca.

SIPHONAPTERA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Polygenis</i> sp												
<i>Rhopallopsyllus cacicus</i>												
<i>Ctenophthalmus ca haagi</i>												
<i>Hystriehopsylla llorentei</i>												
<i>Strepsylla</i> sp												
<i>Jellisonia bonia</i>												
<i>Jellisonia dybasi</i>												
<i>Jellisonia hayesi</i>												
<i>Plusaetis sibynus</i>												
<i>Plusaetis</i> sp												
<i>Kohlsia keenani</i>												
<i>Kohlsia martini</i>												
<i>Kohlsia mojica</i>												
<i>Kohlsia</i> sp												
<i>Myodopsylla globata</i>												

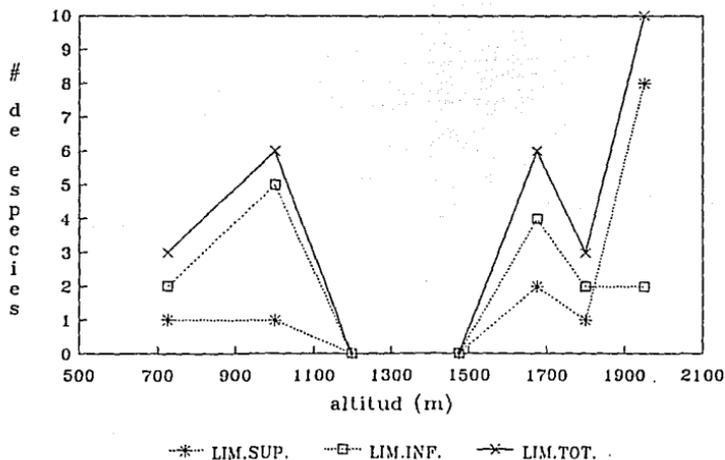


Figura 17. Límites de distribución de Siphonaptera en la Sierra de Juárez, Oaxaca.

En el análisis de límites de distribución (Figura 17), se encuentra que en la porción del transecto entre las dos localidades arriba citadas los límites de distribución, tanto de roedores como de pulgas, baja al nivel mínimo, mostrando los límites mayores en los bordes de los tipos de vegetación original, incluyendo la tendencia que se observa hacia el ecotono del Bosque Mesófilo y el Bosque de Pino-Encino. Conforme con lo anterior los sifonápteros presentan tres pisos altitudinales que son:

- piso A: de los 1700 m hasta los 2000 m o más
- piso B: de los 1000 m a los 1700 m.
- piso C: desde la porción baja hasta los 1000 m

Al determinar el patrón de distribución de las pulgas en la zona, se hicieron 24 fenogramas obtenidos mediante seis índices de similitud cuantitativa (Apéndice III) y seis cualitativos (Apéndice IV), tratando de compensar las posibles debilidades de cada uno de ellos; en la mayoría de los que alcanzan el valor de Z sugerido por Rohlf (1988) como "muy bueno", *i. e.* arriba de 0.9, señalan una separación de Puerto Eligio del resto de las localidades; la separación de Brecha 60 se observa a un menor nivel y generalmente asociado con La Esperanza, El Suspiro y Camino a San Isidro (la primera en menor grado y algunas veces aislada, *v. gr.* Apéndice IV, árboles T y U), las tres ocupadas por la porción mejor conservada del Bosque Mesófilo. Otro grupo insistentemente formado es el de Metates, La Quebradora y Vista Hermosa, donde se halla el amplio y heterogéneo ecotono entre la vegetación antes mencionada y el bosque tropical perennifolio. Las anotaciones precedentes se confirman al compararlos con los fenogramas de consenso para cada método de agrupación (Figs. 18 y 20) y el fenograma de consenso general de esta parte del estudio (Figs. 19 y 21), que además son idénticos para todos los métodos en el análisis cuantitativo, lo que refuerza su robustez; en el caso de los construidos a partir de los índices bivariados (presencia-ausencia) se observa una mayor diferencia pero sin perder el patrón general.

Cabe hacer notar que los árboles obtenidos con el índice de Simpson (Apéndice IV, fenogramas F, L, R y X) se contempla una baja resolución en sus ramificaciones, debida muy probablemente a el tamaño de muestra ya que, como lo plantea Barrera (1968), las muestras extremadamente pequeñas tienden a otorgar valores muy altos en el índice, lo que impide la discriminación al 66.66% a la que hacen referencia Sánchez y López (1988), además de que, como en este caso, se producen politomías que enmascaran relaciones muy estrechas entre las áreas comparadas; no obstante, el índice de Simpson, no contradice el patrón antes descrito.

El árbol de consenso obtenido por métodos cuantitativos estandarizados (abundancia/días de recolecta) marca por un lado la zona de Bosque Mesófilo y por el otro el ecotono con el bosque tropical perennifolio, separando los extremos que son Puerto Eligio (bosque tropical perennifolio) y Brecha 60 (bosque de pino-encino), sin embargo la relación de La Esperanza con alguno de los pisos vecino no está resuelta.

El árbol de consenso por presencia-ausencia se presenta con una mayor resolución y señala a La Esperanza como perteneciente al piso de Bosque Mesófilo de Montaña, mismo al que se emparenta Brecha 60 al mismo nivel que el ecotono BTP/BMM, separando más claramente a la localidad de Bosque Tropical Perennifolio (Puerto Eligio).

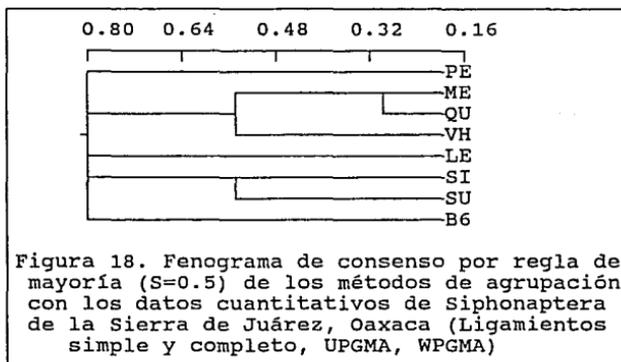


Figura 18. Fenograma de consenso por regla de mayoría ($S=0.5$) de los métodos de agrupación con los datos cuantitativos de Siphonaptera de la Sierra de Juárez, Oaxaca (Ligamientos simple y completo, UPGMA, WPGMA)

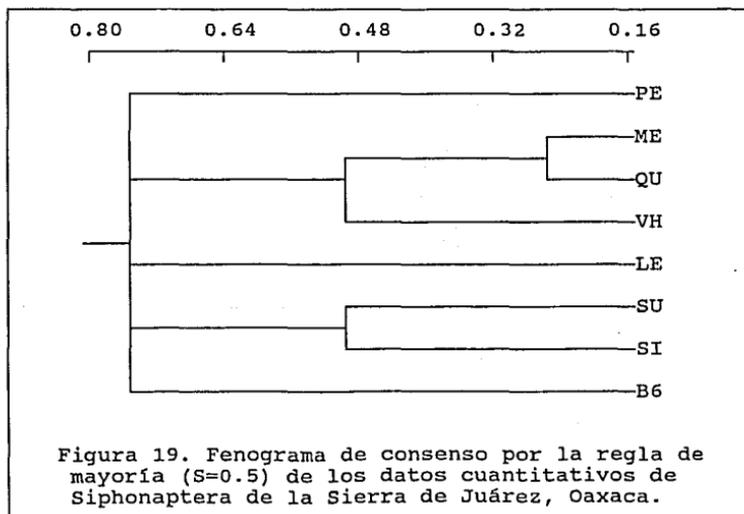
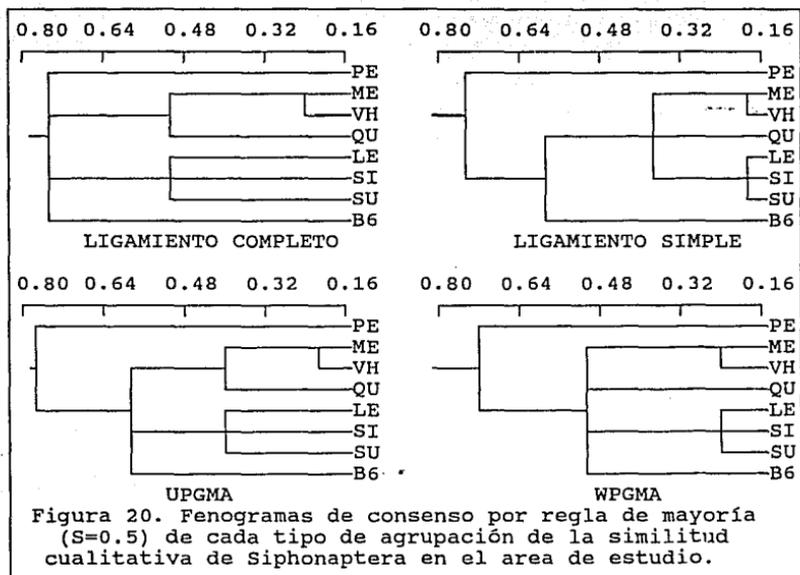
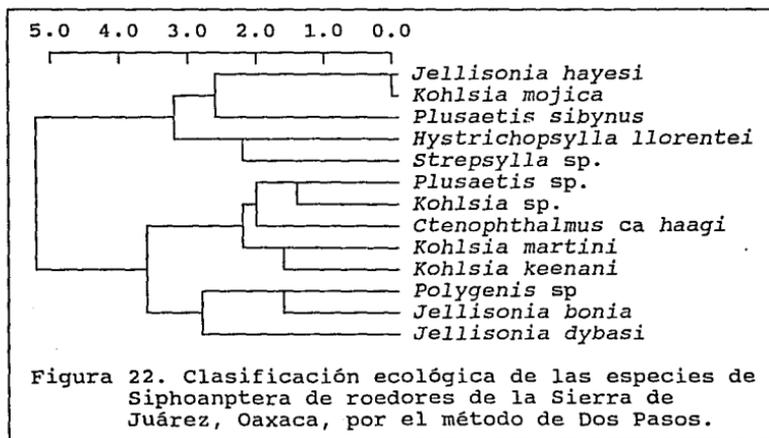
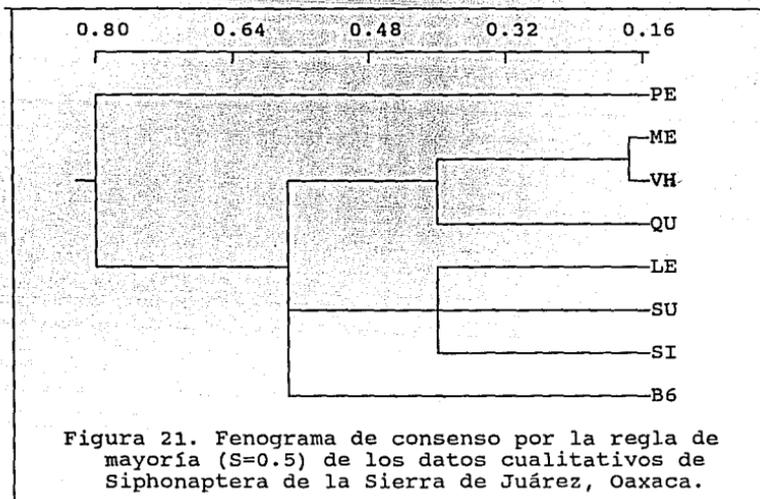


Figura 19. Fenograma de consenso por la regla de mayoría ($S=0.5$) de los datos cuantitativos de Siphonaptera de la Sierra de Juárez, Oaxaca.



Clasificación de especies con base en su distribución. Del análisis de Dos Pasos (Austin y Belbin, 1982) de las especies de Siphonaptera parásitos de roedores se obtuvo el fenograma de la Figura 22, en la cual pueden observarse varios grupos de especies formados por sus requerimientos ecológicos. El más claro es el formado por *Jellisonia hayesi*, *Kohlsia mojica* y *Plusaetis sibynus*, especies de distribución restringidas a la parte alta del bosque mesófilo con una abundancia muy escasa; este grupo está cercanamente relacionado con el formado por *Hystrichopsylla illorentei* y *Strepsylla* sp. con requerimientos ecológicos semejantes al grupo anterior. Otro grupo notable es el constituido por *Plusaetis* sp., *Kohlsia* sp. y *Ctenophthalmus ca haggi*, que son especies de amplia distribución en el gradiente altitudinal, tendientes a presentar una mayor abundancia alrededor de los 1950 m, estas especies se encuentran incluso en la parte baja del ecotono del bosque mesófilo con el bosque tropical perennifolio; otro grupo asociado al anterior es el que forman *Kohlsia martini* y *K. keenani* que son también especies muy abundantes pero que están restringidas al bosque mesófilo propiamente dicho. *Polygenis* sp. y *Jellisonia bonia* son especies más relacionadas con la porción baja del bosque mesófilo; *J. dybasi* es una especie que se relaciona al grupo anterior aunque su abundancia es baja, pero con una mayor amplitud en su distribución.



Relaciones huésped-parásito. Para determinar el grado de infestación de los roedores por parte de sus ectoparásitos (en este caso pulgas) se presenta en el Cuadro 7 dos formás diferentes del Índice Aparente de Parasitismo de Méndez-Lombardo (1974,

apud Pérez, 1976, o Índice de Infestación *sensu* Ponce, 1988a), la primera de ellas (A) indica el número neto de pulgas encontrado sobre cada uno de sus huéspedes, esta permite determinar la situación real del parásito sobre el huésped en términos de su abundancia. La segunda forma (B) no es más que la solución de cada uno de los cocientes, lo que se traduce en valores estandarizados que permiten comparar la capacidad parasitaria de los sifonápteros y la susceptibilidad de los huéspedes, independientemente de la abundancia de ambos. En dicho Cuadro no se incluyen los ejemplares de pulgas cuyos huéspedes se encuentran indeterminados taxonómicamente, lo cual que la incongruencia en los valores de éste con los del Cuadro 4A.

III. Relación de la sifonapterofauna de la Sierra de Juárez, Oax. con las de otras áreas del país.

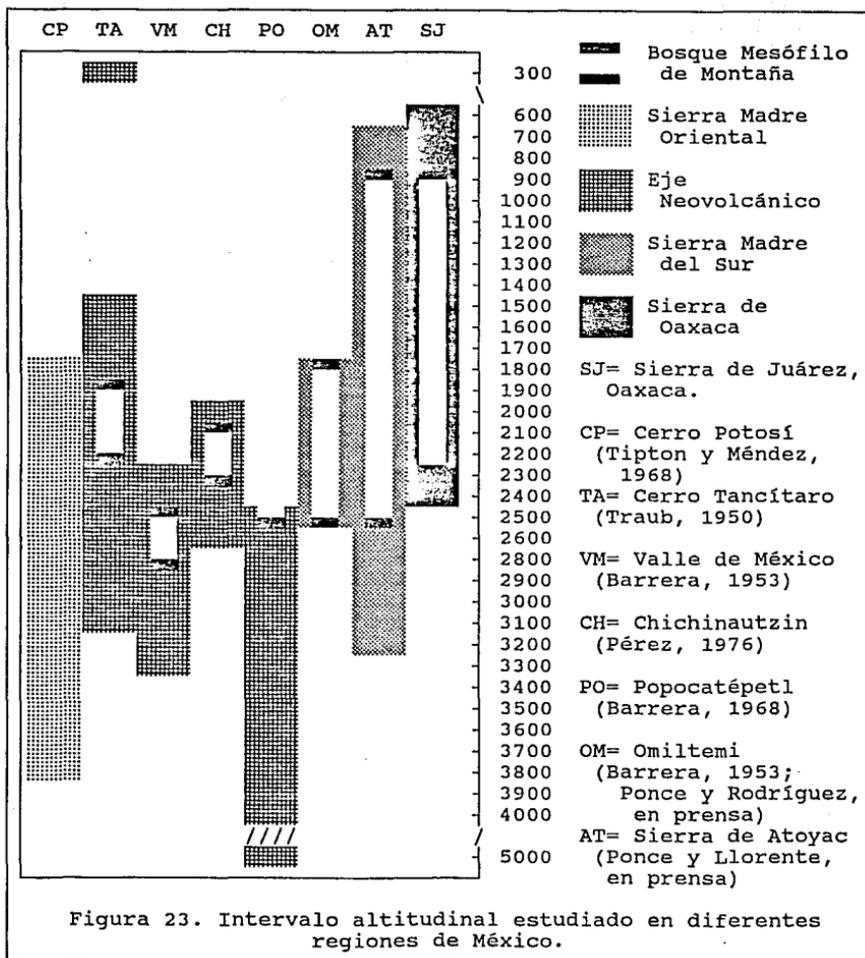
Ya se ha señalado la falta de conocimiento de la sifonapterofauna de México en algunos trabajos (*v. gr.* Morales y Llorente, 1986), sin embargo se cuenta ya con algunas listas formales de algunas regiones como lo es el Tancítaro en Michoacán (Traub, 1950), el volcán Popocatepetl (Barrera, 1968) o la Sierra de Atoyac de Alvarez, Gro. (Ponce, 1988a), lo que permite hacer un análisis con carácter preliminar de la relación de dichas áreas con base en su fauna de pulgas. De las ocho zonas comparadas, en sólo cuatro se muestreó en bosque mesófilo de montaña (Tancítaro, Mich.; Omiltemi y Sierra de Atoyac, Gro. y Sierra de Juárez, Oax.), en el Derrame del volcán Chichinautzin y en el volcán Popocatepetl se han registrado manchones de dicha vegetación pero tales puntos no fueron tocados por sus respectivos autores (Pérez, 1976; Barrera, 1968). En la Figura 23 se esquematiza el intervalo altitudinal en los cuales cada autor efectuó la recolecta del material que incluyó en su trabajo.

El tomar datos de estudios ajenos acarrea cierto riesgo al desconocer las condiciones bajo las que éstos se efectuaron, por contar con la limitante de no poseer toda la información útil para un examen detallado (*v. gr.* abundancia), o la no disponibilidad de los ejemplares para confirmar su ubicación taxonómica. El primer punto fue quizá el más difícil de ser subsanado dado que no resultó posible el contacto directo con la mayoría de los autores, no obstante se consideró que el trabajo efectuado por ellos era lo suficientemente fidedigno para su utilización. La segunda limitante se franqueó basando el análisis exclusivamente en la presencia o ausencia de las especies en el área. La confirmación de la determinación taxonómica de las especies se llevo al cabo gracias al examen de ejemplares depositados en la Colección de Ectoparásitos "Alfredo Barrera" depositada en el Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la Facultad de Ciencias, en la U. N. A. M., con lo que fue posible la reubicación de especies registradas en el trabajo original bajo un nombre distinto al que le correspondía. En el Apéndice V se ubican las listas de especies de pulgas de cada región considerada.

Cuadro 7. Índice de parasitismo (infestación) de las diferentes especies de sifonápteros en sus huéspedes roedores. A. Índice no resuelto. B. Índices resueltos. En negrillas se señala el más alto índice por especie de pulga, el número subrayado indica el índice más elevado por especie de roedor.

ABREVIATURAS: M. oa. = *Microtus oaxacensis* .al. = *Oryzomys alfaroi* .ca. = *O. caudatus* .lp. = *Heteromys lepturus* .mc. = *Reithrodontomys microdon* .mx. = *R. mexicanus* .ml. = *Peromyscus melanocarpus* .mx. = *P. mexicanus* .th. = *P. thomasi* T. P. = Total de parásitos por huésped; T.H. = Total de huéspedes parasitados.

A SIPHONAPTERA / RODENTIA		M. oa.	O. al.	O. ca.	P. mx.	P. ml.	P. th.			
<i>Polygenis</i> sp					9/67					
<i>Ctenophthalmus ca haagi</i>		1/4	7/64	2/4	2/67	32/123	9/13			
<i>Hystriechopsylla llorentei</i>						2/123				
<i>Strepsylla</i> sp						1/123				
		O. al.	H. lp.	R. mx.	P. mx.	P. ml.	P. th.			
<i>Jellisonia bonia</i>			2/30		6/67					
<i>Jellisonia dybasi</i>		1/4		5/8	3/67	4/123	4/13			
<i>Jellisonia hayesi</i>							2/13			
		O. al.	R. mc.	R. mx.	P. mx.	P. ml.	P. th.			
<i>Plusaetis sibynus</i>					4/67	1/123				
<i>Plusaetis</i> sp		1/4	1/3	6/8	1/67	87/123	22/13			
		O. al.	O. ca.	H. lp.	P. mx.	P. ml.	P. th.			
<i>Kohlsia keenani</i>		69/4	6/3			5/123				
<i>Kohlsia martini</i>		3/4			146/67	32/123				
<i>Kohlsia mojica</i>						2/123				
<i>Kohlsia</i> sp		2/4		1/30	27/67	254/123	3/13			
B	M. oa.	O. al.	O. ca.	H. lp.	R. mc.	R. mx.	P. ml.	P. mx.	P. th.	T. H.
<i>Polygenis</i> sp	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.13	-0.00	1
<i>C. a haagi</i>	-0.25	-0.11	-0.50	-0.00	-0.00	-0.00	-0.26	-0.03	-0.69	6
<i>H. llorentei</i>	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.02	-0.00	-0.00	1
<i>Strepsylla</i> sp	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.01	-0.00	-0.00	1
<i>J. bonia</i>	-0.00	-0.00	-0.00	-0.07	-0.00	-0.00	-0.00	-0.09	-0.00	2
<i>J. dybasi</i>	-0.00	-0.25	-0.00	-0.00	-0.00	-0.63	-0.03	-0.04	-0.31	5
<i>J. hayesi</i>	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.15	1
<i>P. sibynus</i>	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.01	-0.06	-0.00	2
<i>Plusaetis</i> sp	-0.00	-0.25	-0.00	-0.00	-0.03	-0.75	-0.70	-0.02	-1.69	6
<i>K keenani</i>	-0.00	-1.08	-1.50	-0.00	-0.00	-0.00	-0.04	-0.00	-0.00	3
<i>K. martini</i>	-0.00	-0.75	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.26	-2.18	-0.00	3
<i>K. mojica</i>	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.02	-0.00	-0.00	1
<i>Kohlsia</i> sp	-0.00	-0.50	-0.00	-0.03	-0.00	-0.00	-2.06	-0.40	-0.23	5
T. P.	1	6	2	2	1	2	10	8	5	

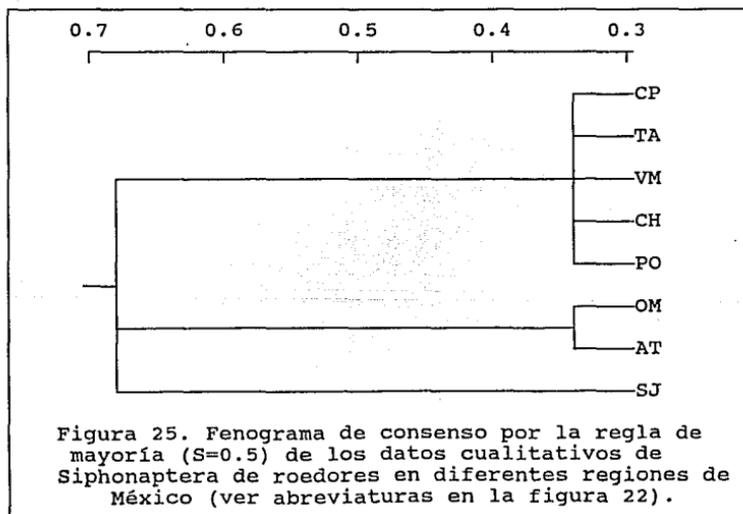
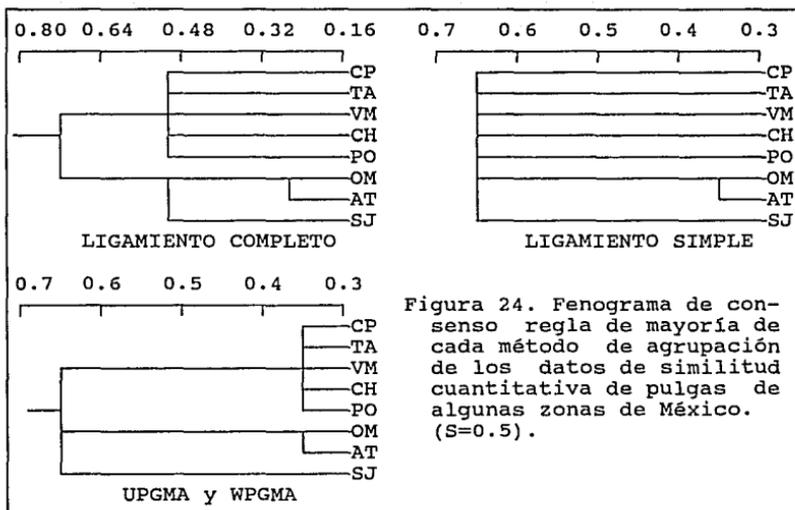


Al igual que en el análisis de la distribución local, en el siguiente se usaron seis índices cualitativos de similitud distintos, con base en los cuales se construyeron 24 fenogramas mediante cuatro métodos de agrupación (Apéndice IV). Cabe mencionar que la interpretación de los fenogramas en este caso es distinta que en el caso anterior, ya que en el transecto altitudinal se posee un espacio "unidimensional" en el cual se han de delimitar las partes que lo constituyen, no así cuando el espacio es "bidimensional" en el cual no es claro que localidad sigue a la otra y la jerarquización que se obtiene en el fenograma correspondiente no puede interpretarse de una manera lineal.

