



Nota científica

Pulgas parásitas de mamíferos pequeños y medianos de Calakmul, Campeche, México y nuevos registros de localidades

Fleas of small and medium-sized mammals from Calakmul, Campeche, Mexico and new locality records

Víctor Adrián Villalobos-Cuevas^a, Manuel Weber^a, Marcela Lareschi^b y Roxana Acosta^{c,*}

^a El Colegio de La Frontera Sur, Unidad Campeche, Av. Rancho Polígono 2^a, Ciudad Industrial Lerma, 24500 Campeche, Campeche, México

^b Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CONICET CCT La Plata-UNLP), Bv. 120 e/ 60 y 64, 1900 La Plata, Argentina

^c Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado postal 70-399, 04510 Ciudad de México, México

Recibido el 15 de marzo de 2016; aceptado el 23 de agosto de 2016

Disponible en Internet el 3 de noviembre de 2016

Resumen

La Reserva de la Biosfera de Calakmul es considerada un área importante ya que contiene ecosistemas con una gran diversidad y fragilidad, además de tener un alto número de especies endémicas, amenazadas y en peligro de extinción; un ejemplo es la diversidad de mamíferos que existe en esta área; sin embargo, a pesar de reconocer la gran diversidad de especies en la región, poco se sabe sobre los ectoparásitos asociados a estos y las enfermedades que pueden llegar a transmitir como vectores en el estado de Campeche. En este trabajo se revisaron 197 individuos de mamíferos, de los cuales 22 (11.16%) ejemplares de 7 especies tuvieron pulgas que pertenecen a las familias Pulicidae y Rhopalopsyllidae (4 géneros y 7 especies), alcanzando así 10 especies de pulgas en el estado. Se registran por primera vez 5 especies para el estado, 2 son nuevos registros de huéspedes y 1 nuevo registro para el país. Confirmada también la presencia de 2 especies de pulgas (*Ctenocephalides felis felis* y *Pulex irritans*) de importancia médica y consideradas como posibles transmisores de patógenos en el estado de Campeche. Estas especies también han sido registradas en Yucatán y Guatemala como vectores de rickettsias y bartonellas.

© 2016 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Palabras clave: Siphonaptera; Mamíferos medianos; Mamíferos pequeños; Calakmul; Vectores

Abstract

The Calakmul Biosphere Reserve is considered an important area because it contains ecosystems with a great diversity and fragility. Besides having a high number of endemic, threatened and endangered species, the diversity of mammals in Calakmul is also outstanding. However, despite recognizing the great diversity of species in the region, little is known about the ectoparasites associated with them and the diseases that can be transmitted as vectors in the state of Campeche. In this study, 197 mammalian specimens of which 22 (11.16%) specimens of 7 species had fleas were reviewed, which belong to the families Pulicidae and Rhopalopsyllidae (4 genera and 7 species), reaching 10 species of fleas in the state, also 5 new species records for the state, 2 are new