En los fenogramas del Apéndice VI lo más notable es la cercanía de la sifonapterofauna del Parque Estatal de Omiltemi y la Sierra de Atoyac de Alvarez, ambos en Guerrero, que se presenta en todos los fenogramas, lo que se refleja en los árboles de consenso de cada método de agrupación (Figura 24) y en el fenograma de consenso general (Figura 25). Los grupos muestran una mayor heterogeneidad con los diferentes métodos usados, sin embargo se observa una tendencia a la separación por un lado del Cerro Potosí, N. L. y por otro, de la Sierra de Juárez, Oax., aunque estas mismas regiones, especialmente la primera, se asocian en ocasiones a otras en niveles bajos del fenograma. En general, los sistemas orográficos se encuentran señalados en grupos formados por sus zonas representativas, *i. e.* el primer grupo, y el más evidente, es el formado por las regiones de la Sierra Madre del Sur (Omiltemi y Sierra de Atoyac), el Eje Neovolcánico también es señalado por sus regiones representativas (Valle de México, Popocatepetl, Tancítaro y Chichinautzin) aunque especialmente con el índice "Simple matching" se presenta una separación del Valle de México y/o del Popocatepetl, y el Chichinautzin se asocia en algunos fenogramas con la Sierra de Juárez o con el Cerro Potosí con índices como Jaccard, el mismo "Simple matching" u Ochiai.

Los fenogramas indicados como más "bondadosos" de acuerdo con el coeficiente de Mantel ($Z > 0.89$) son los obtenidos con el índice de Jaccard, mediante los métodos de agrupación por promedio ponderado y no ponderado (WPGMA y UPGMA respectivamente) y con el índice de "Simple matching" (apareamiento sencillo) con el método de agrupación UPGMA.

Las diferencias en los fenogramas obtenidos se ven reflejadas en la baja resolución de los fenogramas de consenso, tanto por métodos de agrupamiento como el obtenido a través de todos los construidos. No obstante, es posible detectar un claro alejamiento de la Sierra de Juárez de las demás regiones, asociándose más estrechamente a las regiones del Eje Neovolcánico en el árbol de consenso de ligamiento completo. Otra rama bien definida es precisamente la formada por Omiltemi y Sierra de Atoyac, *i. e.* la Sierra Madre del Sur. La tercera rama es la formada por las regiones del Eje Neovolcánico más la presencia del Cerro Potosí, representante de la Sierra Madre Oriental, cuya relación se muestra más alejada en los fenogramas



iniciales, pero enmascarándose en los de consenso ya que dicho alejamiento se presenta con diferentes regiones, de tal forma que al hacer el consenso, dicho aislamiento desaparece.

Es importante hacer hincapié en que lo mencionado anteriormente con respecto a los índices de similitud y fenogramas no es más que una herramienta que permita la proposición de modelos que puedan suponerse cercanos a la realidad.

5

DISCUSION

I. Distribución local de Siphonaptera en la Sierra de Juárez.

Abundancia y riqueza. Considerando a todas las especies de pulgas registradas en el área de estudio, es evidente una tendencia al aumento de la riqueza (Cuadro 4A, Figura 13) y la abundancia (traducido en diversidad)(Fig. 15) hacia las partes más altas, hasta los 2300 m donde se presenta un descenso. Dicho patrón ya había sido señalado en otras áreas como la Sierra de Atoyac de Alvarez, Guerrero (Ponce y Llorente, en prensa), y al parecer es reflejo de la distribución latitudinal de estos insectos. Las especies de sifonápteros de afinidad definitivamente neotropical se hallan en las porciones bajas, tal es el caso de *Polygenis* y *Rhopalopsyllus*, de los que el primero posee una distribución más amplia a lo largo del transecto, el segundo se restringe a las regiones más tropicales (altitudinal y latitudinalmente).

En varios de los análisis de los estudios pulico-faunísticos de diversas zonas del país se ha encontrado una amplia diversidad de ceratofilidos entre los 1800 y los 2100 m aproximadamente (Pérez, 1976; Ponce y Llorente, en prensa; Ponce y Rodríguez, en prep.), franja coincidente con la más frecuentemente ocupada por los peromiscínos, sus principales huéspedes. En cambio, los histricopsílidos son más comunes en elevaciones de más de 2000 m (Barrera, 1968; Ponce y Llorente, en prensa).

La abundancia en los sifonápteros al parecer está correlacionada con la de sus huéspedes, así como la riqueza de los mismos, al menos en el bosque mesófilo, lo que implica una mayor disponibilidad de recursos hospedatorios, sobre todo para aquellas especies de pulgas con mayor flexibilidad adaptativa, lo que según Wenzel y Tipton (1966) se traduce en una mayor capacidad de invadir nuevas áreas. En esta parte cabe agregar una mayor euriecia de los estados inmaduros, ya que como se ha sugerido (Barrera, 1968; Ponce, 1988a) la dependencia que las larvas tienen del medio es un factor importante en la distribución de los sifonápteros, además de las preferencias hospedatorias de los adultos. En la Sierra de Juárez los sifonápteros son más abundantes en la franja entre los 1800 y 2000 m y más escasos en la zona de bosque tropical perennifolio (Camino a San Martín Soyolapan/Puerto Eligio) (Figuras 13 y 14).

Entre los 1800 y 2000 m de altitud la diversidad es más alta de acuerdo con la Figura 13, e incluso podría ampliarse esta franja hasta los 1500 m, en donde aunque la diversidad es relativamente baja, la equitatividad alcanza su nivel máximo

(sin tomar en cuenta el valor observado en la localidad de Puerto Eligio, en el que el valor de equitatividad $[E=1]$ se debe a que las dos especies registradas están registradas por un sólo ejemplar), cabe recordar que es a los 1500 m donde los elementos de bosque tropical perennifolio son más escasos, al dominar la vegetación de bosque mesófilo.

Riqueza estacional. Aunque, como puede apreciarse en el Cuadro 1, las recolectas no fueron homogéneas a lo largo del año, se incluye en el análisis el comportamiento de la riqueza a lo largo del año tanto de sifonápteros como de roedores con el fin de hacer una comparación, dado que ambos fueron influidos por el mismo sesgo de recolección. En las Figuras 9 y 16 es evidente una discordancia entre el registro de mamíferos y sifonápteros en el mes de junio, aún sin tomar en cuenta a *Myodopsylla* y *Rhopalopsyllus* que no fueron registradas en roedores ni fueron recolectadas en este mes (Cuadro 5); la tendencia de la riqueza de mamíferos es inversa a la de sus ectoparásitos, lo que podría deberse a una emergencia masiva de adultos en esta época, aumentando la abundancia y por lo tanto las probabilidades de recolectar un mayor número de especies, considerando además que las especies de roedores registradas en este periodo de tiempo son aquellos parasitados por un mayor número de especies de pulgas (Cuadros 6 y 7); ya algunos autores (v. gr. Barrera, 1967) han mencionado el aumento en la población de sifonápteros al principio de la época húmeda del año.

Distribución de Siphonaptera por tipos de vegetación. Aunque el objetivo de este trabajo es el análisis de la distribución de sifonápteros en el Bosque Mesófilo de Montaña, también se consideraron pequeñas porciones de los tipos de vegetación adyacentes a éste. Las pulgas del bosque mesófilo muestran una clara separación al nivel de las localidades de Vista Hermosa y La Quebradora, aproximadamente a los 1400 m, hacia abajo de esta cota se encuentra el ecotono con el bosque tropical perennifolio, donde se registran especies como *Jellisonia dybasi*, *Kohlsia martini* y *Kohlsia* sp., estas dos últimas presentan un patrón muy interesante entre sí, ambas ocupan esencialmente el mismo intervalo de distribución, que coincide además con la franja de Bosque Mesófilo incluyendo el ecotono pero al aumentar su abundancia en una, la otra se comporta de una manera inversa a lo largo del transecto; los requerimientos parasitarios son también distintos, cada una parasita primordialmente a uno de los dos roedores más comunes del gradiente (*Peromyscus mexicanus* y *P. melanocarpus* respectivamente). Cuando el Bosque Mesófilo de Montaña se hace exclusivo, la riqueza de Siphonaptera aumenta, de tal forma que se presenta el 66.66% de la sifonapterofauna total del gradiente.

En las dos localidades representantes de los tipos de vegetación hacia arriba y abajo del bosque mesófilo, i. e. el bosque de coníferas (pino-encino) y el bosque tropical perennifolio, la riqueza se reduce a su mínima expresión en el área, aunque cabe mencionar que en la localidad de Brecha 60 (Las Cascadas) se efectuó una

recolección pobre con relación al bosque mesófilo, al que se le prestó gran parte del tiempo. No obstante lo anterior, la diferencia en la riqueza entre los tipos de vegetación coincide con lo propuesto por Pianka (1966) referente a la concordancia entre la distribución altitudinal y latitudinal, y como se ha demostrado en otras áreas (v. gr. Popocatepetl, Barrera, 1968; Sierra de Atoyac, Ponce y Llorente, en prensa), en las partes elevadas son más comunes los elementos boreales, y por el contrario, en las partes bajas se encuentran más frecuentemente taxa neotropicales, el bosque mesófilo de montaña es un tipo de vegetación característicamente mesoamericano, por lo que no es raro que en esta vegetación se encuentre fauna con la misma afinidad, *i. e.* elementos autóctonos o nativos.

Afinidades faunísticas. El género *Polygenis* presenta a la mayoría de sus especies en Sudamérica, son pocos representantes que se encuentran en Centroamérica y aún más escasos los que llegan a la Zona de Transición Mexicana y alcanzan la región Neártica; en la zona se encuentra en gran parte del gradiente, aunque con una tendencia a las porciones bajas, y en una escasa abundancia. *Polygenis* sp se registra además sobre *Peromyscus mexicanus* que posee una afinidad mesoamericana. Lo anterior puede indicar que este sifonáptero es más antiguo en la Zona de Transición Mexicana que el otro género neotropical (*Rhopalopsyllus*), ya que se ha adaptado a un huésped de un género con una afinidad holártica con representantes neárticos.

Las familias Hystrichopsyllidae y Ceratophyllidae son más bien de afinidad norteña, los primeros son de distribución holártica con muchos representantes en la región Paleártica, los segundos en cambio son neárticos con muy pocos ejemplos en las regiones Neotropical y Paleártica (Barrera, 1968); la mayoría de sus especies son no sólo del área sino del país, muchos de ellos endémicos a zonas determinadas, como es el caso de *Kohlsia martini* a la que sólo se le ha registrado en la Sierra de Juárez, área a la que se enfoca el presente trabajo; dicha especie se presenta prácticamente en todo el transecto, a excepción de los extremos, con una abundancia notable, fenómeno observado también con *Kohlsia pelaezi*, *Plusaetis ponsi* y *P. soberoni* en la Sierra Madre del Sur, en todos estos casos, la relación con su huésped primario es muy estrecha, lo que parece ser un patrón constante. Por otra parte, la afinidad biogeográfica de los huéspedes se presenta de una forma más o menos consistente con la de las pulgas que los parasitan, los casos más claros son los de los roedores más abundantes, *Peromyscus melanocarpus* y *Peromyscus mexicanus*, son huéspedes primarios de *Kohlsia* sp. y *Plusaetis* sp., el primero y de *Kohlsia martini* el segundo, huésped y parásito son de distribución (y amplia radiación) mesoamericana. Un caso opuesto es el que representan *Oryzomys alfaroi* con su principal parásito *Kohlsia keenani*, el primero con afinidad neotropical (Hershkovitz, 1966) y el segundo con afinidad neártica, pero que sin embargo es uno de los representantes más sureños del género, registrado en Panamá por Tipton y Méndez (1966), Hershkovitz (*op. cit.*), en un planteamiento dispersalista señala que *Oryzomys couesi* es uno de los últimos migrantes sudamericanos a Norteamérica hace 2 millones o 2.5 millones de años

(Pleistoceno) cuando se supone que los Ceratophyllinae ya se habían originado en la región Neártica (Oligoceno) (Traub, 1985).

Entre los histicopsílicos, Traub (1985) menciona a los ctenoftálmicos como evidencia de una conexión sudatlántica entre Africa y Sudamérica en el Eoceno temprano, pero Barrera (1968) señala una afinidad Holártica al género *Ctenophthalmus*; *Strepsylla* en cambio es un género más reciente, con afinidad Neártica. Traub (1985) expresa que los sifonápteros generalmente no parasitan a posibles huéspedes cuya antigüedad sea mayor que la de ellos, lo que explica por qué *Ctenophthalmus* sp. tiene una mayor flexibilidad parasitaria que *Strepsylla* sp.

Distribución altitudinal. Mediante los métodos de límite de distribución e índices de similitud se propusieron pisos altitudinales para la distribución de roedores y sifonápteros en el transecto estudiado. En el caso de Siphonaptera, los dos pisos inferiores coinciden con el más bajo para sus huéspedes, no así el piso superior (C) para ambos grupos, la separación entre estos dos grandes pisos parece estar fuertemente influida por la presencia de la pequeña porción de bosque de lauráceas a los 1700 m; lo mismo fue obtenido en el estudio de Ponce y Llorente (en prensa) en la Sierra de Atoyac, Guerrero.

La discordancia en los pisos sugeridos para huéspedes y parásitos se ha presentado en otras áreas (Barrera, 1968; Ponce, 1988a); mientras que los sifonápteros muestran una mayor restricción a pisos con vegetación bien determinada, constituyendo como piso incluso a la franja de ecotono entre bosque tropical perennifolio y bosque mesófilo de montaña, distinto del piso de bosque mesófilo de montaña, separando además claramente a la localidad representativa del bosque tropical perennifolio (Puerto Eligio); los roedores en cambio incluyen dentro del piso ecotonal a dicha localidad. La localidad representativa del bosque de pino-encino está, en ambos casos, separada del grupo de localidades que poseen bosque mesófilo.

Basándose en las concordancias de los pisos altitudinales para pulgas y huéspedes sólo tres estratos altitudinales se definen para el gradiente; el primero de ellos es el estrato de bosque de coníferas, desde aproximadamente los 2000 m hacia las partes elevadas del gradiente, el límite inferior de este estrato no queda claramente delimitado debido a la ausencia de localidades intermedias que lo ubiquen con mayor exactitud, pero muy probablemente se encuentra por arriba de los 2200 m. En este piso se encuentra el clima del tipo C(fm)(w), que corresponde a un clima templado húmedo con lluvias en verano, la fauna tanto de Siphonaptera como de sus huéspedes que se encuentra en este estrato es principalmente de afinidad holártica, o de afinidad neártica de amplia distribución local, con un sólo representante de afinidad neotropical (*Oryzomys alfaroi*). No existe evidencia de que alguna especie de sifonáptero tenga una especial preferencia por este estrato altitudinal, *Hystrichopsylla llorentei* parece tener una ligera tendencia a las zonas frías, lo que no parece estar influido por sus

hábitos parasitarios, que se orientan hacia *Peromyscus melanocarpus*, que es de las especies más abundantes del gradiente.

El segundo es el ocupado por el bosque mesófilo de montaña, desde los 1700 m hasta aproximadamente los 2200 m, donde esta vegetación está constituida en su extremo superior por elementos de facies baja compartiendo el área con algunos *Quercus*, en su porción inferior se encuentra el bosque de *Engelhardtia*, y en la franja divisoria con el estrato siguiente inferior el bosque mesófilo se presenta como bosque de lauráceas con algunos elementos de bosque tropical perennifolio con clima del tipo (A)C(fm) [según Rzedowski y Palacios, 1977, el clima presente en esta área es C(fm)b(i'')]. Faunísticamente está dominado por elementos neártico-mesoamericanos (peromiscíno y ceratofilíno). Se encuentran aquí taxa endémicos como lo son *Microtus oaxacensis*, *Oryzomys caudatus* y *Heteromys lepturus* por parte de Rodentia, y *Kohlsia martini* por lo referente a Siphonaptera, ésta con una menor abundancia que en el estrato inmediato inferior; las especies *Plusaetis* sp., *Kohlsia* sp. y *Ctenophthalmus* ca *haagi* se caracterizan por su abundancia en la parte del bosque mesófilo que mejor se halla conservado.

Por último, el estrato de bosque tropical perennifolio, que presenta en su porción superior al ecotono de este tipo de vegetación con el bosque mesófilo de montaña, climáticamente es la transición entre el tipo del estrato antes descrito con el clima Af(m). La fauna de Siphonaptera en esta franja se divide en aquella que ocupa la parte ecotonal, y la que se presenta en el Bosque Tropical Perennifolio *sensu strictu*, la primera es discriminada por elementos esencialmente mesoamericanos de amplia distribución local, la fauna inferior es determinada por los elementos australes registrados en el estudio (*Polygenis* y *Rhopalopsyllus*), además de *Jellisonia bonia* que es de las especies del género más tropicales en su distribución. Por lo que se refiere a los roedores, es en este estrato donde se encuentran los elementos sudamericanos como son *Oryzomys*, *Sigmodon* y *Heteromys*, además de algunos elementos mesoamericanos comunes. Los taxa endémicos presentes en este estrato son *Heteromys lepturus* y *Kohlsia martini*.

II. La fauna de pulgas de roedores de la Sierra de Juárez y su relación con la de otras áreas.

Para la interpretación biogeográfica de la pulicofauna de la Sierra de Juárez, Oaxaca, se consideró de gran utilidad su comparación con otras localidades cuyo muestreo es suficiente para ser representativo de la zona correspondiente. Estos son: los estudios efectuados en el Eje Neovolcánico, por Traub (1950) en Tancitaro, Michoacán, por Barrera (1968) en el volcán Popocatepetl y por Pérez (1976) en el Derrame del volcán Chichinautzin; en la Sierra Madre del Sur por Ponce y Llorente (en prensa) y Ponce y Rodríguez (en prensa) y el realizado en el Cerro Potosí, Nuevo León,

en la Sierra Madre Oriental, por Tipton y Méndez (1968); Los listados de Siphonaptera de roedores, con su distribución altitudinal en cada caso, registrados en estos trabajos se resumen en el Apéndice VII; los intervalos altitudinales abarcados en cada uno de estos estudios (Figura 23) no son coincidentes en muchos de ellos, asimismo, no en todos se abarcó alguna porción con bosque mesófilo de montaña, de hecho sólo se registró en tres de ellos (sin incluir el presente) y son Omiltemi y Sierra de Atoyac, en Guerrero, y el monte Tancítaro, Michoacán.

Similitud. Del examen de los fenogramas del Apéndice VI se desprende primeramente la constante similitud entre la Sierra de Atoyac y el Parque Estatal Omiltemi, Guerrero, forman parte de la Sierra Madre del Sur; ambas localidades están muy cercanas entre sí (menos de 100 km las separan) por lo que se pueden considerar como una sola, y todas las especies registradas en el Parque de Omiltemi se encuentran en la Sierra de Atoyac (y no a la inversa) (Apéndice VII).

Morales y Llorente (1986) discutieron la posibilidad de considerar las localidades de Valle de México, Popocatépetl y Chichinautzin como muestras de una unidad. Las dos primeras se relacionan frecuentemente en los diferentes fenogramas, incluyendo muchas veces al Cerro Tancítaro (que forma parte junto con las anteriores del Eje Neovolcánico), lo que no sucede con el Derrame del Chichinautzin; esto se debe fundamentalmente a que en esta última zona se registran especies de amplia distribución, lo que la hace difícilmente discriminable de las demás, la única excepción la constituye *Jellisonia bonia* especie sólo registrada en el Chichinautzin y en la Sierra de Juárez (este trabajo), lo que, sumado a que en el área de este estudio ocurren pocas especies compartidas con más de una localidad, explica que en algunos fenogramas estas dos localidades sean muy cercanas (Apéndice VI, fenogramas B, C, I, N, O, T y U). No obstante, ya en los árboles de consenso todas las localidades del Eje Neovolcánico se reúnen en una sola rama (Figuras 24 y 25).

La ubicación de la zona del Cerro Potosí, Nuevo León, se aprecia de manera un poco incierta, sobre todo en los árboles de consenso (Figs. 24 y 25) en donde se encuentra formando parte de la misma rama que las zonas representativas del Eje Neovolcánico; analizando cada uno de los fenogramas del Apéndice VI se observa que se asocia frecuentemente al Popocatépetl y al Chichinautzin, la similitud con esta última se debe esencialmente a la presencia de *Jellisonia hayesi*, especie ampliamente distribuida (incluso también en el Popocatépetl), sin embargo tal enlace podría ser roto luego del esclarecimiento de la situación de las subespecies de dicha especie (de mantenerse como hasta ahora, el Chichinautzin no tendría ninguna especie compartida con el Cerro Potosí). La relación con el Popocatépetl se explica al tomar en cuenta la altitud que alcanzan ambos estudios en su muestreo (las más altas alcanzadas en todos los trabajos, Apéndice VII), además de la fuerte afinidad boreal de este último, debido a que, como se ha demostrado en otros trabajos (Barrera, 1968; Ponce y

Llorente, en prensa) las pulgas responden de una manera equivalente a la relación entre altitud y latitud.

Por último, la zona que interesa en este trabajo, la Sierra de Juárez, Oaxaca, se separa en varios de los fenogramas del resto de las demás zonas (Apéndice VI, fenogramas J, L, M, P, R, S, V y X), en otros se presenta asociado, aunque con un valor de similitud relativamente bajo, a la Sierra Madre del Sur. La razón de tales situaciones se encuentra nuevamente al estudiar las listas del Apéndice VII y el Cuadro 4A, en los que se aprecia que estas zonas se asocian por la presencia de *Jellisonia hayesi* e *Hystrichopsylla llorentei* (esta última se suponía endémica de la Sierra Madre del Sur), la primera y *Plusaetis sibynus*, coexisten en las Sierras de Atoyac y de Juárez y por lo tanto son determinantes también en la semejanza de las dos regiones; son de relativa amplia distribución, y aún a nivel subespecífico es muy probable que se conserven como unión con la Sierra de Juárez pues los ejemplares encontrados en este trabajo se asemejan más a las subespecies encontradas en Omiltemi y Atoyac (*Jellisonia hayesi breviloba* y *Plusaetis sibynus jordanii*). Es de gran influencia en la similitud de estas regiones la concordancia altitudinal y la presencia del bosque mesófilo de montaña en ellas, lo que determina la distribución de las especies de pulgas en el gradiente altitudinal. Por otra parte, la mayoría de las especies de la Sierra de Juárez no se encuentran en las demás zonas, tal es el caso de *Kohlsia martini*, muy probablemente endémica del área, dos especies son nuevos registros para el país, *Kohlsia keenani* antes sólo conocida en Panamá y Costa Rica, y *Kohlsia mojica* anteriormente registrada sólo de su localidad típica en el oeste de Panamá (Tipton y Méndez, 1966; Traub *et al.*, 1983); y por último la presencia de cuatro taxa sin nombre específico determinado, de las que dos de ellas, al menos, posiblemente sean nuevas para el conocimiento científico y por lo tanto no registradas anteriormente.

Distribución en el Bosque Mesófilo de Montaña. De las zonas en las que no se registran sifonápteros en bosque mesófilo de montaña, tres de ellas si lo presentan, aunque no fue muestreado. En la primera de ellas, el Valle de México, existe bosque mesófilo en cañadas de los declives inferiores del volcán Iztaccihuatl y en algunas partes de la Sierra de las Cruces, en las cañadas de Contreras, del Parque Nacional "Desierto de los Leones" (Valle de las Monjas) y Monte Bajo y Cerro Sacromonte, Estado de México (Rzedowski, 1969); en el trabajo de Barrera (1953) no se menciona el tipo de vegetación donde se registraron los sifonápteros incluidos. En el Popocatepetl el bosque mesófilo está intercalado en el piso de *Quercus* de las laderas austral y oriental, en las barrancas húmedas y en el lado sur del macizo, con una riqueza menor que en Zempoala y Huitzilac, entre los 1800 y 2200 m; Barrera (1968) recolectó desde los 2500 m hacia los 4400 m. En el derrame lávico del volcán Chichinautzin el bosque mesófilo se encuentra en cañadas entre el bosque de Encino-Abeto; Pérez (1976) efectuó su trabajo en las asociaciones de *Hechtia-Agave*, *Bursera* y *Quercus-Abies*.

En el cerro Tancítaro el bosque mesófilo se encuentra en una disposición muy semejante al Popocatépetl, con un dominio de los elementos tropicales sobre los boreales (Leavenworth, 1946, citado por Barrera, 1968). Lo mismo ocurre en la Sierra Madre del Sur (Lorenzo *et al.*, 1983) determinando afinidades australes para la región; el bosque mesófilo se presenta desde los 900 m, dividiendo la franja de este bosque se encuentra una comunidad de selva de Lauraceae, que es un tipo de bosque mesófilo con un estrato arbóreo de hasta 40 m y con un escaso sotobosque, se ha demostrado que la presencia de dicha asociación juega un importante papel en la distribución de la biota, constituyéndose como un parteaguas en la continuidad del bosque mesófilo (Ponce y Llorente, en prensa); tal vegetación se presenta también en la Sierra de Juárez, Oaxaca, aunque menos conspicuamente, y al parecer también ejerce cierta influencia en la distribución altitudinal de Siphonaptera y sus huéspedes. En Omiltemí, Gro., el bosque mesófilo comparte su distribución altitudinal con otras asociaciones vegetales como son el bosque de pino, el bosque de pino-encino y el bosque de encino.

Historia. Aunque los métodos fenéticos no facilitan las hipótesis en un contexto histórico, en este apartado se intenta, con base en los datos de historia geológica y el conocimiento de las relaciones parásito-huésped y de afinidad biogeográfica hacer un esbozo de los posibles eventos que dieron como resultado la distribución actual de Siphonaptera. Geológicamente se ha sugerido que la Sierra Madre del Sur pudiera estar relacionada en su origen al Eje Neovolcánico, no obstante, la diferenciación entre estos se basa en gran parte en la diferente topografía, los rasgos orográficos y el origen de las dos provincias; el Eje Neovolcánico es una elevada cadena volcánica de origen relativamente reciente (Fin del Terciario: Plioceno-Pleistoceno) ya que sus lavas casi no han sufrido alteraciones y apenas han sido erosionadas; en cambio la Sierra Madre del Sur es una unidad profundamente disectada de rocas plegadas, afalladas y separadas por intrusiones que datan del Precámbrico, Paleozoico, Mesozoico y del Terciario temprano (López, 1983). La Sierra Madre Oriental se forma durante el Mesozoico, surgiendo hacia el Terciario superior el Eje Neovolcánico (López, *op. cit*) lo que separa a la Sierra de Oaxaca del resto del sistema.

El conocimiento de la filogenia de los géneros *Jellisonia*, *Kohlsia* y *Plusaetis* es prácticamente nulo, salvo la cercanía que se supone entre ellos, dichos géneros se hallan bien distribuidos en México, y están presentes, uno u otro, en todas las regiones comparadas en este trabajo con Sierra de Juárez, por lo que el reconocimiento de su patrón distribucional puede ser de gran utilidad en la biogeografía de Mesoamérica (Llorente, com. pers.). El origen de los Ceratophyllidae se supone en el Oligoceno sobre Scuriidae, luego de que éstos radiaron e incluso invadieron Asia vía el estrecho de Behring (Eoceno); los ceratofílidos parasitaron luego a aves y cricétidos (Traub, 1983), y es en estos últimos sobre los cuales se plantea que los géneros mencionados se originaron, por lo que se les atribuye un origen neártico-mesoamericano. De estos tres géneros quizá el más antiguo es *Plusaetis*

(Barrera, 1955), estrechamente relacionado con el género *Pleochaetis*; *Kohlsia* en cambio al parecer es más reciente, con una distribución más sureña. Analizando las listas del Apéndice VII, puede observarse que el género *Plusaetis* está bien representado en todas las regiones, no así *Kohlsia* cuya riqueza tiende a aumentar hacia el sur.

Endemismo. Aunque se ha afirmado que el conocimiento de Siphonaptera de México es muy escaso y fragmentado para poder determinar el endemismo a nivel local (Morales y Llorente, 1986; Ponce, 1988a) no es difícil darse cuenta que un alto porcentaje de las pulgas de roedores registradas son endémicas de Mesoamérica, de éstas, la mayoría son ceratofíldos; de hecho, ninguna de las especies registradas en la Sierra de Juárez, Oaxaca, rebasa la franja de los 5° y los 40° latitud norte (Figura 1). Los pocos sifonápteros endémicos a nivel local (aún los no parásitos de roedores) supuestos a la fecha, *Kohlsia pelaezi* en la Sierra Madre del Sur, *Kohlsia martini* en la Sierra de Juárez, *Cediopsylla tepolita* y *Hoplopsyllus pectinatus* en el Eje Neovolcánico, muestran una distribución relativamente amplia en sus respectivas zonas, pero siempre entre los 700 y 2500 m, las dos primeras estrechamente asociadas al Bosque Mesófilo de Montaña; y sólo *K. martini* no tiene como huésped a un endemita, sin embargo ésto se debe primeramente a que tres de los mamíferos endémicos del área (*Microtus oaxacensis*, *Heteromys lepturus* y *Oryzomys caudatus*) no pertenecen al grupo de preferencias hospedatorias de esta especie ya que además no se le encontró parasitándolos ni accidentalmente en este estudio (Cuadro 7). El otro roedor endémico de este sistema orográfico (*Habromys chinanteco*) tiene una distribución fuera del transecto muestreado (lo que no excluye la posibilidad de ser parasitado por esta pulga o alguna otra que pudiera ser también endémica, ya que no se conoce ningún dato sobre sus ectoparásitos).

Las causas del aislamiento que ocasionaron el endemismo en las diferentes zonas incluidas en el análisis no son aún claras, sin embargo podría suponerse que se deben principalmente a eventos vicariantes más que a la dispersión ya que los huéspedes a los que parasitan preferentemente no son de amplia distribución. Uno de estos eventos es quizá la reciente aparición del Eje Neovolcánico hacia finales del Terciario; los endemitas son representados en su mayor parte por géneros relativamente viejos de familias como Hystrichopsyllidae y Pulicidae (que datan al menos del Cretácico, Traub, 1985). En la Sierra de Juárez y la Sierra Madre del Sur los endemismos están representados por géneros jóvenes, especialmente de Ceratophyllinae, parásitos originalmente de Sciuridae, que datan del Eoceno; los Cricetinae son los principales huéspedes de los sifonápteros endémicos, mamíferos que según Hershkovitz (1966) son registrados desde el Oligoceno, pero plantea que pueden haber existido desde el Eoceno tardío; así, los géneros de Ceratophyllinae asociados a ellos lo están al parecer desde el inicio de ambos, de tal forma que cuando ocurrió la glaciación del Plioceno la relación huésped parásito ya estaba bien establecida y luego del aislamiento se produjo la radiación que hoy presentan.

Patrones generales de distribución. De acuerdo con todo lo anterior se encontró que los taxa más boreales se distribuyen preferentemente en el sentido latitudinal hacia la parte norte de la Zona de Transición Mexicana, y -en el sentido altitudinal- se localizan generalmente arriba de los 2500 m. Son grupos de climas fríos y relativamente primitivos como el género *Pleochaetis sensu stricto*. El grado de endemismo local en esta franja es aparentemente pobre, aunque también es importante hacer notar que no es bien conocida en su pulicofauna.

Los endémicos al nivel local pertenecen en su mayoría a grupos característicamente neártico-mesoamericano y se distribuyen entre los 700 y 2500 m, la franja que comúnmente ocupa el bosque mesófilo de montaña, lo que ofrece una evidencia más del alto grado de endemismo biótico que esta asociación vegetal soporta; asimismo, la distribución latitudinal de estos sifonápteros se define desde los 20° y aproximadamente los 7° latitud norte, cotas entre las cuales existe un considerable desconocimiento pulicofaunístico (sur y sureste de México y prácticamente todo Centroamérica); es muy probable la relación directa entre el endemismo de Siphonaptera y el de sus huéspedes, lo que indica una relación huésped-parásito muy antigua.

Por último se observa el extremo de la distribución de los grupos neotropicales, tanto de sifonápteros como de roedores con géneros como *Polygenis* y *Rhopalopsyllus*, y *Sigmodon* y *Oryzomys* respectivamente. No obstante su afinidad austral, luego de su penetración a la Zona de Transición Mexicana, se han diferenciado a nivel específico, de tal forma que existen especies exclusivas de esta región. Tales grupos taxonómicos se distribuyen principalmente en las partes bajas del gradiente altitudinal.

Respecto a la pulicofauna de la Sierra de Juárez, se puede decir que es muy diferente a la de las otras áreas incluidas en el estudio y parece tener más relación con elementos centroamericanos; sin embargo, los datos de los estados de Chiapas, Tabasco y el sur de Veracruz no están aún disponibles, y posiblemente podrán aportar valiosa información, al igual que los datos de las diferentes regiones de Centroamérica. Por otra parte se considera que el esclarecimiento de las relaciones de parentesco pulicológico de las áreas geográficas analizadas, no será precisa hasta que el conocimiento filogenético de las pulgas y su relación con la de los huéspedes sea más completo.

6

CONCLUSIONES

Se registraron 15 especies de Siphonaptera para la Sierra de Juárez, Oaxaca, comprendidas en nueve géneros de cuatro familias: Ceratophyllidae (9 spp), Hystrichopsyllidae (3 spp), Rhopalopsyllidae (2 spp) e Ischnopsyllidae (1 sp).

Fueron registradas 11 especies de mamíferos como huéspedes de los sifonápteros antes mencionados, distribuidos en tres órdenes: Rodentia (9 spp), Chiroptera (1 sp) y Marsupialia (1 sp).

La especie más abundante en el gradiente altitudinal fue *Kohlsia martini*, que es endémica del área.

Se obtuvieron ocho nuevos registros a nivel específico para el estado de Oaxaca: *Hystrichopsylla llorentei*, *Jellisonia dybasi*, *J. hayesi*, *Kohlsia keenani*, *K. mojica*, *Plusaetis sibynus*, *Rhopalopsyllus cacticus* y *Myodopsylla globata*; y cuatro a nivel genérico: *Ctenophthalmus*, *Strepsylla*, *Rhopalopsyllus* y *Myodopsylla*. Se registraron dos nuevas especies para México: *Kohlsia keenani* y *Kohlsia mojica*

Se registra además de su localidad tipo a: *Kohlsia mojica*, *Jellisonia dybasi* e *Hystrichopsylla llorentei*.

Se encontró el macho antes desconocido de *Jellisonia dybasi*; con lo que se complementa su descripción y diagnóstico.

La riqueza y la diversidad de Siphonaptera aumentan hacia el Bosque Mesófilo de Montaña, disminuyendo luego hacia el Bosque de Pino-Encino.

Los sifonápteros roentiofilos se distribuyen en el área conforme a un patrón global de tres pisos coincidentes con el Bosque Mesófilo de Montaña y sus ecotonos superior e inferior, mismos que muestran diferencias (en los dos pisos inferiores) con los obtenidos para roedores.

La distribución de Siphonaptera de roedores se muestra influida por la de sus huéspedes, pero delimitada por el tipo vegetalional.

Los índices de parasitismo más altos fueron alcanzados por las especies del género *Kohlsia* (a excepción de *K. mojica*) dos de ellas sobre *Peromyscus* y la otra sobre *Oryzomys*. El roedor más parasitado resultó ser *Peromyscus melanocarpus* con 10 especies de pulgas, seguido por *P. mexicanus* con ocho y *Oryzomys alfaroi* con

seis, este último es endémico de la zona. Las tres especies de roedores son las más abundantes y más ampliamente distribuidas en el área.

La Sierra de Juárez presenta una afinidad boreal señalada por sus elementos faunísticos, con un fuerte dominio de elementos mesoamericanos.

Se determinaron preliminarmente tres estratos bióticos que pretenden describir globalmente a los elementos vivos y fisiográficos del la zona. Estos se encuentran caracterizados por los principales tipos vegetacionales y climáticos en el área.

Con respecto a otras áreas se determinó que la Sierra de Juárez pertenece a un sistema aparte bien diferenciado, la zona pulcológicamente más cercana a ésta es el Eje Neovolcánico, especialmente al grupo formado por la Sierra de Atoyac y Omiltemi.

El examen global por índices de similitud reflejó en sus resultados finales la constitución de los diferentes sistemas orográficos en grupos formados por sus respectivas zonas representativas.

Se encontró para la Zona de Transición Mexicana un alto endemismo a nivel genérico, y uno a nivel específico para la Sierra de Juárez.

Se proponen tres patrones generales de distribución de Siphonaptera en Mesoamérica con base en la distribución latitudinal y altitudinalmente, señalando que en el estrato medio (entre los 700 y 2500 m) se encuentra el mayor número de endemismos.

Se destaca la utilidad de Siphonaptera para análisis biogeográficos dados sus hábitos parasitarios en su estado adulto, combinados con la probable fuerte dependencia con el medio de sus estados inmaduros.

Se propone ahondar en el estudio de la sifonapterofauna asociada al bosque mesófilo de montaña de México, especialmente de las zonas con un conocimiento incompleto o nulo de estos insectos, para entonces efectuar un análisis más completo y sólido.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio no hubiera sido posible sin el apoyo de la Dirección general de Asuntos del Personal Académico, de la U. N. A. M., através de su programa de becas de posgrado, con el cual me ví beneficiado desde 1988.

Agradezco también a cada uno de los integrantes de mi comité tutorial por sus sugerencias para el mejoramiento del trabajo a lo largo de su desarrollo: a mi director de tesis y asesor de maestría, el M. en C. Jorge Llorente, por la orientación que me otorgó en el campo profesional desde el inicio de mi carrera; el Dr. Fernando Cervantes, por sus observaciones en puntos relevantes pero a veces desapercibidos; a la Dra. Tila M. Pérez, por sus valiosas sugerencias en el estudio de los sifonápteros; al Dr. José Ramírez Pulido, por una frase que hizo mucho. No merecen menos los demás revisores del trabajo y miembros del jurado examinador: el M. en C. Rodolfo Novelo G., por provocar mi interés en los insectos; el M. en C. Oscar Flores, por sus útiles y muy particulares comentarios; el Dr. Bert Kohlmann, por sus consejos en el uso de los números en la naturaleza; la M. en C. Isolda Luna, por su cuidadosa revisión y su trabajo botánico; y al M. en C. Adolfo Navarro, por sus involuntarias contribuciones. Dos agradecimientos más para el Dr. A. Townsend Peterson, por aportar y enriquecer la idea; y para el Biól. Oscar Sánchez, por su desinteresada ayuda.

Al Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la Facultad de Ciencias, por la utilización de sus recursos e instalaciones, así como a mis compañeros del mismo por su ayuda en el trabajo de campo, particularmente a Esther Romo, Arturo Peña y Livia León por la recolecta y determinación taxonómica de los huéspedes.

Un agradecimiento muy especial a la Sra. Estela Luna y al Sr. Alberto Hernández, de la población de La Esperanza, Oaxaca; por su gran ayuda e invaluable amistad.

A mis padres agradezco su ejemplo, que hoy me guía. Y por último, a Miriam, le doy gracias por su amor y paciencia, sin los que no sé si hubiera logrado esto.

LITERATURA CITADA

- Austin, M. & L. Belbin.* 1982. A new approach to the species classification problem in floristic analysis. *Aust. J. Ecol.* 7: 75-89.
- Ayala, R., J. C. Morales, N. Wilson, J. E. Llorente & H. E. Ponce.* 1988. *Catálogo de las pulgas (Insecta; Siphonaptera) en el Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 1: Colección Barrera.* Fac. de Ciencias, U. N. A. M.: 94 p.
- Ayala, R. y J. C. Morales.* 1990. New species of *Hystrichopsylla* Taschenberg (Siphonaptera: Hystrichopsyllidae) from the state of Guerrero, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 35 (3): 305-309.
- Barrera, A.* 1953. Sinopsis de los sifonápteros de la Cuenca de México (Ins., Siph.). *An. Esc. Nal. Cien. Biol.* 7 (1-4): 155-245.
- Barrera, A.* 1955. Una nueva especie de sifonáptero mexicano: *Pleochaetis ponsi* nov. sp. (Ceratophyllidae). *Acta Zool. I* (1): 1-7.
- Barrera, A.* 1956. Nota preliminar sobre sifonápteros de *Cynomys* sp. de la zona de enzootia pestosa de 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. Cien. Biol.*, 9 (1-4): 89-96.
- Barrera, A.* 1967. Redefinición de *Cediopsylla* Jordan y *Hoplopsyllus* Baker. Nuevas especies, comentarios sobre el concepto de relicto y un caso de evolución convergente. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 27: 67-88.
- Barrera, A.* 1968. Distribución cliserial de los Siphonaptera del volcán Popocatepetl, su interpretación biogeográfica. *An. Inst. Biol.* 39 (1): 35-100.
- Carfantan, J. C.* 1983. Les ensembles géologiques du Mexique meridional; évolution géodynamique durant la Mésozoïque et le Cenozoïque. *Geofis. Internal.*, 22: 9-37.
- Crisci, J. V. y M. F. López.* 1983. *Introducción a la teoría y práctica de la Taxonomía Numérica.* O. E. A.: 132 pp. 3

- García, E.** 1981. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Inst. Geog. UNAM: 252 pp
- Hershkovitz, P.** 1966. Mice, land bridges and Latin American faunal interchange. In: Wenzel, R. & V. Tipton (Eds.). *Ectoparasites of Panamá*. Field Mus. of Nat. Hist.: 753-796.
- Holland, G. P.** 1965. New Siphonaptera from southern Mexico. *Con. Ent.*, 103 (1): 95-104.
- Hopkins, G. H. & M. Rothschild.** 1956. *An Illustrated Catalogue of the Rothschild Collection of Fleas (Siphonaptera) in the British Museum (Natural History) II*. British Museum (N.H.): 445 pp.
- Hopkins, G. H. & M. Rothschild.** 1962. *An Illustrated Catalogue of the Rothschild Collection of Fleas (Siphonaptera) in the British Museum (Natural History) III*. British Museum (N.H.): 560 pp.
- Hopkins, G. H. & M. Rothschild.** 1966. *An Illustrated Catalogue of the Rothschild Collection of Fleas (Siphonaptera) in the British Museum (Natural History) IV*. British Museum (N.H.): 549 pp.
- Kovach, W. L.** 1986. *M. V. S. P., A multivariate statistics package for the IBM PC and compatibles*. Indiana Univ. (Dept. Biology), version 1.3.
- Linardi, P. M.** 1981. Utilização de algumas estruturas na caracterização de espécies da ordem Siphonaptera. I. A fratura da Mesocoxa na separação de espécies de *Polygenis* Jordan, 1939. *Rev. Bras. Ent.* 25 (1): 27-29.
- López, E.** 1983. *Geología de México* Tomo III. Secretaría de Educación Pública, México: 453 pp.
- Lorenzo, L., A. Ramírez, M. Soto, A. Breceda, M. Calderón, H. Cortéz, C. Puchet, M. Ramírez, R. Villalón y E. Zapata.** 1983. Notas sobre la fitogeografía del bosque mesófilo de montaña en la Sierra Madre del Sur, México. *Bol. Soc. Bot. México*. 44: 97-102.
- Luis, A.** 1991. *Aspectos de la distribución y fenología de los Papilionoidea de la Sierra de Juárez, Oaxaca*. Tesis (Maestría), Facultad de Ciencias, U. N. A. M.: 123 p.
- Luna I., L. Almeida, L. Villers y L. Lorenzo.** 1988. Reconocimiento florístico y consideraciones fitogeográficas del bosque mesófilo de montaña de Teocelo, Veracruz. *Bol. Soc. Bot. México* 48: 35-63.

- Luna, I., L. Almeida y J. Llorente.** 1989. Florística y aspectos fitogeográficos del bosque mesófilo de montaña de la cañadas de Ocuilan, Estados de Morelos y México. *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón.* México, Ser. Bot. 59 (1): 63-87.
- Magurran, A. E.** 1988. *Ecological diversity and its measurement.* Princeton Univ. Press: 179 pp.
- Morales, J. C.** 1990. Description of a new species of *Jellisonia* Traub, 1944 (Siphonaptera: Ceratophyllidae) from Guerrero, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 35 (3): 310-315.
- Morales, J. C. y J. E. Llorente.** 1986. Estado actual del conocimiento de los Siphonaptera de México. *An. Inst. Biol. UNAM* 56, Ser. Zool. (2): 497-554.
- Navarro, A.** 1986. *Distribución Altitudinal de las Aves en la Sierra de Atoyac, Guerrero.* Tesis profesional (Biólogo), Fac. de Ciencias, UNAM: 85 pp.
- Peña, L. A.** en prep., *Distribución de los mamíferos de la Sierra de Juárez, Oaxaca.* Tesis Profesional, Fac. de Ciencias, UNAM.
- Pérez, T. Ma.** 1976. *Distribución de Siphonaptera en el derrame lávico del Chichinautzin, Morelos. Su interpretación ecológica y biogeográfica.* Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM: 156 pp.
- Pianka, E. R.** 1966. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. *Amer. Natur.* 100: 33-46.
- Ponce-U., H. E.** 1988a. *Siphonaptera de la Sierra de Atoyac de Alvarez, Guerrero: Su distribución local.* Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM: 128 pp.
- Ponce-U., H. E.** 1988b. Los sifonápteros de México y su importancia sanitaria actual. *IV Simposio Nacional de Entomología Médica y Veterinaria (Oaxtepec, Morelos), Memorias 1:* 99-112.
- Ponce-U., H. E.** 1989. Descripción de *Jellisonia mexicana* sp nov y *J. amadoi* del estado de Guerrero, México (Siphonaptera; Ceratophyllidae). *Folia Entomol. Mex.* 76: 177-186.
- Ponce-U., H. E. y J. E. Llorente.** en prensa. *Distribución de los Siphonaptera (Arthropoda; Insecta) de la Sierra de Atoyac de Alvarez, Gro., México.* An. Inst. Biol. (Publicaciones especiales).

- Ponce-U., H. E. y G. Rodríguez.** en prensa. Insectos ectoparásitos de mamíferos. In: Luna, I. (Ed.). *Introducción a la Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi, Guerrero.*
- Ramírez-Pulido, J., M. C. Britton, A. Perdomo y A. Castro.** 1986. *Guía de mamíferos de México.* Univ. Aut. Metropolitana (Unidad Iztapalapa): 720 pp.
- Robertson, P. B.** 1975. *Reproduction and Community structure of rodents over a transect in Southern Mexico.* Thesis, Ph.D., Kansas Univ.: 113 pp.
- Rohlf, F. J.** 1988. *NTSYS-pc, Numerical taxonomy and multivariate analysis system.* Exeter publ. version 1.5.
- Rzedowski, J.** 1969. Nota sobre el bosque mesófilo de montaña en el Valle de México. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Méx.,* 18: 91-106.
- Rzedowski, J.** 1978. *La vegetación de México.* LIMUSA: 315-326.
- Rzedowski, J. y J. Palacios.** 1977. El bosque de *Engelhardtia (Oreomunnea) mexicana*, en la región de la chinantla (Oaxaca, México), una reliquia del Cenozoico. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 36: 93-119.
- S.P.P.,** 1981. *Atlas Nacional del Medio Físico.* Secretaria de Programación y Presupuesto. México: 224pp
- Sánchez-C. S. y J. L. Ornelas.** 1988. *MULTIVAR, Un paquete de programas para análisis multivariado aplicado a la Ecología.* Esc. Nal. Cienc. Biol., Instituto Politécnico Nal.: 11-12.
- Sánchez, O. y G. López.** 1988. A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to Biogeography. *Folia Entomol. Mex.* 75: 119- 145.
- Sandoval, D., A. Pérez-Miravete y A. Barrera.** 1962. Hallazgo de una cepa de *Pasteurella pestis* en *Microtus* capturado en la Ciudad de México. *Rev. Latinoamer. Microbiol.* 5 (2): 55-60.
- Smith, R. L.** 1980. *Ecology and field biology.* Harper & Row: 835 pp.
- Tipton V. H. & E. Méndez.** 1961. New species of fleas (Siphonaptera) from Panama. *Ann. Ent. Soc. Amer.* 54 (2): 255-273.

- Tipton V. H. & E. Méndez.** 1966. The fleas (Siphonaptera) of Panama. In: Wenzel, R. & V. Tipton (Eds.). *Ectoparasites of Panamá*. Field Mus. of Nat. Hist.: 289-385.
- Tipton V. H. & 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.
- Toledo, V.** 1982. Pleistocene changes of vegetation in tropical Mexico. In: Prance, G. T. *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia Univ. Press, N. Y.: 93-111
- Traub, R.** 1950. *Siphonaptera of Central America and Mexico. A morphological study of aedeagus with descriptions of new genera and species*. Fieldiana Zool. 1: 127pp.
- Traub, R.** 1985. Coevolution of Fleas and Mammals. In: Kim, K. Ch. (Ed.). *Coevolution of Parasitic Arthropods and Mammals*. Wiley-Inter-science: 295-437.
- Traub, R., M. Rothschild & J. Haddow.** 1983. *The Ceratophyllidae*. Robert Traub & Miriam Rothschild publ. (British Museum): 288 pp.
- Vargas, L.** 1951. Notas acerca de las pulgas mexicanas (Insecta; Suctoria). *Rev. Inst. Salubr. Enf. Trop.* 12.(1-4): 81-87.

APENDICE I. Clave ilustrada para especies de sifonápteros de la Sierra de Juárez, Oaxaca.

- 1a. Varilla mesopleural bifida (Fig. 26A), ctenidios pronotal o genal presentes.....3
 b. Varilla mesopleural simple (Fig. 26B), sin ctenidios genal ni pronotal (*Rhopalopsyllidae*).....2
- 2a. (1) Prosterosoma proyectado hacia abajo, entre las coxas; mesocoxa rectangular (Fig. 27A).....*Rhopalopsyllus cacicus*
 b. Prosterosoma no proyectado entre las coxas; mesocoxa más ancha en la base (Fig. 27B).....*Polygenis* sp
- 3a. (1) Sin ctenidio genal (*Ceratophyllidae*).....5
 b. Con ctenidio genal.....4
- 4a. (3) Metanoto con espineletas (*Ischnopsyllidae*) (Fig. 27C).....
*Myodopsyllaglobata*
 b. Metanoto sin espineletas (*Hystrihopsyllidae*).....20
- 5a. (3) Tibias con una hilera de sedas formando un ctenidio (Fig. 28A).....7
 b. Sedas de las tibias con disposición irregular (Fig. 28B).....6
- 6a. (5) Macho: Harpagones casi tan anchos como altos (Fig. 29A). Hembra: Esternito VII sin escotadura (Fig. 29C).....*Plusaetis* sp
 b. Macho: Harpagones una y media veces más altos que anchos (Fig. 29B). Hembra: Esternito VII con una amplia escotadura (Fig. 29D).....
*Plusaetissibynus*
- 7a. (5) Hembra.....8
 b. Macho.....14
- 8a. (7) Esternito anal con sedas engrosadas (*Jellisonia*) (Fig. 30B).....11
 b. Esternito anal con sedas delgadas (*Kohlsia*) (Fig. 30A).....9
- 9a. (8) Esternito VII con un lóbulo triangular agudo, no escotado (Fig. 30G).....*Jellisonia bonia*
 b. Esternito VII claramente escotado (Figs. 30D, E, F).....10
- 10a. (9) Cabeza con ocho o nueve sedas en la primera fila de la región preantenal.....*Jellisonia hayesi*
 b. Cabeza con siete sedas en dicha fila.....*Jellisonia dybasi*
- 11a. (8) Escotadura del esternito VII amplio y/o profundo.....12
 b. Escotadura apenas marcada por leves lóbulos (Fig. 30D).....
*Kohlsiamartini*

- 12a. (11) Hila de la espermateca en forma de "C" (Fig. 30C)
*Kohlsia* sp
 b.Hila curvada sobre la bulga a aproximadamente 80°.....13
- 13a.(12) Lóbulo dorsal del esternito VII truncado Fig. 30E)
*Kohlsiakeenani*
 b.Lóbulo dorsal del esternito VII agudo (Fig. 30F)..*Kohlsia mojica*
- 14a.(7) Extremo del apodema del edeago redondeado (*Kohlsia*.) (Fig. 31A)
17
 b.Apodema del edeago con un apéndice apical (*Jellisonia*) (Fig. 31B)
15
- 15a.(14) Lóbulo dorsal de los parámetros triangular (Fig. 32B)
*Jellisoniabonia*
 b.Lóbulo dorsal de los parámetros digitiforme.....16
- 16a.(15) Lóbulo disto-ventral de los harpagones prominente (Fig. 32A)
*Jellisoniadybasi*
 b.Lóbulo disto - ventral de los harpagones atenuado o ausente (machos no registrados en la zona) (Fig. 32C)..*Jellisonia h. hayesi*
- 17a.(14) Brazo distal del esternito IX redondeado.....18
 b.Brazo distal del esternito IX con una protuberancia semiesférica en su ápice (Fig. 33A).....*Kohlsia keenani*
- 18a.(17) Harpagones globosos, convexos en sus márgenes distal y proximal (Fig. 33B).....*Kohlsia* sp
 b.Margen distal de los harpagones convexo, el proximal cóncavo (Fig. 33C).....19
- 19a.(18) Cabeza con gran cantidad de sedas, aproximadamente 22 en la región preantenal y 20 en la postantenal.....*Kohlsia martini*
 b.No como arriba.....*Kohlsia mojica*
- 20a.(4) Pulgas relativamente grandes, medida total del cuerpo entre 3 a 5 mm; ctenidio genal con seis largos dientes....*Hystriehopsylla llorentei*
 b.Tamaño total del cuerpo no superando los 2.5 mm; ctenidio genal con no más de tres dientes, dos de los cuales están solapados....21
- 21a.(20) Ctenidio genal con tres dientes (Fig. 34A)..*Ctenophthalmus ca haagi*
 b.Ctenidio genal con dos dientes (Fig. 34B).....*Strepsylla* sp

ABREVIATURAS USADAS EN LAS FIGURAS

ae = Apodema del edeago
b = Bulga (espermateca)
bd = Brazo distal del esternito IX (machos)
CG = Ctenidio genal
e = Espineletas (terguitos abdominales)
e7 = Esternito VII (hembras)
H = Harpagones
h = Hila (espermateca)
m = Mesocoxa
MD = Lóbulo medio dorsal de los parámetros
Ti = Tibia
VM = Varilla mesopleural

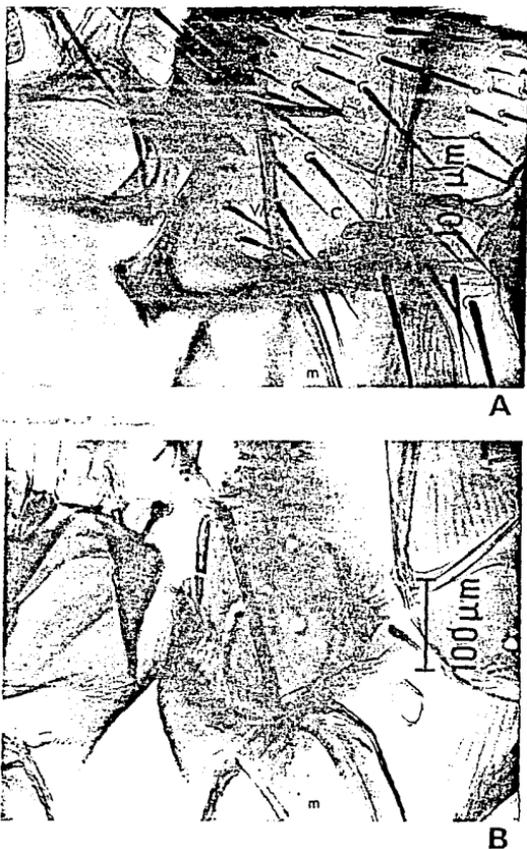


Figura 26. A. Mesopleura de *Kohlsia* sp. B. Mesopleura de *Rhopalopsyllus cacticus*.

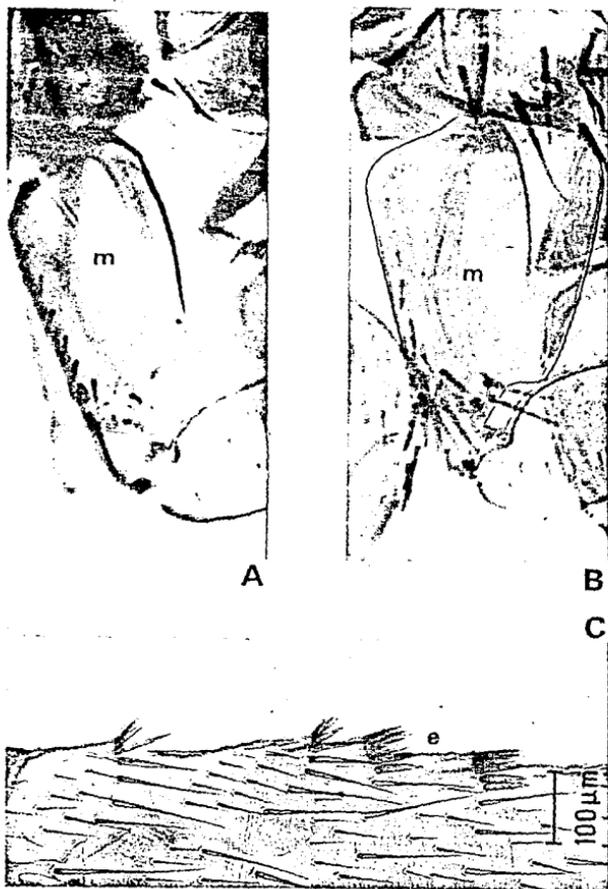


Figura 27. A. Mesocoxa de *Rhopalopsyllus cacicus*. B. Mesocoxa de *Polygenis* sp. C. Terguitos abdominales de *Myodopsylla globata*.

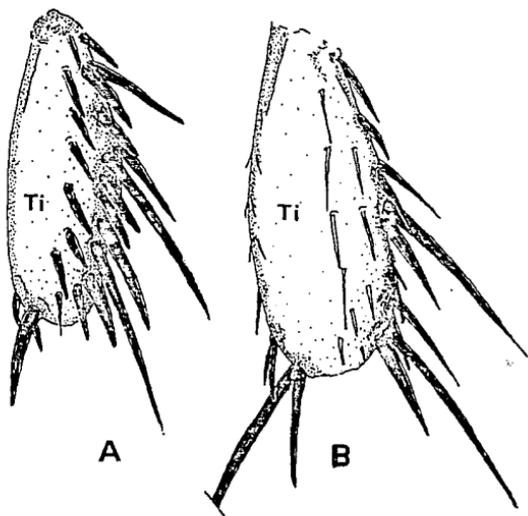


Figura 28. A. Tibia de *Jellisonia* sp. B. Tibia de *Plusaetis* sp.

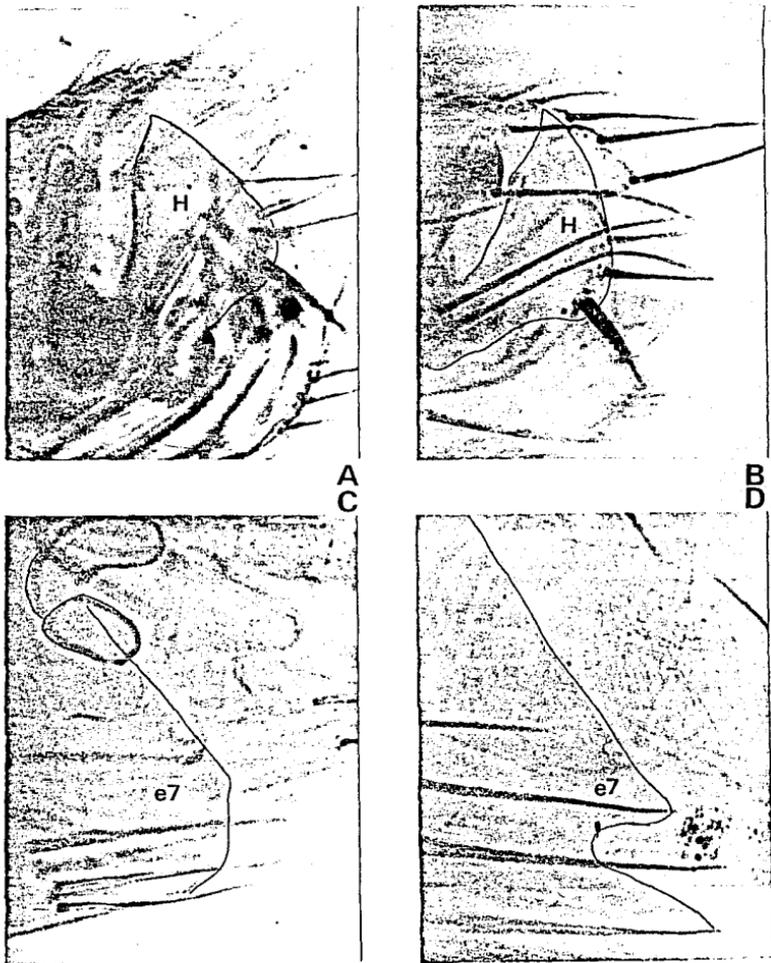


Figura 29. A. Harpagones de *Plusaetis* sp. B. Harpagones de *P. sibynus*. C. Esternito VII de la hembra de *Plusaetis* sp. D. Esternito VII de la hembra de *Plusaetis sibynus*.

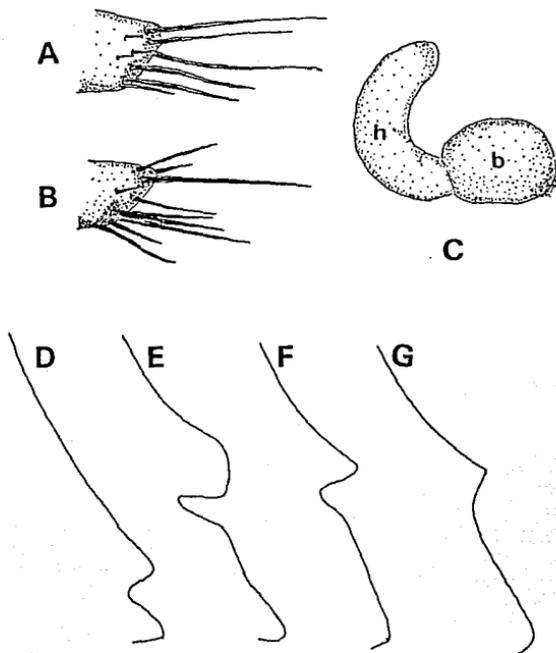


Figura 30. A. Esternito anal de *Kohlsia* spp. B. Esternito anal de *Jellisonia* spp. C. Espermateca de *Kohlsia* sp. D-G. Margen del esternito VII de *Kohlsia martini* (D), *Kohlsia keenani* (E), *Kohlsia mojica* (F) y *Jellisonia bonia* (G).

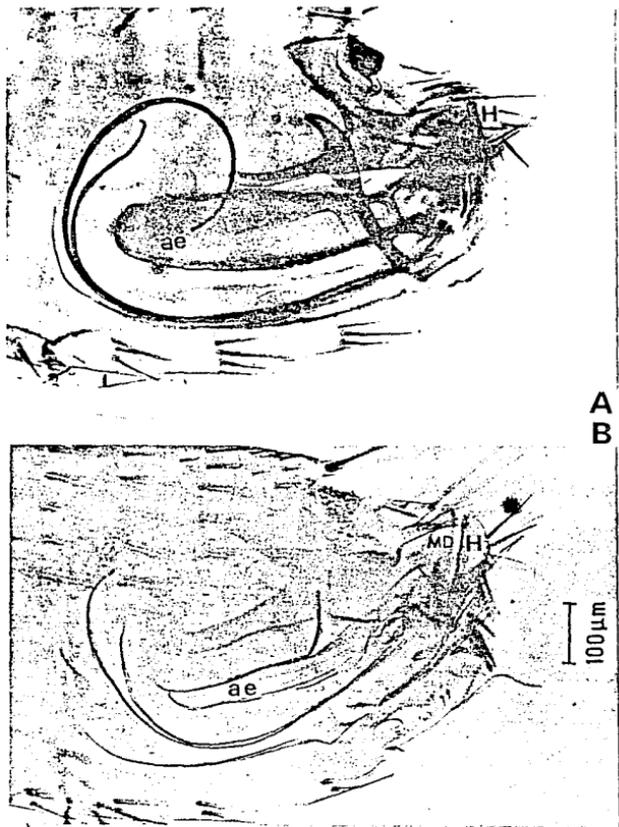


Figura 31. A. Segmentos modificados del macho de *Kohlsia martini*.
B. Segmentos modificados de *Jellisonia dybasi*.

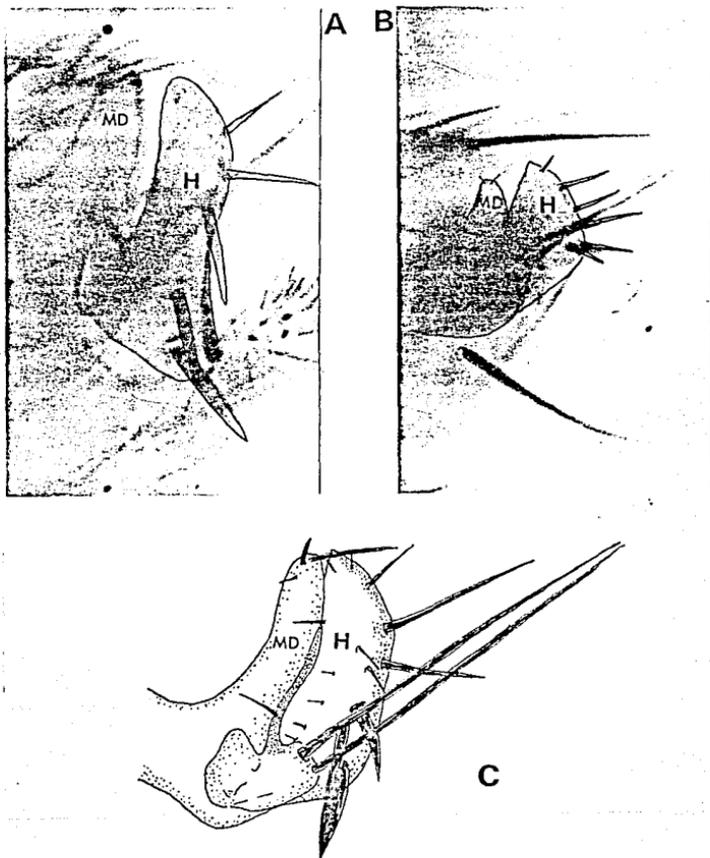


Figura 32. A. Harpagones de *Jellisonia dybasi*. B. Harpagones de *Jellisonia bonia*. C. Harpagones de *Jellisonia hayesi* (tomado de Ponce, 1988a).

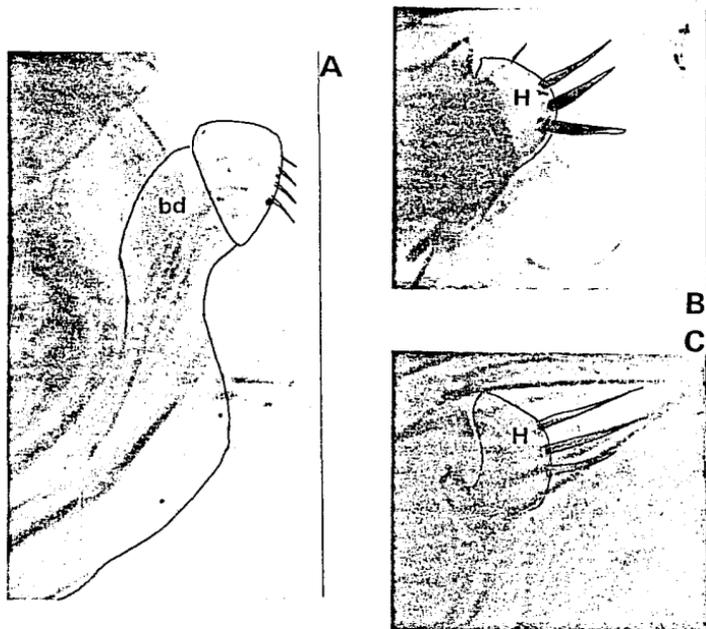


Figura 33. A. Brazo distal del esternito IX del macho de *Kohlsia keenani*. B. Harpagones de *Kohlsia* sp. C. Harpagones de *Kohlsia martini*.

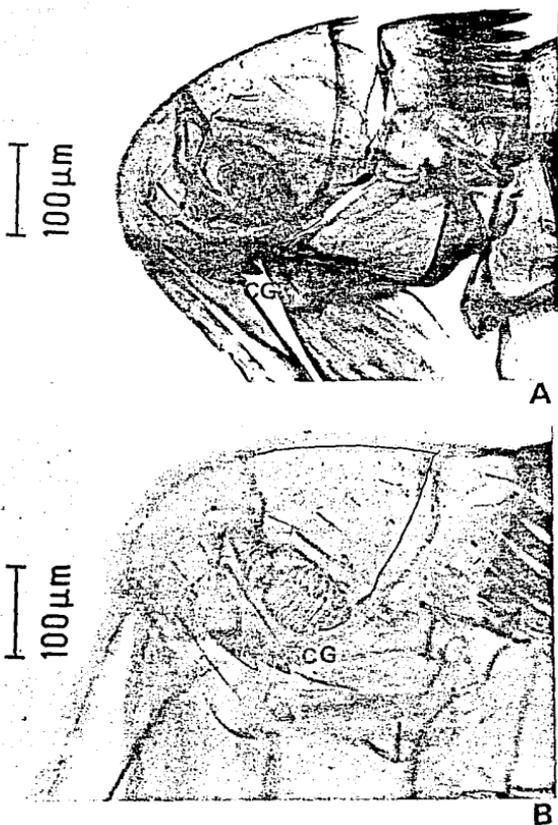


Figura 34. A. Cabeza de *Ctenophthalmus ca haagi*. B. Cabeza de *Strepsylla* sp.

APENDICE II. Lista anotada de Siphonaptera de la Sierra de Juárez, Oaxaca, elaborada con base en los ejemplares recolectados en este estudio. En la lista de material examinado se incluye el número de machos (m) y de hembras (h) en cada localidad y huésped.

RHOPALOPSYLLIDAE

Polygenis sp

Macho. Cabeza. Frente redondeada; tubérculo frontoclipeal evidente, proyectado hacia el dorso. Primera fila de sedas en la región preantenal con cinco sedas, fila ocular con dos sedas. Ojo muy grande y pigmentado. Maxila triangular, larga y aguda, cubriendo la mitad de los palpos labiales, los que a su vez llegan a tres cuartos del largo de la procoxa. Sedas de la región postantenal con disposición 4-6-6. Una fila de pequeñas sedas engrosadas bordean a la escroba en su margen distal. **Tórax.** Protórax con dos filas de sedas con 7 y 8 respectivamente. Mesonoto también con dos filas con 8 y 7 sedas cada una. Mesepisternón con dos sedas, una de las cuales casi sobre la varilla mesopleural. Mesepimerón con tres sedas. Metanoto con tres filas de sedas, la principal con nueve sedas. Area lateral con tres sedas cortas en su margen ventral. Metepisternón con dos sedas. Metepimerón con dos claras filas de sedas con siete y cuatro respectivamente. **Abdomen.** Borde de los terguitos I a V dentado. Filas principales con 7-7-7-7-8-6-6 sedas respectivamente. Una larga seda antepigidial, seis veces aproximadamente más larga que su seda acompañante. **Segmentos modificados y genitales.** Manubrio izquierdo engrosado, con un lóbulo preapical agudo; el derecho es largo y delgado, curvado hacia el dorso. Harpagones cuatro y media veces más largos que anchos en su porción más gruesa, con pequeñas sedas en su margen y superficie. Brazo proximal ancho, con un amplio lóbulo proximal redondeado; brazo distal digitiforme, con largas sedas en su margen distal. Apodema del edeago muy ancho y redondeado. Lóbulo medio dorsal amplio.

Material examinado. PUERTO ELIGIO: 1h, 12-sept-1987, ex *Peromyscus mexicanus* (017 APH); 1m, 30-mar-1988, ex *P. mexicanus* (197 APH); 1m, 9-feb-1989, ex *P. mexicanus* (264 APH); 3m 2h, 10-feb-1989, ex *P. mexicanus* (268, 269, 271 APH). METATES: 1m 1h, 10-feb-1989, ex "roedor" (272, 287 APH). LA ESPERANZA: 1m, 31-mar-1988, ex *Peromyscus mexicanus* (211 APH).

Comentarios. El género *Polygenis* es el principal representante de la fauna sudamericana de pulgas, y a diferencia de *Rhopalopsyllus* parasita a roedores especialmente cricétidos, lo que posiblemente favoreció su radiación en la Zona de Transición Mexicana. Linardi (1981) sugiere que la separación entre las especies de este género pueda ser facilitada mediante la comparación de la fractura de la mesocoxa de cada una de ellas, lo cual se ha utilizado con éxito en las especies australes; en las especies mexicanas no se ha confirmado aún la importancia de esta estructura.

Rhopalopsyllus cacicus saevus Jordan & Rothschild, 1923.

Rhopalopsyllus cacicus saevus J. & R., 1923. *Ectoparasites* 1: 325, Figura 322.

Hembra. Cabeza. Ojos bien desarrollados, antena asimétrica. Región preantenal con dos filas de sedas con tres filas largas cada una y varias muy pequeñas. La región postantenal presenta tres filas con 3-6-4 sedas respectivamente. **Tórax.** Pronoto y mesonoto con dos filas de sedas, no así el metanoto que posee tres; metepímero con dos filas con disposición 3-2. Cuarto tarsómero considerablemente más pequeño que los demás en todas sus patas. **Abdomen.** Cada uno de los segmentos con dos filas de sedas, la posterior con sedas casi del doble de largo. Se presenta sólo una seda prepigidal. **Segmentos modificados y espermateca.** Estilete anal cilíndrico, con una larga seda en su ápice y ventral a esta una muy pequeña. Esternito anal muy ancho, con pequeñas sedas en su margen. Espermateca muy alargada, bulga una y media veces más larga que la hila, la transición entre éstas es clara dada la diferencia en el esclerosamiento, mucho más notable en la bulga, más no por la forma ya que los márgenes de la primera se continúan en la hila, que en su cuarto basal se curva bruscamente, formando un ángulo de casi 90°.

Material examinado. PUERTO ELIGIO: 1h, 12-sept-1987, ex *Didelphis marupialis* (018 LLP).

Comentarios. Aunque esta especie no fue registrada sobre roedores, se incluye con el efecto de ofrecer una lista lo más completa posible de la sifonapterofauna de la Sierra de Juárez, Oaxaca, dado que además constituye un nuevo registro para el estado. Registrada antes por Hubbard (1958, en Morales y Llorente, 1986) en Comitán, Chiapas, sobre humano.

HYSTRICHOPSYLLIDAE

Ctenophthalmus ca haagi

Macho. Cabeza. Margen frontal redondo, tubérculo frontoclipeal evidente. Filas con cinco y tres sedas en la región preantenal. Ctenidio genal con tres dientes, de los que el medio y el posterior se hallan solapados, este último más largo. Una pequeña seda curva se aprecia en el último artejo del palpo labial. Nueve sedas en la región postantenal distribuidas en aparentemente tres filas. **Tórax.** Seis sedas anteriores al ctenidio pronotal, que tiene ocho dientes agudos. Mesonoto con dos filas de sedas y dos pseudosedas; mesepisternón con dos sedas; mesepimerón con dos filas de sedas, la más anterior irregular con dos o tres sedas, la posterior con tres sedas. Área lateral del metatorax con tres sedas; metepisternón con dos sedas; metepimerón con dos filas de sedas en número dos y tres respectivamente. Distotarsómeros con tres pares

de sedas plantares. **Abdomen.** Un dentfculo marginal en cada uno de los tres primeros terguitos. Dos filas de sedas en los terguitos I a VII, estigmas agudos en su porción posterior, estigma VII alargado. **Segmentos modificados y genitales.** Proceso dorsal proximal de los parámetros ancho, de forma triangular, no mayor que el distal, con cuatro sedas en su margen. Harpagones con una convexidad proximal subapical, margen proximal ligeramente convexo, haciéndose casi paralelo con el primero hacia la mitad basal. Manubrio muy agudo, curvado hacia el dorso. Brazo proximal del esternito IX ancho en su extremo apical, margen dorsal convexo, con un lóbulo triangular en su porción ventral; brazo distal como en su ápice, márgenes casi paralelos. Apodema del edeago delgado y agudo, husiforme, ala prominente. Lóbulo medio dorsal amplio. Hamule pequeño y romboide. **Hembra.** Esternito VII con una profunda escotadura, lóbulo dorsal agudo. Estilete anal largo y cilíndrico, con tres sedas apicales. Bulga con forma cilíndrica, casi el doble más larga que ancha; hila más corta y notablemente más delgada, con una curvatura de aproximadamente 90°.

Algunos ejemplares presentan las siguientes variaciones: Esternito VIII no evidente. Manubrios agudos, curvados hacia el dorso. Proceso proximal dorsal de los parámetros amplio, con cuatro sedas en su margen, en su cara distal pasa bruscamente a una pequeña concavidad semicircular que se continúa hasta el proceso distal cuadrado. Harpagones con el margen proximal convexo, con nueve pequeñas sedas en su borde, margen distal recto con cuatro pequeñas sedas en su mitad inferior. Una larga seda preacetabular entre los dos procesos y una acetabular delgada. Brazo proximal muy delgado en su mitad basal, pasando bruscamente a ser muy ancho en su extremo debido a un lóbulo ventral de aproximadamente 90°, lo que le da al ápice una apariencia rectangular; brazo distal corto, apenas el doble del largo que ancho, con numerosas sedas en su superficie cercana al margen disto-ventral. Apodema del edeago delgado y agudo. Lóbulo medio dorsal amplio.

Materia examinada. LA ESPERANZA: 1h, 9-jul-1987, ex *Oryzomys alfaroi* (315 LLP); 1m 1h, 20-nov-1987, ex *Oryzomys caudatus* (105 APH); 1m, 20-nov-1987, ex "Roedor" (106 APH); 1h, 3-dic-1987, ex *Peromyscus mexicanus* (138 APH); 2m, 5-dic-1987, ex *Oryzomys alfaroi* (143 APH); 3m 1h, 27-mar-1988, ex *Peromyscus melanocarpus* (150, 151 ERV); 1m 1h, 27-mar-1988, ex *Oryzomys alfaroi* (156 ERV). **EL SUSPIRO:** 1m, 10-jul-1987, ex "Roedor" (316 LLP); 3m, 10-jul-1987, ex *Peromyscus melanocarpus* (317, 318, 322 LLP); 1m, 10-jul-1987, ex "Roedor" (324 LLP); 1m, 6-dic-1987, ex *Peromyscus thomasi* (381 LLP); 1m 1h, 6-dic-1987, ex *P. melanocarpus* (390 LLP, 149 APH); 4m 3h, 7-dic-1987, ex "Roedor" (163 APH). **Cam. a SAN ISIDRO:** 1m, 22-abr-1987, ex *Peromyscus melanocarpus* (268 LLP); 1h, 22-abr-1987, ex "Roedor" (275 LLP); 1m 2h, 12-jul-1987, ex *Peromyscus melanocarpus* (346, 349, 352 LLP); 3m 2h, 12-jul-1987, ex *P. thomasi* (350, 351 LLP); 1m 1h, 15-sept-1987, ex *P. melanocarpus* (063 APH); 1m, 15-sept-1987, ex "Roedor" (068 APH); 1m, 16-sept-1987, ex *Microtus oaxacensis* (081 APH); 6m 6h, 16-sept-1987, ex *Peromyscus melanocarpus* (082, 083, 089, 091 APH; 087, 088, 091, 092, 095 ERV); 1h, 3-nov-1987, ex *P. melanocarpus* (107 ERV); 2h, 3-nov-1987, ex "Roedor" (111 ERV); 2m, 3-nov-1987, ex *Peromyscus melanocarpus* (117 ERV); 2h, 23-nov-1987, ex *P. thomasi* (115 APH); 1h, 23-nov-1987, ex *P. melanocarpus* (117 APH); 1h, 6-dic-1987, ex *P. melanocarpus* (388 LLP); 1h, 6-dic-1987, ex *Oryzomys alfaroi* (391 LLP); 1m, 6-dic-1987, ex *Peromyscus melanocarpus* (395 LLP); 1h, 1-abr-1988, ex *P. mexicanus* (411 LLP); 1m, 1-abr-1988, ex *Oryzomys alfaroi* (413 LLP); 1h, 1-abr-1988, ex

Peromyscus melanocarpus (417 LLP); 1m, 28-ene-1990, ex *Oryzomys alfaroi* (029 HEPU); 2m 1h, 28-ene-1990, ex *Peromyscus melanocarpus* (037, 038 HEPU).

Comentarios. Definitivamente perteneciente al subgénero *Nearctophthalmus* pero con una asignación específica incierta, debido principalmente al pobre conocimiento que se tiene de las especies que conforman este subgénero. No obstante, es semejante a *Ctenophthalmus haagi* y a *C. pseudagyrtes*, y perfectamente diferenciable de *C. expansus*, especialmente en la forma de los harpagones.

Hystrichopsylla llorentei Ayala y Morales, 1990

Hystrichopsylla orophila. Barrera, 1958. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol.* IX (1-7)

Hystrichopsylla llorentei Ayala & Morales, 1990. *The Southwestern Naturalist* 35(3):305-309

Macho. Cabeza. Región frontal fuertemente achatada. Tubérculo frontoclipeal grande y por lo tanto muy evidente. Región preantenal con una fila anterior de nueve sedas y una fila ocular de dos, además de pequeñas en número de 15 a 17. Ctenidio genal con seis largos dientes, muy agudos. Ojo bien evidente. Región postantenal con una fila oblicua de nueve sedas, y otra de solo dos, siete largas sedas en el borde posterior de la cabeza. **Tórax.** Tres filas de sedas en el pronoto con 6, 11 y 8 respectivamente, ctenidio pronotal con 18 dientes largos y agudos. Mesonoto con numerosas sedas formando cuatro claras filas y otras confusas, aparentemente dos, la fila principal con siete sedas. Metanoto con cuatro claras filas de sedas, la posterior con 12 largas sedas. Varilla mesopleural incompleta. Siete filas de sedas en el mesepisternón y mesepimerón juntos, con disposición 4-7- 6-4-8-6-4. Área lateral del metatórax con tres sedas. Metepisternón carente de sedas, sin embargo se observa la posible incursión de una gruesa seda. Metepimerón con tres filas de sedas con 9, 9 y 7 cada una. **Abdomen.** Primer terguito carente de denticulos, los tres siguientes con 10, 7 y cuatro respectivamente, representando ctenidios reminiscentes. Tres filas de sedas en cada uno de los tergitos. Tres largas sedas antepigdiales. **Segmentos modificados y genitales.** Esternito VIII ahusado, con numerosas sedas en su superficie. Manubrios muy agudos, curvados hacia el dorso. Harpagones largos, con abundantes sedas en su margen distal y otras mucho más pequeñas en su margen interno, su forma es ahusada, con una fuerte curvatura de 180° cerca de la base, base ancha. Brazo proximal del esternito IX muy grueso en su base, convexo en su margen dorsal cerca del ápice, un lóbulo agudo en la mitad de su margen ventral, delgado en su tercio basal; brazo distal con 16 sedas dentiformes en su margen ventral, achatado en su ápice. Apodema del eedeago con los márgenes paralelos, ligeramente curvado hacia el dorso en su extremo, Estilos peneanos cortos, apenas pasando el largo del apodema del eedeago.

Material examinado. *EL SUSPIRO*: 1h, 10-jul-1987, ex "roedor" (316 LLP). *Cam. a SAN ISIDRO*: 1m, 6-dic-1987, ex *Peromyscus melanocarpus* (155 APH). *BRECHA 60*: 1h, 3-abr-1988, ex *Peromyscus melanocarpus* (421 LLP).

Comentarios. Esta especie sólo había sido registrada en el Estado de Guerrero, en la localidad tipo (Sierra de Atoyac de Alvarez, Ponce, 1988a; Ayala y Morales, 1990) y en el Parque Estatal de Omiltemí (Barrera, 1958; Ponce y Rodríguez, en prensa). Con su registro en la Sierra de Juárez se amplía su distribución (Figura 7).

Strepsylla sp

Hembra. Cabeza. Margen frontoclipeal redondeado. Región preantenal con dos filas de sedas, la primera con seis sedas y la ocular con tres. Ctenidio genal característico del género, constituido por dos dientes solapados en su base. Región postantenal con tres filas de sedas con disposición 1-3-4. **Tórax.** Ctenidio pronotal con seis dientes, posteriores a una fila de largas sedas. **Abdomen.** Los cuatro primeros terguitos abdominales con dentículos marginales. Con tres sedas prepigdiales, de las que la central es más larga. **Espermateca y segmentos modificados.** Estilete anal largo y delgado, con una larga seda en su extremo. Bulga redondeada, bien esclerosada, separada claramente de la hila que parece invaginarse ligeramente en su base para luego curvarse aproximadamente 80° sobre la bulga.

Material examinado. *EL SUSPIRO*: 1h, 10-jul-1987, ex *Peromyscus melanocarpus* (323 LLP).

Comentarios. Como es frecuente no sólo en Siphonaptera, sino en muchos otros grupos de insectos, las características distintivas de las especies están dadas en uno de los sexos. En este caso, el macho posee dichas características, por lo que la determinación a nivel específico del único ejemplar recolectado no ha sido posible dado que se trata de una hembra.

CERATOPHYLLIDAE

Kohlsia keenani Tipton & Méndez, 1961

Kohlsia keenani Tipton & Méndez, 1961. *Ann. Ent. Soc. of America*. 54 (2): 255- 273.

Macho. Cabeza. Margen anterior agudo, con un tubérculo frontoclipeal pequeño aunque prominente. Numerosas micropuntuaciones en la parte superior de la región preantenal. Cuatro filas de sedas, la primera bordeando el área punteada constituida por 3 a 5 sedas; la segunda formando un ángulo recto con la anterior siguiendo el margen frontal de la cabeza con entre 4 y 6 sedas; la tercera fila está formada por tres sedas, de las cuales la más anterior la comparte con la fila anterior; por último la fila

ocular está constituida por tres sedas. Ojo oval, bien evidente. Palpo maxilar tetrarticulado, los artejos segundo y distal aproximadamente del mismo tamaño. Palpo labial pentarticulado, pasando ligeramente la mitad de la procoxa. Región postantenal con tres filas de sedas con disposición 4-4-5 o 5-5-6. **Tórax.** Pronoto con una fila de cinco sedas con otras tantas muy pequeñas intercalares; ctenidio pronotal con 12 dientes por lado, los cuales son delgados y romos. Mesonoto con tres filas de sedas, las dos primeras constituidas por 7 u 8 pequeñas sedas, la tercera y más posterior con cuatro o cinco sedas largas; una pseudoseda presente. Metanoto con la misma disposición que el mesonoto, a excepción de la fila anterior que posee solo 3 o 4 sedas. Mesepisternón con tres sedas, una de ellas muy pequeña. la más larga casi sobre la varilla mesopleural. Mesepimerón con seis sedas. Área lateral del metatórax con dos sedas. Metepisternón sólo con una seda larga cerca del ángulo postero-superior. Metepimerón con tres filas de sedas, confusas entre sí, pero dan la idea de tener disposición 3-3-1. Ctenidios tibiales presentes en todas las patas. **Abdomen.** Dentículos en los terguitos I a IV con disposición 1-2-2-1. Filas principales de sedas de los terguitos con disposición 5-7-7-7-7-7. Tres sedas antepigidales, la central cinco veces mayor que la dorsal más pequeña. **Segmentos modificados y genitales.** Octavo esternito ancho, con tres o cuatro sedas largas en su borde externo, una subapical, y tres más en su margen interno. Manubrio delgado, largo, romo en su ápice, curvado hacia el dorso. Proceso dorsal de los parámetros triangular, a la misma altura que los harpagones, los cuales son un poco más de cuatro veces más largos que anchos en su porción media, borde externo con tres largas sedas y una pequeña inferior. Brazo proximal del esternito IX delgado y agudo, con un lóbulo triangular en su margen proximal, cerca del ápice; brazo distal con un lóbulo en su margen externo con dos sedas gruesas y cinco pequeñas, tres de estas gruesas. Apodema del eedeago romo. Proceso medio dorsal del ápice del eedeago expandido, ubicado sobre el lóbulo lateral. Armadura del túbulo interno muy esclerosado, agudo; esclerito creciente muy evidente. Hamule muy grande, expandido, con una pequeña espina en su margen ventral. **Hembra. Segmentos modificados y espermateca.** Séptimo esternito con una escotadura angosta, lóbulo dorsal redondo y ancho; seis sedas en su superficie de las que la dorsal es pequeña. Estilete anal largo, ligeramente más ancho en su base, con una seda apical y otra ventral, una seda dorsal muy pequeña y delgada está presente. Esternito anal con cuatro gruesas sedas, la segunda más dorsal un tercio más larga que la primera. Bulga de la espermateca oval, ligeramente cóncava en su borde ventral, hila un tercio más larga que la bulga, curvada hacia el dorso aproximadamente 80°.

Material examinado. LA QUEBRADORA: 1h, 10-jul-1987, ex *Oryzomys alfaroi* (325 LLP). LA ESPERANZA: 1m 1h, 20-abril-1987, ex *Oryzomys alfaroi* (236 LLP); 1m 4h, 21-abr-1987, ex "roedor" (251, 252, 253, 254 LLP); 11m 13h, 9-jul-1987, ex "roedor" (303 LLP); 1h, 9-jul-1987, ex *Oryzomys alfaroi* (309, 310, 311, 312, 315 LLP); 3m 2h, 20-nov-1987, ex *Oryzomys caudatus* (105 APH); 1m 4h, 20-nov-1987, ex *Oryzomys alfaroi* (106 APH); 4m 3h, 25-nov-1987, ex *Oryzomys alfaroi* (123, 124 APH); 1h, 3-dic-1987, ex *Peromyscus maniculatus* (132 APH); 1m 1h, 3-dic-1987, ex *Oryzomys alfaroi* (137 APH); 1m 5h, 5-dic-1987, ex *Oryzomys alfaroi* (143 APH); 1m, 6-dic-1987, ex *Oryzomys*

alfaroi (158 APH); 1m, 27-mar-1988, ex *Oryzomys caudatus* (151 ERV); 5m 4h, 27-mar-1988, *Oryzomys alfaroi* (152, 153, 155, 156 ERV). *EL SUSPIRO*: 1m 1h, 7-dic-1987, ex *Oryzomys alfaroi* (397 LLP; 161 APH). *Cam. a SAN ISIDRO*: 1m, 16-sept-1987, ex *Peromyscus maniculatus* (090 APH); 1h, 23-nov-1987, ex *Peromyscus maniculatus* (118 APH); 2m, 7-dic-1987, ex *Oryzomys alfaroi* (164 APH); 1m, 2-nov-1987, ex *Peromyscus maniculatus* (086 ERV); 1h, 28-ene-1990, ex "Roedor" (028 HEPU); 1m, 28-ene-1990, ex *Oryzomys alfaroi* (035 HEPU); 1m, 28-ene-1990, ex *Peromyscus maniculatus* (037 HEPU); 2h, 28-ene-1990, ex *Oryzomys alfaroi* (040 HEPU); 1m 1h, 29-ene-1990, ex *Oryzomys alfaroi* (045, 046 HEPU).

Comentarios. Los ejemplares examinados pertenecen indudablemente a la especie referida, misma que no era conocida de México hasta la fecha (Fig. 7); no obstante, presentan notables diferencias con respecto a la descripción original (Tipton y Méndez, 1961). La forma de los harpagones es más oval, el octavo esternito es más ancho y con el ápice redondeado y los hamuli presentan una pequeña espina ventral.

Kohlsia martini Holland, 1971

Kohlsia martini Holland, 1971. *The Canadian Entomologist*. 103 (1): 97-101.

Macho. Cabeza. Margen anterior redondeado. Región preantenal con numerosas sedas que forman cuatro filas confusas, pero aparentemente con disposición 6 o 7-5-4-3, además de una sola seda en el margen maxilar de la gena. Palpo maxilar tetrarticulado, el artejo distal es casi del mismo tamaño que el basal. Palpo labial con una longitud que alcanza la mitad de la procoxa. región postantenal con cuatro filas de sedas con disposición 3-4-6-6. **Tórax.** Seis o siete sedas principales anteriores al ctenidio pronotal, el cual está constituido por 12 o 13 dientes delgados y agudos. Mesonoto con tres filas de sedas, la anterior con seis pequeñas sedas, la media con seis y la posterior con cuatro, dos pseudosedas se presentan posteriores a la fila principal. Tres filas de sedas en el metanoto con disposición 9-7-5. Mesepesternón con dos o tres sedas. Meseprimerón con tres filas de 3-3-2 sedas respectivamente. Área lateral del metatórax con dos o tres sedas. Una sola seda en el metepisternón. Ocho sedas en el metepimerón dispuestas como sigue: tres en la fila anterior, tres en la posterior, una entre estas filas y otra en el extremo posterior. Ctenidios tibiales evidentes en todas las patas. **Abdomen.** Dentículos de los terguitos I a IV con disposición 2-2-2-1. Filas principales 5-7-8-7-7-6 sedas respectivamente. Dos sedas antepigidales, la dorsal el doble del largo que la ventral. **Segmentos modificados y genitales.** Esternito VIII pequeño, on dos sedas en su ápice. Manubrios delgados y agudos, muy anchos en su base; proceso dorsal de los parámetros pequeño, redondeado, con tres o cuatro pequeñas sedas en el ápice, el cual pasa ligeramente en altura a los harpagones, los cuales son anchos, globosos, con tres gruesas sedas en su margen distal, y una pequeña y delgada cerca del ápice. Brazo proximal del esternito IX delgado y agudo, con un lóbulo triangular en el tercio superior del margen proximal; brazo distal con un lóbulo agudo, ligeramente proyectado hacia la parte supero-posterior, ubicado hacia la mitad del margen distal, con numerosas sedas pequeñas; ápice redondo con dos

pequeñas sedas engrosadas subapicales. Apodema del edeago con los márgenes prácticamente paralelos, agudo en su extremo. Lóbulo medio dorsal delgado y largo; esclerito creciente también alargado. Hamule grande, expandido, de forma triangular. **Hembra. Segmentos modificados y espermateca.** Escotadura del séptimo esternito cercano a la porción ventral, lóbulos dorsal y ventral pequeños. Estilete anal largo, ancho en su base, la seda apical el doble de larga que la ventral, cerca de la base se aprecia una pequeña seda dorsal. Esternito anal con dos gruesas sedas, una en el ápice y la otra cerca de la base, además de otras sedas más delgadas a lo largo del margen ventral. Bulga de la espermateca oval, bien esclerosada; hila delgada, engrosándose ligeramente hacia el primer tercio, recuperando su grosor en el ápice, curvada sobre la bulga aproximadamente 70° .

Material examinado. METATES: 2m 1h, 8-dic-1987, ex *Peromyscus mexicanus* (172, 175 APH); 1m, 8-dic-1987, ex "roedor" (173 APH); 2m 1h, 27-mar-1988, ex *P. mexicanus* (135, 136 ERV); 11m 12h, 10-feb-1989, ex *P. mexicanus* (273, 274, 277, 278, 282 APH); 4m 4h, 10-feb-1989, ex "roedor" (275, 281 APH); 3h, 28-may-1989, ex "roedor" (009 HEPJ); 1m 2h, 27-jul-1989, ex "roedor" (480 LLP); 17m 18h, 27-jul-1989, ex *P. mexicanus* (481 LLP; 305 APH); 17m 13h, 28-jul-1989, ex *P. mexicanus* (308, 309 APH). LA QUEBRADORA: 8m 14h, 11-jul-1987, ex *Peromyscus mexicanus* (328, 329, 333, 334 LLP); 6m 8h, 28-mar-1988, ex *P. mexicanus* (157 ERV). VISTA HERMOSA: 1m, 4-abr-1988, ex *Peromyscus mexicanus* (426 LLP); 4m 4h, 28-mar-1988, ex "roedor" (141 ERV); 1m 1h, 28-mar-1988, ex *Peromyscus mexicanus* (145 ERV). LA ESPERANZA: 2m 4h, 9-jul-1987, ex *Peromyscus mexicanus* (304, 306, 308, 314 LLP); 2h, 9-jul-1987, ex *Oryzomys alfaroi* (311 LLP); 3m 2h, 5-nov-1987, ex *P. mexicanus* (130, 131 ERV); 1m 3h, 3-dic-1987, ex *P. melanocarpus* (130, 135 APH); 1m, 5-dic-1987, ex *P. mexicanus* (144 APH); 6h, 5-dic-1987, ex *P. melanocarpus* (145 APH); 1h, 5-dic-1987, ex *P. mexicanus* (146 APH); 1m, 7-dic-1987, ex *P. mexicanus* (399 LLP). EL SUSPIRO: 1m 8h, 10-jul-1987, ex *Peromyscus melanocarpus* (318 LLP); 1-, 4-nov-1987, ex *P. melanocarpus* (126 ERV); 1-, 6-dic-1987, ex *Oryzomys alfaroi* (385 LLP); 2h, 6-dic-1987, ex *Peromyscus melanocarpus* (148, 149 APH); 2h, 6-dic-1987, ex "roedor" (150 APH); 1h, 1-abr-1988, ex *Peromyscus mexicanus* (411 LLP). Cam. a SAN ISIDRO: 1h, 22-abr-1987, ex *Peromyscus melanocarpus* (265 LLP); 5m 4h, 12-jul-1987, ex "roedor" (345 LLP); 4m 2h, 12-jul-1987, ex *P. melanocarpus* (347 LLP); 1h, 2-nov-1987, ex *P. melanocarpus* (090 ERV); 1h, 23-nov-1987, ex *P. melanocarpus* (119 APH); 1h, 6-dic-1987, ex *P. melanocarpus* (151 APH).

Comentarios. Especie sólo conocida de la Sierra de Juárez, Oaxaca, registrada en la vertiente opuesta al transecto estudiado, sobre *Oryzomys* sp (Holland, 1971, en Morales y Llorente, 1986)(Fig. 7). En el presente estudio se presenta insistentemente sobre *Peromyscus melanocarpus* y *P. mexicanus*, los que probablemente son sus huéspedes primarios, pero puede ser que la elevada infestación que en estos roedores se presenta se deba a su relativa abundancia, que los ubica como un recurso de alta disponibilidad para los sifonápteros.

Kohlsia mojica Tipton & Méndez, 1966

Kohlsia mojica Tipton & Méndez, 1966. Ectoparasites of Panamá, FMNH: 314-316, Pl. 81-82

Macho. Cabeza. Margen anterior redondeado, tubérculo frontoclipeal pequeño. Región preantenal con tres filas con 5, 4 y 3 sedas respectivamente. Región postantenal con cuatro filas de 3, 2, 4 y 5 sedas. Ojo bien pigmentado. **Tórax.** Ctenidio pronotal con diez dientes ligeramente curvados hacia el dorso (nueve en hembra). Arco pleural evidente. Ctenidio tibial confuso en todas las patas. **Abdomen.** Dentículos marginales de los terguitos I a IV con la siguiente disposición: 1-2-2-1 (la hembra presenta sólo uno en el III terguito), los dos existentes en el terguito II solapados en su base (sólo en macho). Tres sedas antepigiales, de las que la central es claramente más larga. **Segmentos modificados y genitales.** Esternito VIII muy reducido, con sedas en su borde. Concavidad de los parámetros muy amplia, continuándose con el lóbulo dorsal que a su vez es amplio y redondeado en su ápice; manubrios delgados y curvados hacia el dorso; Harpagones ovales, ligeramente más delgados en el tercio apical, con tres sedas largas en su borde distal, con una mucho más pequeña abajo de éstas. Brazo proximal del esternito IX delgado en sus dos tercios basales, ensanchándose cerca del ápice gracias a la presencia de un lóbulo triangular en su margen proximal; brazo distal grueso en su extremo y bien esclerosado, presenta tres sedas cerca del ápice y tres más en un lóbulo que se halla en el tercio basal. Apodema del edeago con los bordes muy convexos; lóbulo medio dorsal en el ápice del edeago amplio y redondeado. Estilos peneanos muy largos. **Hembra. Segmentos modificados y genitales.** Lóbulo dorsal del esternito VII agudo. Bulga oval, casi cilíndrica, bien esclerosada; hila con los márgenes paralelos, curvada aproximadamente 90°. Estilete anal largo, con una seda apical larga y una ventral de menor tamaño.

Material examinado. EL SUSPIRO: 1m, 1-abril-1988, ex *Peromyscus melanocarpus* (418 LLP). Cam. a SAN ISIDRO: 1h, 3-nov-1987, ex *Peromyscus melanocarpus* (117 ERV).

Comentarios. Antes de este estudio sólo registrada de su localidad tipo en las montañas del oeste de Panamá (Tipton y Méndez, 1966)(Fig. 7), lo que su presencia en el área de estudio implica un nuevo registro para el país.

Kohlsia sp

Macho. Cabeza. Margen anterior redondo. Cuatro filas de sedas en la región preantenal con disposición 6-5-4-3, además de una seda más en el borde maxilar. Palpo maxilar tetrarticulado. Palpo labial pentarticulado, alcanzando la mitad de la procoxa. Región postantenal con cuatro filas de 3-4-5-6 sedas respectivamente. **Tórax.** Cinco sedas anteriores al ctenidio pronotal con cinco o seis sedas intercalares pequeñas. Ctenidio pronotal con trece dientes largo y agudos. Mesonoto con cuatro filas de sedas con 6, 8, 7 y 5 sedas respectivamente, las dos primeras filas son

confusas, se presentan dos pseudosedas. Metanoto con tres bien definidas filas de sedas con disposición 9-9-5 y un dentículo marginal. Mesepisternón con cuatro sedas. Mesepimerón con ocho sedas distribuidas en dos filas anteriores de tres y una posterior con dos. Area lateral del metatórax con una o tres sedas. Metepisternón con sólo una larga seda. Metepimerón con tres filas con 2-3-2 sedas respectivamente. Ctenidios tibiales evidentes en todas las patas. **Abdomen.** Dentículos de los primeros cuatro terguitos con disposición 2-2-2-1. sedas de las filas principales de los terguitos I a VII en número de 5-6-7-6-7-7-6. Tres sedas antepigdiales, la central ligeramente más larga que la ventral, la que a su vez supera ligeramente en largo a la dorsal. **Segmentos modificados y genitales.** Octavo esternito no evidente. Margen dorsal de los parámetros amplio, pasando al lóbulo dorsal digitiforme, con tres sedas pequeñas en su ápice; manubrios delgados; harpagones globosos, el borde externo muy convexo con tres sedas largas y una aproximadamente del mismo largo que las otras pero más delgada entre la primera más dorsal y la media; sedas acetabulares muy juntas. Brazo proximal del esternito IX con sus márgenes casi paralelos hasta llegar al lóbulo triangular que se ubica en el margen proximal cerca del ápice; brazo distal ancho, semic cuadrado en su extremo, con numerosas sedas en su borde distal de su mitad basal. Apodema del eedeago ancho y con los márgenes convexos, lóbulo medio dorsal del ápice de eedeago fuertemente curvado. **Hembra. Segmentos modificados y espermateca.** Amplia escotadura del esternito VII. Estilete anal con una larga seda apical, tres veces mayor que la ventral; también existe una seda dorsal muy pequeña. Esternito anal con una seda gruesa subapical y otra basal. Bulga esférica, bien esclerosada; hila delgada, con márgenes paralelos, curvada sobre la bulga formando una letra "C".

Material examinado. METATES: 168 APH, 1m, 8-dic-1987, ex "roedor". **VISTA HERMOSA:** 1m, 4-abr-1988, ex *Heteromys lepturus* (425 LLP). **LA ESPERANZA:** 4m 5h, 20-abr-1987, ex *Peromyscus mexicanus* (235, 239, 240, 241 LLP); 4m 2h, 20-abr-1987, ex "roedor" (238 LLP); 1h, 25-nov-1987, ex *P. melanocarpus* (122 APH); 6m 3h, 3-dic-1987, ex *P. mexicanus* (127, 138 APH); 1m 6h, 3-dic-1987, ex *P. melanocarpus* (130, 132, 135, 136 APH); 4m 6h, 4-dic-1987, ex *P. melanocarpus* (380 LLP); 1m, 5-dic-1987, ex *P. melanocarpus* (145 APH). **EL SUSPIRO:** 18m 15h, 10-jul-1987, ex *Peromyscus melanocarpus* (318, 322, 323, 326, 327 LLP); 3m 3h, 10-jul-1987, ex "roedor" (321 LLP); 3m 3h, 4-nov-1987, ex *P. melanocarpus* (128, 129 ERV); 12m 12h, 6-dic-1987, ex *P. melanocarpus* (147 APH); 382, 384; 386 LLP); 2m 2h, 7-dic-1987, ex *P. melanocarpus* (396 LLP); 1m 2h, 7-dic-1987, ex *P. mexicanus* (399 LLP); 2m 5h, 1-abr-1988, ex *P. melanocarpus* (407, 408 LLP); 3m 3h, 1-abr-1988, ex *P. mexicanus* (411 LLP); 1m 1h, 1-abr-1988, ex *P. thomasi* (415 LLP). **Cam. a SAN ISIDRO:** 16m 21h, 22-abr-1987, ex *Peromyscus melanocarpus* (265, 268, 269, 271, 272, 273, 274, 277 LLP); 1m, 22-abr-1987, ex "roedor" (275 LLP); 3m 2h, 10-jul-1987, ex *P. melanocarpus* (317 LLP); 24m 28h, 12-jul-1987, ex "roedor" (345, 346, 347, 349, 350, 352, 354 LLP); 3h, 12-jul-1987, ex *P. thomasi* (348, 350 LLP); 4m 6h, 15-sept-1987, ex *P. melanocarpus* (062, 065, 066 APH); 14m 11h, 16-sept-1987, ex *P. melanocarpus* (082, 084, 089, 090 APH); 1m 2h, 23-nov-1987, ex *P. melanocarpus* (117, 118 APH); 7h, 2-nov-1987, ex *P. melanocarpus* (095, 098 ERV); 3m 2h, 3-nov-1987, ex *P. melanocarpus* (112, 117, 118 ERV); 1m 2h, 6-dic-1987, ex *P. melanocarpus* (388, 390, 392 LLP); 3m 3h, 8-dic-1987, ex *P. melanocarpus* (165 APH); 1m 1h, 28-ene-1990, ex "roedor" (031 HEPUI); 2h, 28-ene-1990, ex *Oryzomys alfaroi* (032 HEPUI); 3m 9h, 28-ene-1990, ex *Peromyscus melanocarpus* (036, 038, 039 HEPUI); 2m 1h, 29-ene-1990, ex *P. melanocarpus* (048 HEPUI).

Comentarios. Ejemplares muy semejantes a *Kohlsia martini* en la quetotaxia y morfología general, no obstante, la disposición de las sedas en los harpagones, la forma del lóbulo dorsal de los parámetros, la forma del lóbulo medio dorsal del ápice del edeago, la escotadura del esternito VII en la hembra y la curvatura de la espermateca, entre otras características, hacen dudar que pertenezcan a dicha especie. Otro factor que parece separar ambas especies es la distribución a lo largo del transecto, *i. e.* *Kohlsia martini* parasita principalmente a *Peromyscus melanocarpus* y aumenta su abundancia con la altitud, mientras que lo inverso ocurre con *Kohlsia* sp y parasita primordialmente a *Peromyscus mexicanus*. Sólo registrada de la Sierra de Juárez, Oaxaca (Figura 7).

Plusaetis sibynus (Jordan, 1925)

Ceratophyllus sibynus Jordan, 1925. *Nov. Zool.*, XXXII: 110

Pleochaetis sibynus, Traub, 1950. *Fiediana*, 1: 29

Plusaetis sibynus, Smit, 1983. In. Traub, Rothschild & Haddow, *The Ceratophyllidae*: 19

Macho. Cabeza. Región preantenal con dos filas de sedas (aparentemente tres) con diez y tres sedas correspondientemente. Región postantenal con tres filas de cinco sedas cada una. **Tórax.** Una fila de delgadas sedas anteceden al ctenidio pronotal de nueve o diez dientes, de los cuales el más ventral es muy pequeño. **Abdomen.** Los cuatro primeros terguitos abdominales con dentículos marginales con disposición 1-2-2-1. Una larga seda pigidial, acompañada dorsal y ventralmente por dos muy pequeñas. **Segmentos modificados y genitales.** Concavidad dorsal de los parámetros semicircular, muy pronunciada, y se continúa con el proceso dorsal digitiforme, a casi la misma altura que los harpagones; estos últimos convexos en su margen distal, con cuatro sedas largas con distribución más o menos regular a excepción de la ventral que se presenta ligeramente más alejada de las demás; dos sedas acetabulares; manubrios anchos y ligeramente curvados. Brazo proximal del esternito IX sinuoso, ligeramente más ancho en su extremo; brazo distal oval en su mitad distal, con un lóbulo cuadrado en su margen distal-basal con largas sedas. Lóbulo medio dorsal curvado ligeramente sobre el túbulo interno del edeago. **Hembra. Segmentos modificados y espermateca.** Estilete anal con una larga seda apical y dos pequeñas, una dorsal y la otra ventral. Bulga semioval, bien esclerosada; hila con sus márgenes paralelos y curvada sobre la bulga, casi dos veces más larga que ésta.

Material examinado. PUERTO ELIGIO: 1m, 31-mar-1988, ex *Peromyscus mexicanus* (211 APH). Cam. a SAN ISIDRO: 1m 1h, 22-abr-1987, ex *Peromyscus mexicanus* (269 LLP); 1h, 2-nov-1987, ex *P. melanocarpus* (092 ERV); 1m 1h, 1-abr-1988, ex *P. mexicanus* (408, 411 LLP).

Comentarios. Posiblemente se trate de la subespecie *Plusaetis sibynus jordani* dada la morfología de los harpagones y la distribución de ésta (Fig. 7), no obstante, la

separación de estos taxa no está aún muy clara; situación que se presenta en todo el género.

Plusaetis sp

Macho. Cabeza. Tubérculo frontoclipeal evidente. tres filas de sedas en la región preantenal, la fila anterior posee seis sedas, la media cuatro y tres la ocular, se presenta además otra seda entre estas dos últimas filas, cerca del margen genal. Palpo maxilar tetrarticulado. Palpo labial a tres cuartos del largo de la procoxa. Ojo bien pigmentado. Región postantenal con tres filas de sedas, la primera o anterior con cuatro, la media con seis y la posterior con cinco. Una serie de pequeñas sedas bordean la escroba. **Tórax.** Seis sedas largas forman una fila anterior al ctenidio pronotal, el cual está constituido por once dientes de los que el más ventral es considerablemente más pequeño que los otros. Mesonoto con cinco sedas en su fila principal; tres pseudosedas presentes. Fila principal del metanoto como en el mesonoto. Mesepisternón con ocho sedas con 2-3-3 sedas en cada fila, en algunos ejemplares una de las sedas de la primera fila es compartida con el mesepisternón. Area lateral del metatórax con tres o dos sedas. Metepisternón desnudo. Metepimerón con dos filas de tres sedas cada una, y una solitaria seda posterior. **Abdomen.** Dentículos de los terguitos I a IV con disposición 2-2-2-1. Sedas de las filas principales de los terguitos abdominales en número de 5-8-8-8-7-7-7 respectivamente. **Segmentos modificados y genitales.** Esternito VIII con delgadas sedas en su margen ventral. Manubrios anchos y romos en su ápice; proceso dorsal de los parámetros prominente; harpagones anchos, muy convexos en su margen distal con cuatro largas sedas, de las que la ventral es muy gruesa, el margen proximal muestra una pequeña convexidad en su tercio superior. Brazo proximal del esternito IX curvado hacia el dorso, ápice achatado, agudo en la transición del ápice y el margen ventral; brazo distal con un lóbulo ventral con tres largas sedas y de tres a cinco pequeñas sedas aproximadamente del mismo tamaño que las del esternito VIII, la mitad distal es oval, más estrecha apicalmente. Apodema del eedeo en forma de huso, apéndice apical largo (un tercio del largo del apodema), cuello delgado, mismo que se continúa anterodorsalmente con una notable convexidad. Lóbulo medio dorsal fuertemente curvado sobre el túbulo interno. Hamuli rectangulares con sus ángulos redondeados. **Hembra.** Esternito VII no escotado. Estilete anal con sedas dorsal y ventral del mismo tamaño aproximadamente, un tercio del tamaño de la apical. Esternito anal con cuatro sedas cortas y gruesas en su margen y dos muy largas en su extremo distal. Bulga bien esclerosada, oval, recta en su transición con la hila, esta última casi tres veces más larga que la bulga, engrosándose hasta llegar al ápice romo.

Material examinado. PUERTO ELIGIO: 1m, 31-mar-1988, ex *Peromyscus mexicanus* (211 APH). LA ESPERANZA: 1h, 25-nov-1987, ex *Peromyscus melanocarpus* (121 APH). EL SUSPIRO: 1m 4h, 10-jul-1987, ex "roedor" (316 LLP); 2m 2h, 10-jul-1987, ex *Peromyscus melanocarpus* (317, 318, 327 LLP); 2h, 6-dic-1987, ex *P. thomasi* (381 LLP); 1h, 1-abr-1988, ex "roedor" (407 LLP); 4h, 1-abr-1988, ex

P. melanocarpus (412, 417 LLP); 3m, 6-dic-1987, ex *P. melanocarpus* (148, 149 APH); 2m 2h, 4-nov-1987, ex *P. melanocarpus* (125, 128, 129 ERV). *Cam. a SAN ISIDRO*: 7m 1h, 22-abr-1987, ex *Peromyscus thomasi* (263, 264, 270 LLP); 10m 5h, 22-abr-1987, ex *P. melanocarpus* (265, 268, 271, 273, 274, 276, 278 LLP); 6m 5h, 12-julio-1987, ex *P. melanocarpus* (347, 349, 351, 355 LLP); 2m 5h, 6-dic-1987, ex *P. melanocarpus* (388, 389, 390, 393, 394, 395 LLP); 1m 1h, 15-sept-1987, ex *P. melanocarpus* (062, 065 APH); 5m 2h, 15-sept-1987, ex *P. thomasi* (067 APH); 4m 6h, 16-sept-1987, ex *P. melanocarpus* (082, 083, 084, 089, 090, 091 APH); 2m 4h, 16-sept-1987, ex *Reithrodontomys mexicanus* (088 APH); 1m, 23-nov-1987, ex *P. thomasi* (115 APH); 5m 4h, 23-nov-1987, ex *P. melanocarpus* (116, 117, 118 APH); 1m, 6-dic-1987, ex *P. melanocarpus* (153 APH); 2m 2h, 2-nov-1987, ex *P. melanocarpus* (086, 089, 090, 092 ERV); 3m, 2-nov-1987, ex *P. thomasi* (091 ERV); 1h, 2-nov-1987, ex *Reithrodontomys microdon* (097 ERV); 2m 1h, 3-nov-1987, ex *Peromyscus melanocarpus* (106 ERV); 2m, 3-nov-1987, ex "roedor" (108, 111 ERV); 1h, 3-nov-1987, ex *P. melanocarpus* (110 ERV); 1m 1-, 3-nov-1987, ex *P. melanocarpus* (117, 118 ERV); 1h, 28-ene-1990, ex "roedor" (028 HEPU); 1h, 28-ene-1990, ex *Oryzomys alfaroi* (029 HEPU); 6m 3h, 28-ene-1990, ex *Peromyscus melanocarpus* (036, 038, 039 HEPU); 2m, 29-ene-1990, ex *P. melanocarpus* (048 HEPU). *BRECHA 60*: 4m 3h, 3-abr-1988, ex "roedor" (421, 422, 423, 424 LLP).

Comentarios. Los ejemplares recolectados en la Sierra de Juárez son muy semejantes a la especie *Plusaetis equatoris*, la cual Vargas (1951) había registrado en nuestro país, sin datos de localidad precisos, Barrera (1953) la registra también describiendo la que entonces era nueva subespecie *Pleochaetis equatoris aztecus* misma que pasó a ser la especie *Plusaetis aztecus*. Los sifonápteros aquí descritos presentan algunas diferencias con respecto a la especie referida; una de ellas es la presencia de tres filas de sedas en la región preantenal de la cabeza en lugar de las dos originales, el proceso dorsal de los parámetros es un poco más alto y por último, el brazo distal del esternito IX es más agudo.

Jellisonia hayesi Traub, 1950

Jellisonia hayesi Traub, 1950. *Fieldiana*, 1: 17

Hembra. Cabeza. Frente redondeada. Tubérculo frontoclipeal pequeño pero notorio. Tres filas de sedas en la región preantenal con 7, 4 y 3 respectivamente. Palpo labial a tres cuartos del largo de la procoxa. Región postantenal con tres filas con 3 o 4-6-5 sedas respectivamente. **Tórax.** Seis sedas en el pronoto, anteriores al ctenidio; este último con 11 dientes de los que el ventral es considerablemente más pequeño y menos esclerosado que los demás. mesonoto con filas de 6-5-5 sedas, tres pseudosedas presentes cerca del margen posterior. Metanoto con 3-7-5 sedas en sus filas, un denticulo marginal. Mesepisternón con dos sedas. Mesepimerón con ocho sedas, en filas de 3, 2 y 3 sedas. Area lateral del metatórax con dos pequeñas sedas. Una seda en el metepimerón cerca del ángulo supero-posterior. Metepimerón con 3, 3 y 1 sedas en cada una de sus filas. Ctenidios tibiales en todas las patas. **Abdomen.** Un denticulo en el margen de cada uno de los tres primeros terguitos. Sedas mayores de los terguitos abdominales con disposición 5-7-7-6-6-6-5. Tres sedas antepigdiales, la central es un poco más del doble de largo que las otras, un grupo de ocho pequeñas

sedas posteriores a las antepigdiales. **Segmentos modificados y espermateca.** Esternito VII con una profunda escotadura, lóbulo dorsal agudo. Estilete anal cónico, con una larga seda apical ligeramente más gruesa que la dorsal. Esternito anal con cuatro sedas largas y engrosadas. Bulga e hila aproximadamente del mismo largo; bulga muy convexa dorsalmente y ligeramente cóncava, casi recta, ventralmente; hila digitiforme.

Material examinado. Cam. a SAN ISIDRO: 2h, 12-jul-1987, ex *Peromyscus thomasi* (350, 351 LLP).

Comentarios. Esta especie es otro de los ejemplos de lo urgente que es la revisión de los ceratofilinos como *Plusaetis* y el mismo *Jellisonia*, ya que aunque se registran dos subespecies de *J. hayesi* en México (Fig. 7), las diferencias no son tan claras como lo parecían en el momento de su descripción, ya que hoy en día se tienen ejemplares de regiones intermedias que dificultan la correcta ubicación de los ejemplares recolectados, lo que complica aún más considerando que las diferencias más notorias se encuentran en los machos.

Jellisonia bonia Traub & Johnson, 1952

Jellisonia bonia Traub & Johnson, 1952, *Amer. Mus. Novitates*, 1558

Macho. Cabeza. Región preantenal con 5-4-3 sedas en sus filas correspondientes. Región postantenal con tres filas de sedas con disposición 2-4-5. **Tórax.** Ctenidio pronotal con ocho dientes, de los que el ventral es considerablemente más pequeño que los demás. Ctenidio tibial muy poco evidente. **Abdomen.** Segmentos I a IV con denticulos marginales en los terguitos. **Segmentos modificados y genitales.** Concavidad dorsal de los parámetros amplia, lóbulo dorsal triangular con el ápice redondeado; harpagones semilunares, muy convexos en su margen distal con cinco sedas largas y relativamente gruesas además de otra casi del mismo largo pero muy delgada dorsal a éstas. Brazo proximal del esternito IX con un lóbulo triangular redondeado en su margen ventral, cerca del ápice; brazo distal con dos sedas largas en un ligero lóbulo ventral cercano a su base. Lóbulo medio dorsal amplio y redondeado, cubriendo casi en su totalidad al tubérculo interno del edeago; lóbulo lateral muy amplio; apodema del edeago con el margen ventral casi recto y el dorsal ligeramente convexo, terminando en un ligero apéndice apical. **Hembra. Segmentos modificados y espermateca.** Estilete anal característico del género, con una seda apical y una ventral. Bulga oval, bien esclerosada; hila relativamente pequeña, curvada a aproximadamente 90° de la bulga.

Material examinado. METATES: 1m, 30-oct-1987, ex *Peromyscus mexicanus* (070 ERV); 1h, 3-dic-1987, ex *Heteromys lepturus* (133 APH); 1h, 27-mar-1988, ex *H. lepturus* (134 ERV); 3m 1h, 10-feb-1989, ex *Peromyscus mexicanus* (273, 276, 282 APH); 1h, 10-feb-1989, ex "roedor" (275 APH); 1m, 28-jul-1989, ex *P. mexicanus* (308 APH).

Comentarios. Es de las especies del género *Jellisonia* de hábitos más tropicales, se le ha registrado entre los 1000 y 1500 m (Traub *et al.*, 1983), en este estudio sólo se registró en la localidad de Metates, a una altitud media de 1000 m sobre *Peromyscus mexicanus*, el cual probablemente sea su huésped primario. Hasta antes de este trabajo era conocida de Guatemala y el Eje Neovolcánico, México (Fig. 7).

Jellisonia dybasi

Jellisonia dybasi Traub, 1950. *Fieldiana*, 1: 19-20

Macho. Cabeza. Frente redondeada. Región preantenal con tres filas de sedas, la primera con ocho o nueve, la media con cuatro y la ocular con tres. Palpo labial a la mitad de la procoxa. Región postantenal con tres filas de sedas, la anterior con tres, la media con cuatro o cinco y la posterior con seis. **Tórax.** Cinco sedas preceden al ctenidio pronotal, de las que la ventral es muy larga; el ctenidio posee nueve dientes anchos, el ventral es pequeño. Mesonoto con dos filas de sedas, la anterior con seis y la posterior con cinco, dos pseudosedas presentes. Mesepisternón con una larga seda y otra muy pequeña; mesepimerón con 2, 3 y 2 sedas en sus filas. Metanoto con cinco sedas principales, un denticulo en su margen; área lateral con dos sedas; metepisternón con sólo una seda cerca del ángulo supero-posterior; metepimerón con tres filas con 4-3-1 sedas respectivamente. Ctenidios tibiales muy evidentes. **Abdomen.** Terguitos I a IV con 1-2-2 o 1-1 denticulos en el margen. Disposición de sedas de las filas principales como sigue: 5-7-7-7-7-5. Seda antepigidal central muy larga, acompañada por dos más muy pequeñas. **Segmentos modificados y genitales.** Octavo esternito foliáceo. Membrana intersegmental amplia y muy micromucronada. Manubrios anchos, ligeramente curvados hacia el dorso. Proceso dorsal de los parámetros grande, digitiforme, con cuatro delgadas sedas en su ápice. Harpagones delgados, alcanzando en altura al proceso dorsal; ligeramente cóncavos, casi rectos, en su margen interno, con una seda delgada y larga a la mitad, dos pequeñas en posición más ventral, una más a la mitad de la distancia entre la seda mayor y el ápice, que posee numerosas sedas pequeñas; margen distal convexo, con tres gruesas sedas, la ventral y dorsal casi cuatro veces más largas que la central; un lóbulo agudo se observa en la región ventral, cerca de la inserción, éste posee dos sedas muy gruesas, dentiformes. Brazo proximal del esternito IX ancho, agudo, con un pequeño lóbulo en su margen proximal cerca de su ápice; brazo distal ancho, el lóbulo proximal-ventral con dos pequeñas sedas engrosadas; cuatro más, semejantes a las anteriores, en el margen del lóbulo distal-ventral; numerosas sedas delgadas bordean ventralmente el brazo, cerca del ápice se presenta un mechón de trece a quince sedas pequeñas dentiformes. Apodema del edeago con los márgenes casi paralelos, excepto por una ligera convexidad del dorso, ápice redondeado y oblicuo, con un pequeño apéndice; cuello muy ancho. Lóbulo medio dorsal amplio, cubriendo casi totalmente al túbulo interno. Hamuli delgados, digitiformes, con el extremo ligeramente

corrugado. **Hembra.** Lóbulo ventral del esternito VII casi el doble de amplio que el dorsal, formando entre ellos una profunda escotadura. Estilete anal cónico truncado, con una larga seda en su extremo y una muy pequeña en su margen ventral. Bulga oval, ligeramente recta en su margen ventral, bien esclerosada; hila fusiforme, curvada sobre la bulga aproximadamente 76°.

Material examinado. **METATES:** 1h, 8-dic-1987, ex "roedor" (168 APH); 1h, 10-feb-1989, ex "roedor" (275 APH); 1h, 10-feb-1989, ex *Peromyscus mexicanus* (277 APH). **VISTA HERMOSA:** 2m 1h, 22-abr-1989, ex *Reithrodontomys mexicanus* (140 ERV); 1h, 23-abr-1989, ex *Oryzomys alfaroi* (143 ERV). **LA ESPERANZA:** 1h, 20-abr-1987 LE, ex "roedor" (238 LLP); 1m, 3-dic-1987, ex *Peromyscus melanocarpus* (132 APH); 1h, 9-dic-1987, ex *P. mexicanus* (404 LLP). **Cam. a SAN ISIDRO:** 1m 1h, 22-abr-1987 SI, ex *Peromyscus thomasi* (263 LLP); 1m, 22-abr-1987, ex "roedor" (269 LLP); 1m, 12-jul-1987, ex "roedor" (345 LLP); 1m, 12-jul-1987, ex *Peromyscus melanocarpus* (347 LLP); 1m 1h, 15-sept-1987, ex *P. thomasi* (067 APH); 1m 1h, 16-sept-1987, ex *Reithrodontomys mexicanus* (085, 088 APH); 1m, 16-sept-1987, ex *Peromyscus melanocarpus* (089 APH); 1m, 2-nov-1987, ex *P. melanocarpus* (092 ERV).

Comentarios. Se describe por primera vez al macho de *Jellisonia dybasi*. Esta especie sólo había sido registrada en una madriguera por los que se desconocían sus preferencias hospedatorias, planteando la posibilidad de que su huésped primario fuera del género *Peromyscus* (Traub *et al.*, 1983), lo que queda confirmado en este trabajo, aunque parece difícil señalar una preferencia a nivel específico.

ISCHNOPSILLIDAE

Myodopsylla globata Holland, 1971

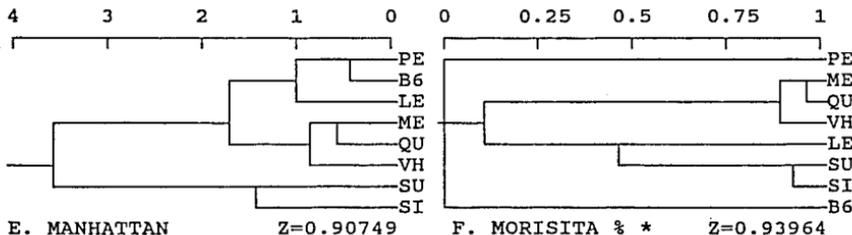
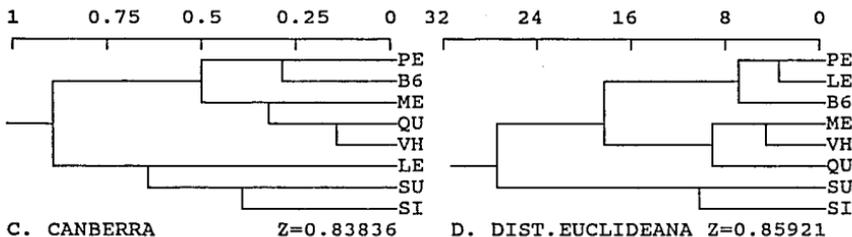
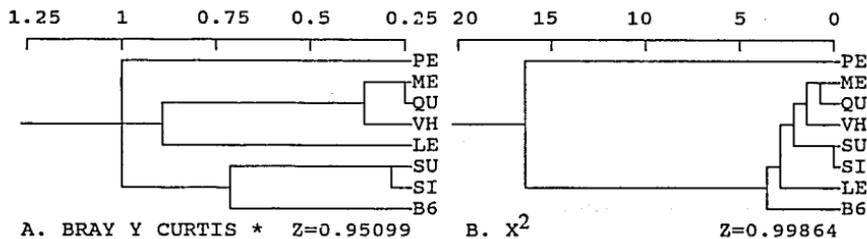
Myodopsylla globata Holland, 1971. *Can. Ent.*, 103(1)

Macho. Cabeza. Ojos ausentes. Dos dientes cuadrados en posición genal. Palpo labial tetra-articulado. **Tórax.** Tres filas de sedas pronotales; ctenidio con 16 dientes largos y delgados por lado. Metanoto con espinelatas. Patas relativamente largas. **Abdomen.** Ctenidios marginales en los terguitos II y III, los cuales poseen 10 y nueve dientes correspondientemente. **Segmentos modificados y genitales.** esternito VIII densamente cubierto de sedas. Manubrios muy delgados; harpagones muy anchos en sus dos tercios ventrales gracias a una amplia lóbulo que lo ocupa, en donde se encuentra una corta pero gruesa seda dentiforme, la parte del ápice es más delgada y curvada internamente con dos sedas dentiformes. Brazo distal del esternito IX delgado y curvo. Lóbulo medio dorsal del edeago muy amplio. **Hembra. Segmentos modificados y espermateca.** Estilete anal redondo, con dos sedas, de las que la ventral es aproximadamente dos terceras partes más corta que la dorsal. Bulga redonda, con una ligera concavidad en su margen ventral; hila larga y delgada, con sus márgenes paralelos y su extremo redondeado, curvada formando una "C".

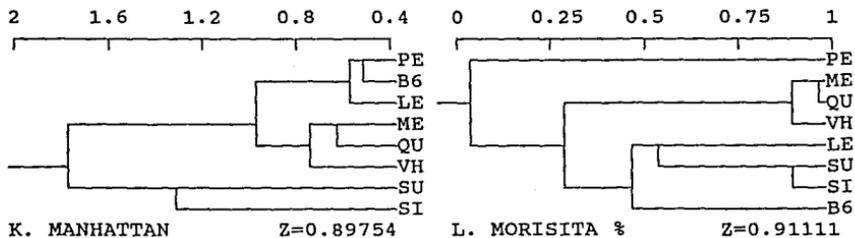
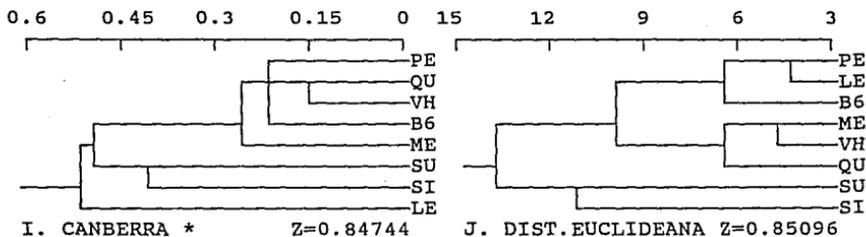
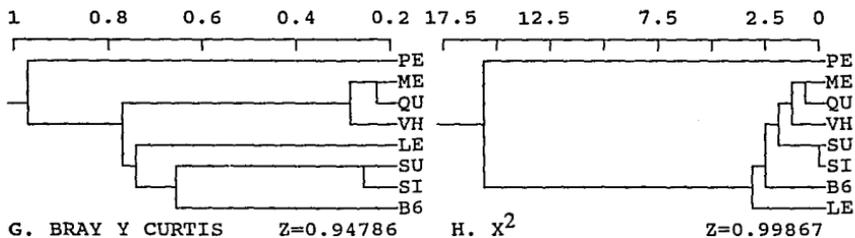
Material examinado. *METATES*: 2h, 7-dic-1987, ex *Myotis* sp (166 APH). *LA ESPERANZA*: 2m 3h, 9-dic-1987, ex *Myotis* sp (177 APH).

Comentarios. Al igual que en el caso de *Rhopalopsyllus cacicus* se registra esta especie con el fin de ofrecer una lista lo más completa posible de la sifonapterofauna registrada en la zona, a pesar de que no se trate de una pulga rodentífila.

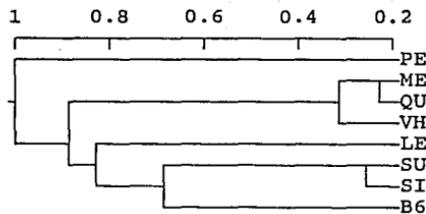
APENDICE III. Dendrogramas de las localidades de la Sierra de Juárez, Oax. según seis diferentes índices y cuatro métodos de agrupación distintos. (Datos cuantitativos de Siphonaptera). B6=Brecha 60; LE=La Esperanza; ME=Metates; PE=Puerto Eligio; QU=Quebradora; SI=Cam. a San Isidro; SU=Suspiro; VH=Vista Hermosa; Z=Estadístico de Mantel normalizado. *=Dos o más replicas distintas.



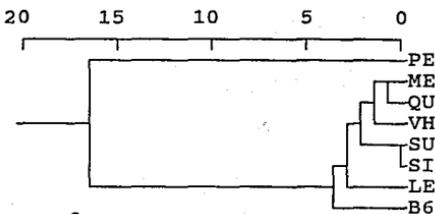
Método de agrupación: LIGAMIENTO COMPLETO



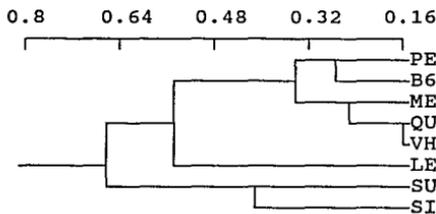
Método de agrupación: LIGAMIENTO SIMPLE



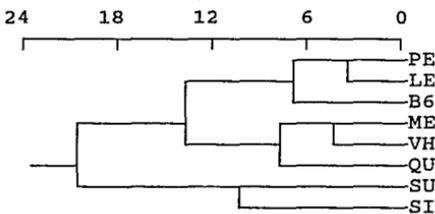
M. BRAY Y CURTIS Z=0.96652



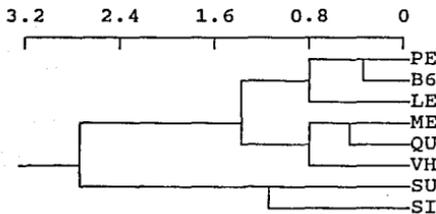
N. X^2 Z=0.99929



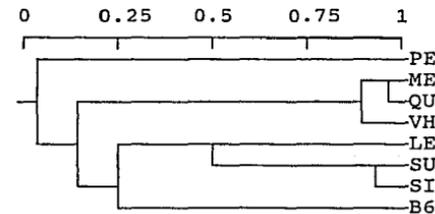
O. CANBERRA Z=0.88960



P. DIST. EUCLIDEANA Z=0.86340

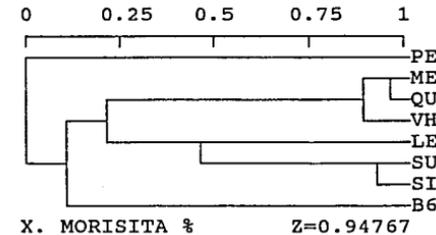
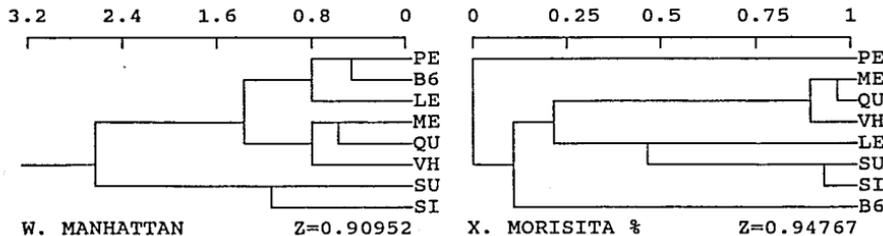
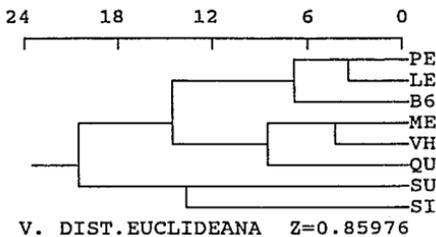
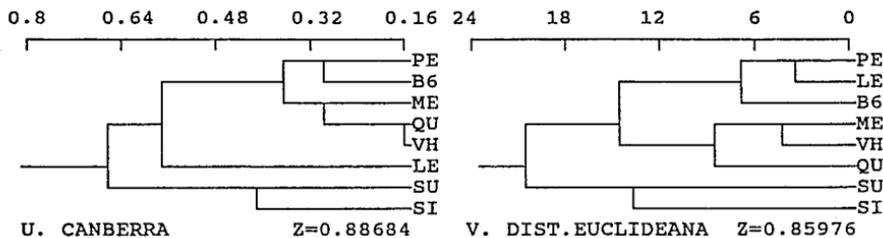
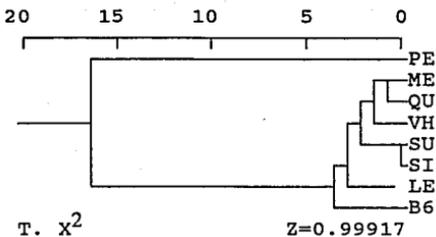
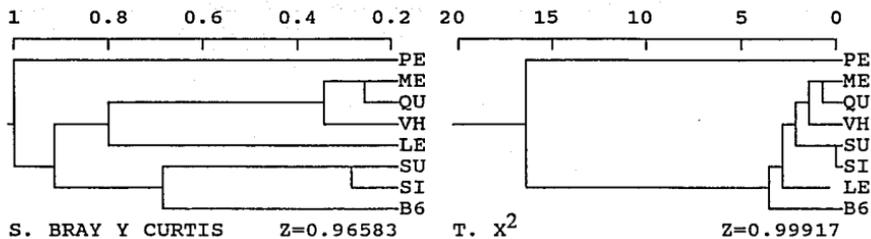


Q. MANHATTAN Z=0.90955



R. MORISITA % Z=0.95078

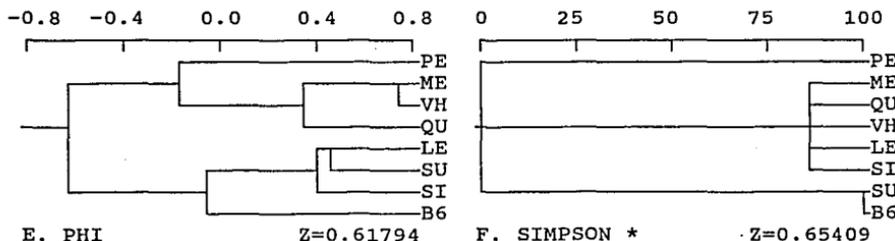
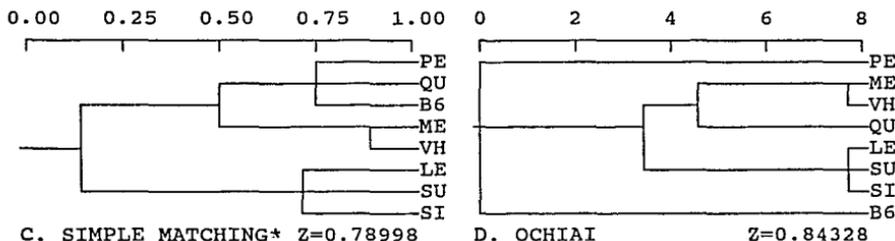
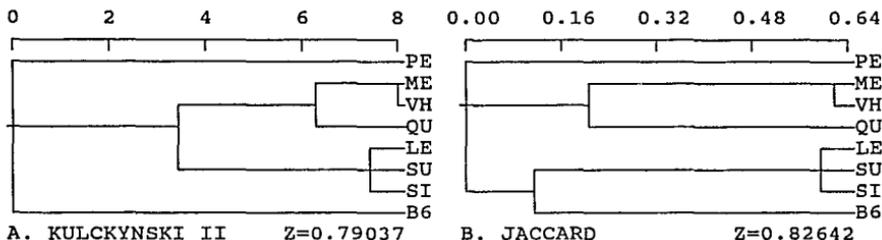
Método de agrupación: UPGMA



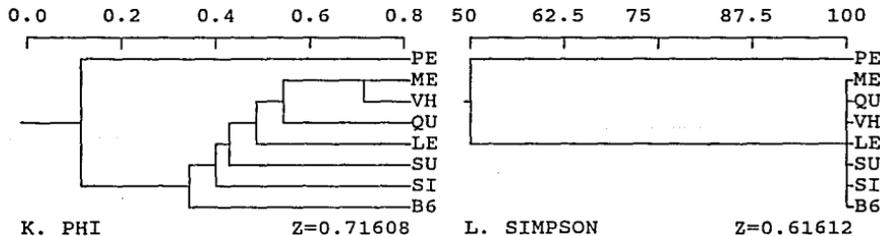
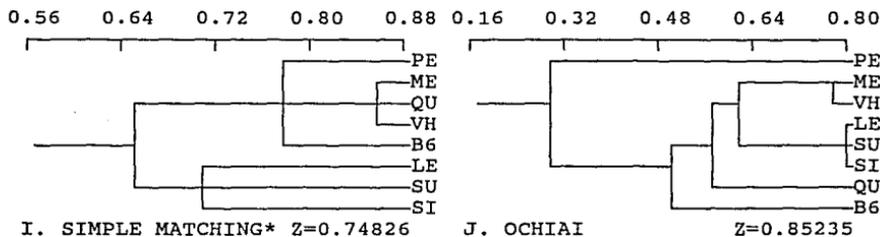
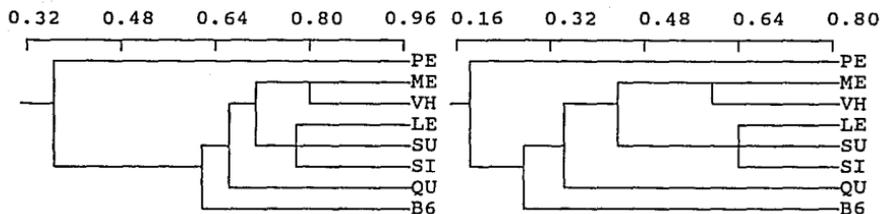
Método de agrupación: WPGMA

APENDICE IV. Dendrogramas de las localidades de la Sierra de Juárez, Oax. según seis diferentes índices y cuatro métodos de agrupación distintos. (Datos cualitativos de Siphonaptera).

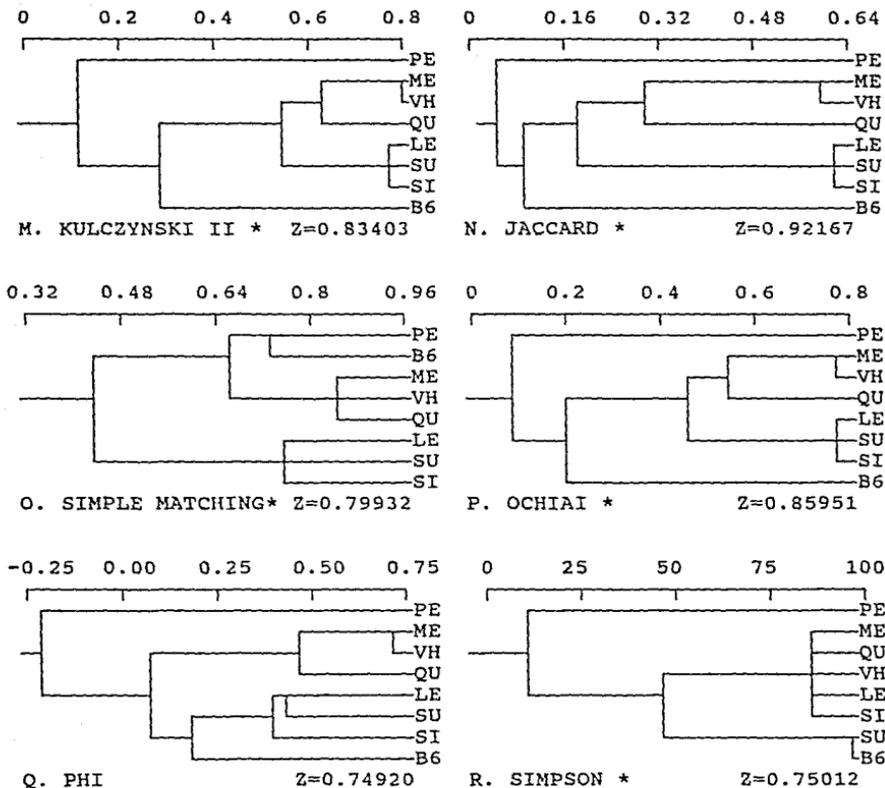
B6=Brecha 60; LE=La Esperanza; ME=Metates; PE=Puerto Eligio; QU=Quebradora; SI=Cam. a San Isidro; SU=Suspiro; VH=Vista Hermosa; Z=Estadístico de Mantel normalizado. *=Dos o más réplicas distintas con el mismo valor de Z (consenso estricto).



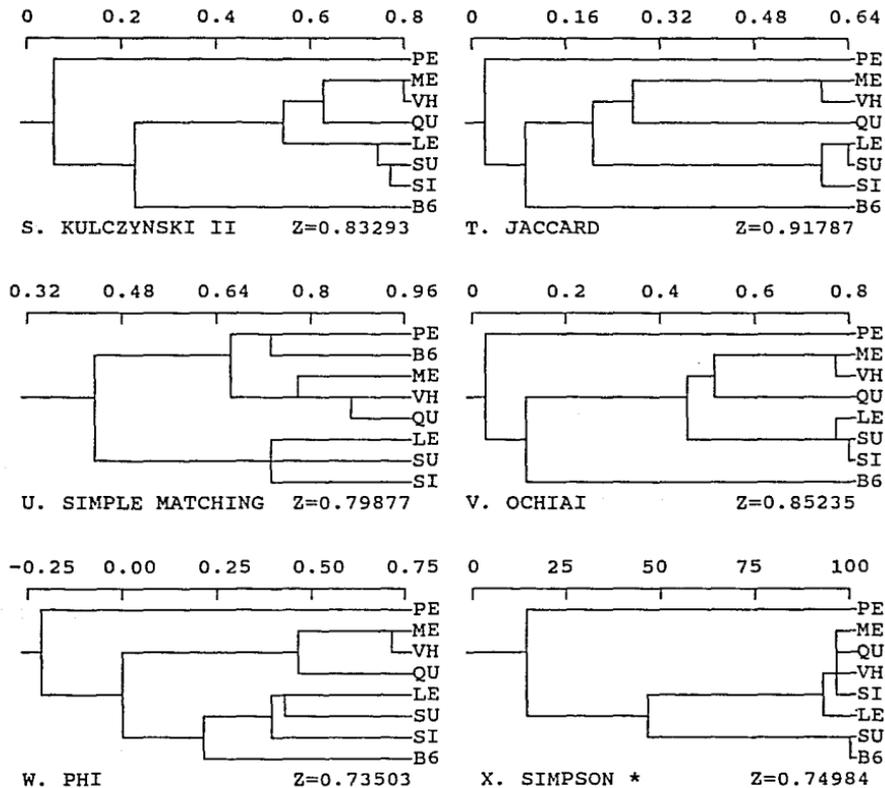
Método de agrupación: LIGAMIENTO COMPLETO



Método de agrupación: LIGAMIENTO SIMPLE

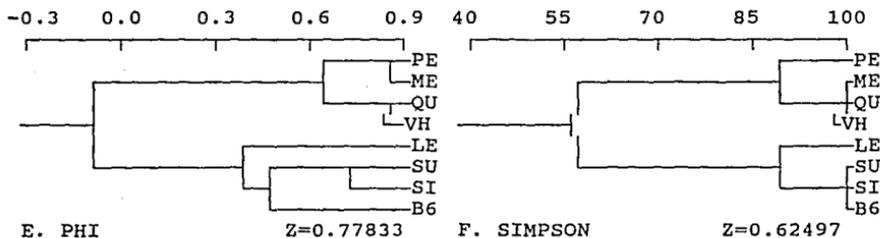
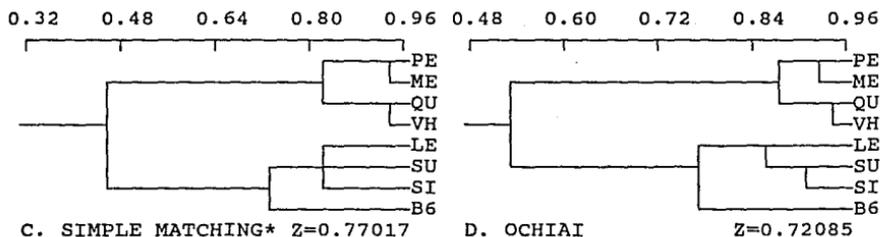
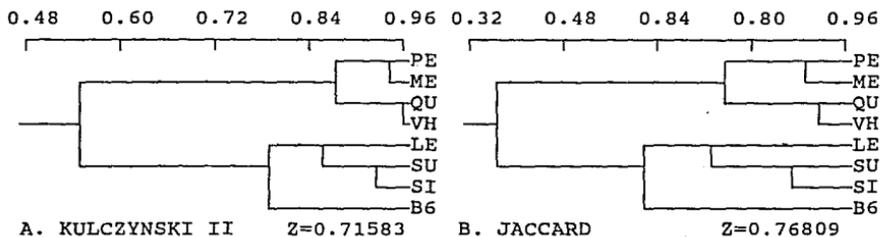


Método de agrupación: UPGMA

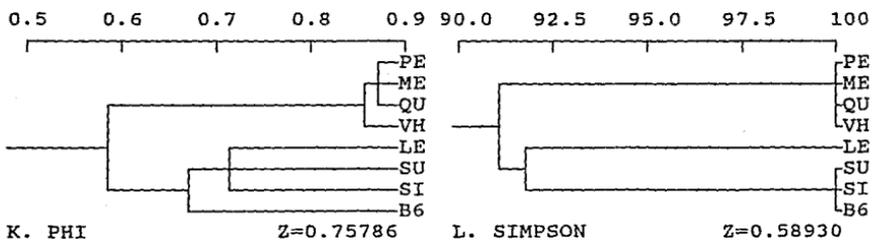
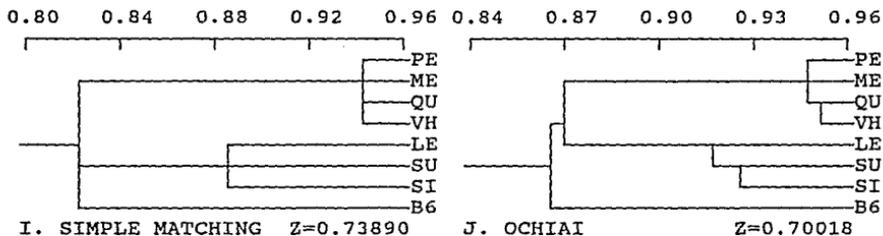
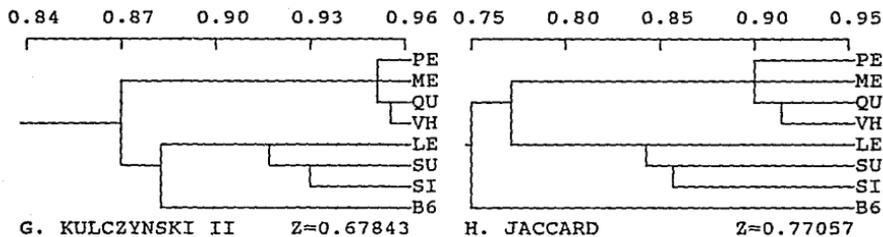


Método de agrupación: WPGMA

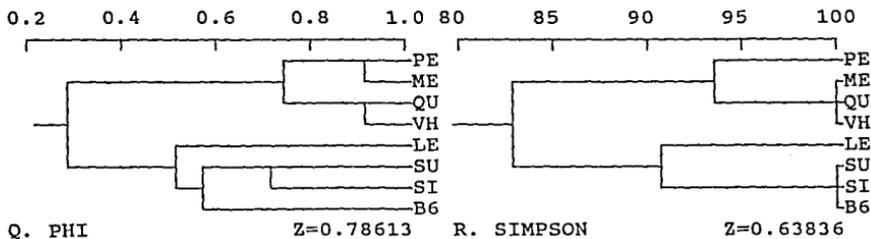
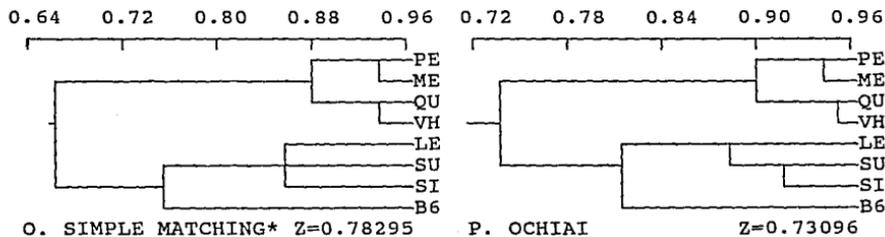
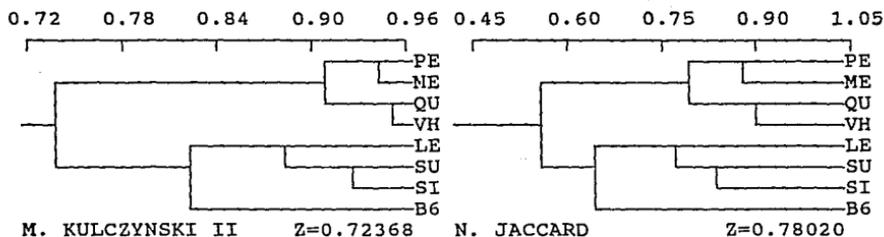
APENDICE V. Dendrogramas de las localidades de la Sierra de Juárez, Oax. según seis diferentes índices y cuatro métodos de agrupación distintos. (Datos cualitativos de Rodentia). B6=Brecha 60; LE=La Esperanza; ME=Metates; PE=Puerto Eligio; QU=Quebradora; SI=Cam. a San Isidro; SU=Suspiro; VH=Vista Hermosa; Z=Estadístico de Mantel normalizado. *=Dos o más replicas distintas (consenso estricto).



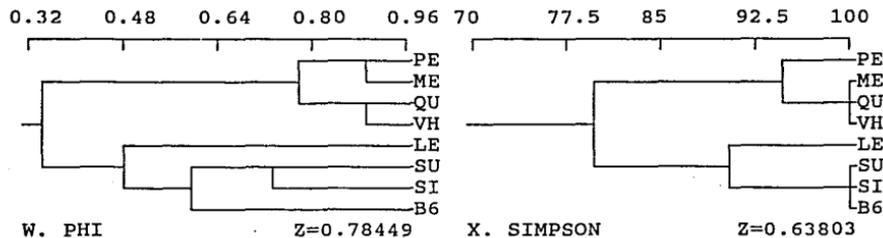
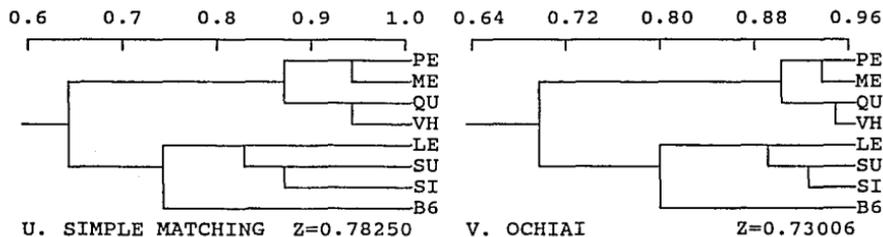
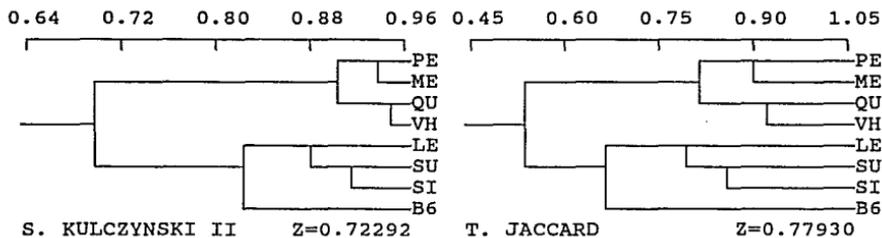
Método de agrupación: LIGAMIENTO COMPLETO



Método de agrupación: LIGAMIENTO SIMPLE



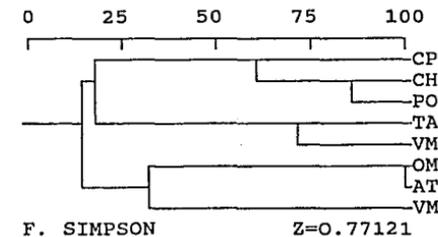
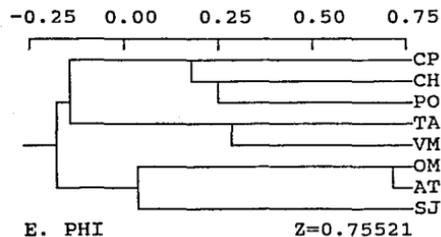
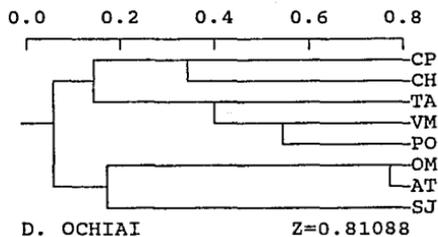
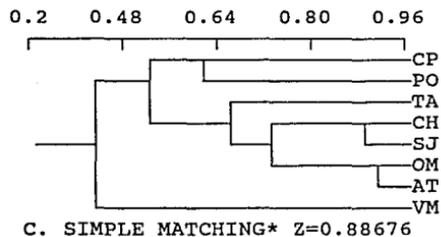
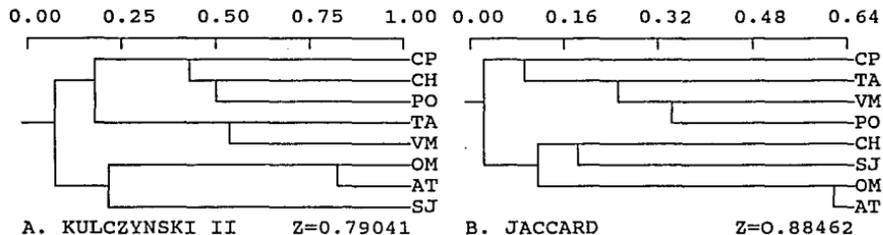
Método de agrupación: UPGMA



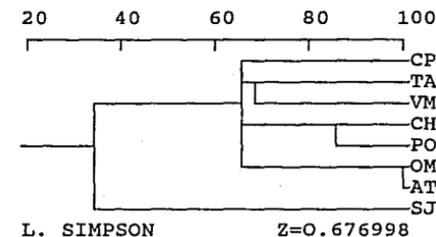
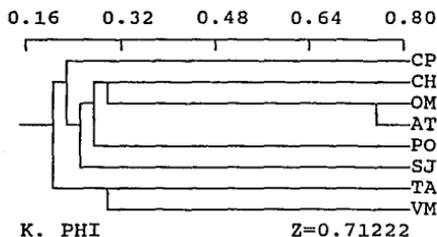
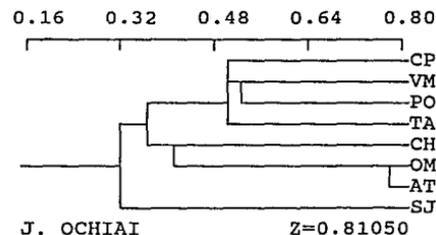
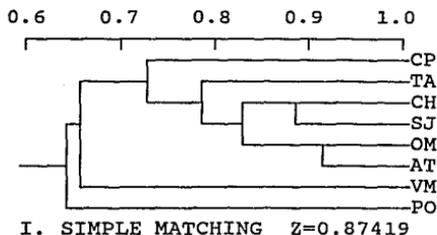
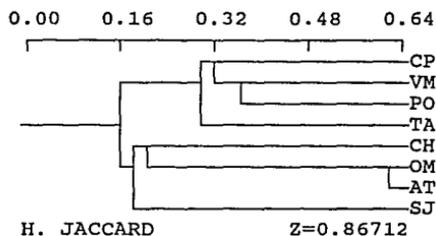
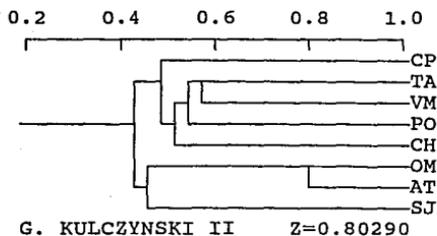
Método de agrupación: WPGMA

APENDICE VI. Dendrogramas de las regiones comparadas con la zona de estudio según seis diferentes índices y cuatro métodos de agrupación distintos. (Datos cualitativos de Siphonaptera)

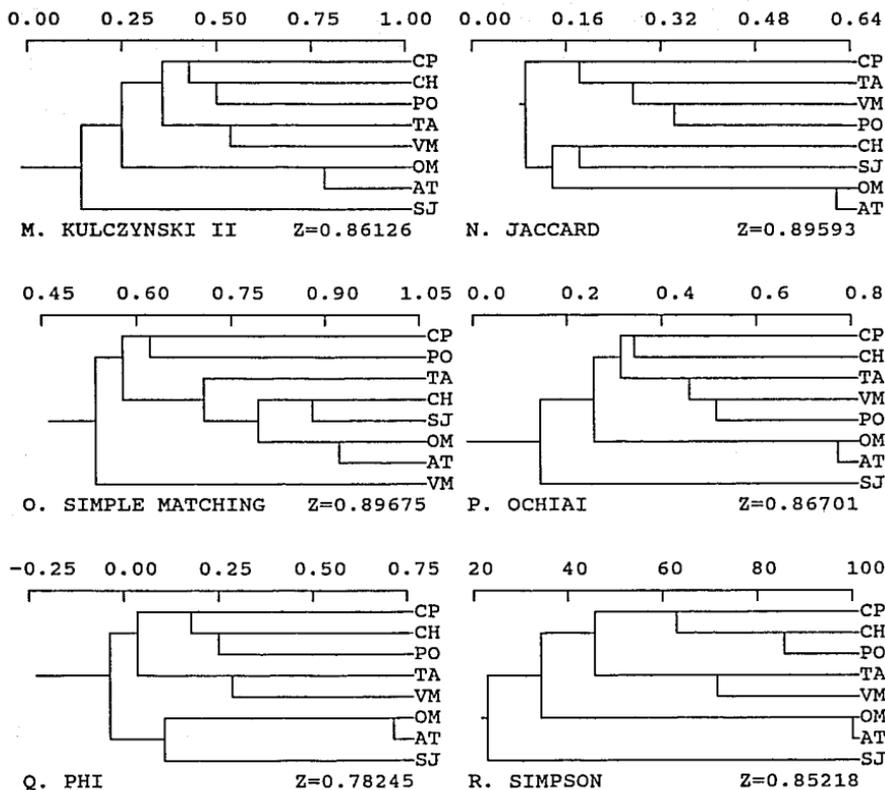
AT=Sierra de Atoyac; CH=Derrame del Chichinautzin; CP=Cerro Potosí; OM=Parque Estatal Omiltemi; PO=Popocatepetl; SJ=Sierra de Juárez; TA=Monte Tancitaro; VM=Valle de México; Z=Estadístico de Mantel normalizado.*=Dos o más replicas distintas (consenso estricto).



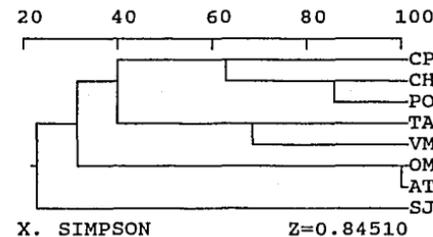
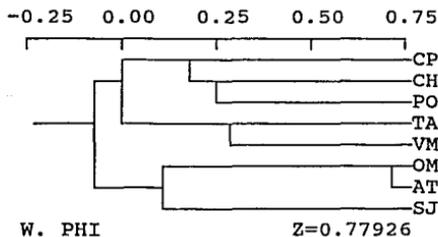
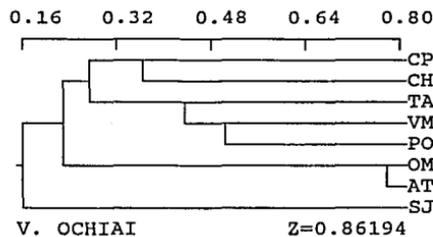
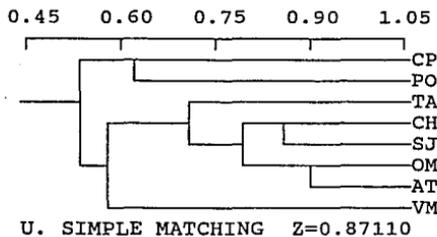
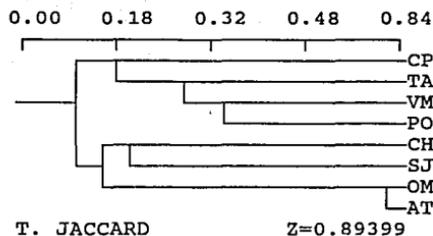
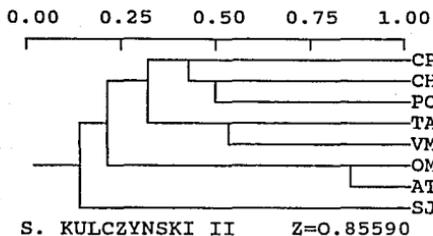
Método de agrupación: LIGAMIENTO COMPLETO



Método de agrupación: LIGAMIENTO SIMPLE



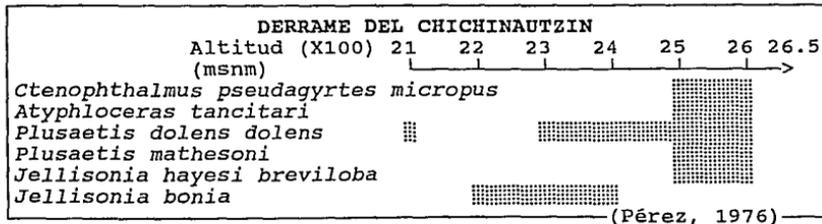
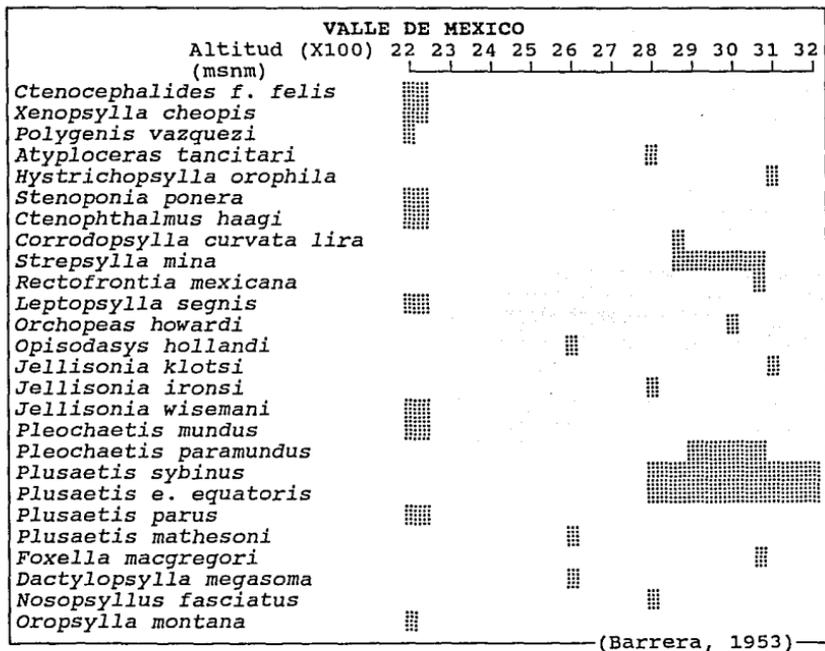
Método de agrupación: UPGMA

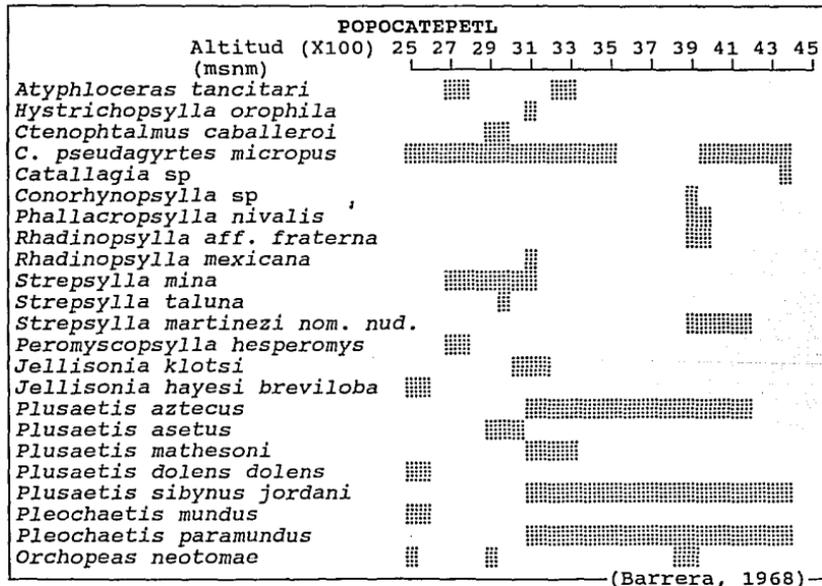
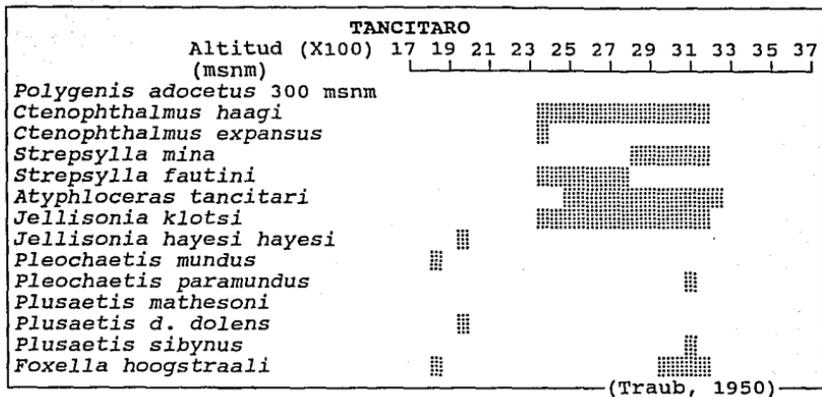


Método de agrupación: WPGMA

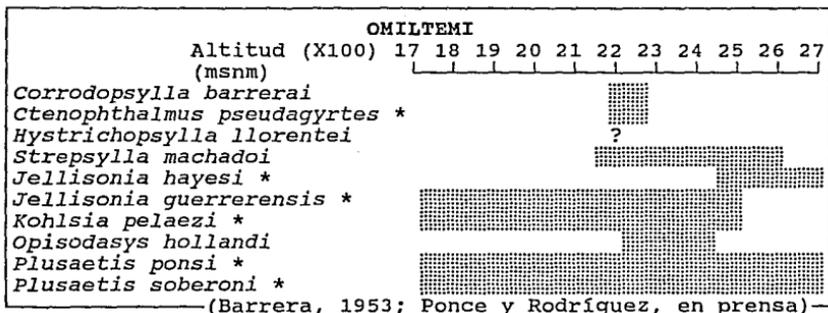
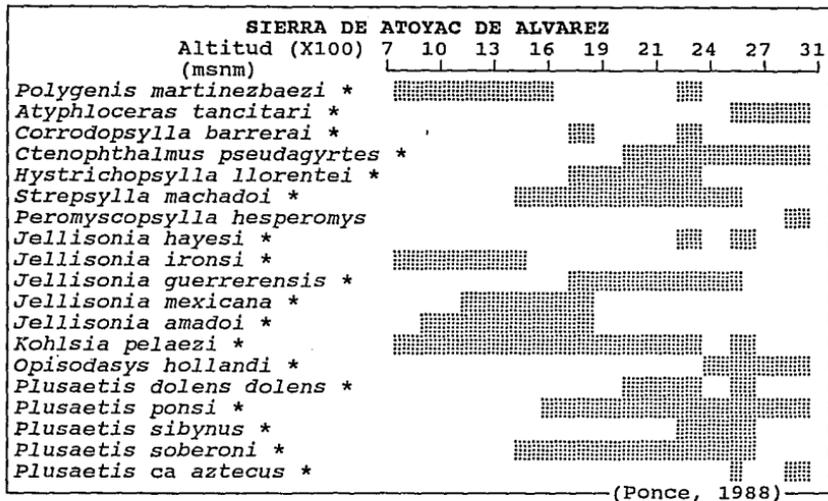
APENDICE VII. Listas de especies de Siphonaptera de roedores en las regiones mejor conocidas en este grupo en México (no incluye a la Sierra de Juárez, Oax. [cuadro 4A]).

EJE NEOVOLCANICO





SIERRA MADRE DEL SUR



* = Especie registrada en Bosque Mesófilo de Montaña.

SIERRA MADRE ORIENTAL

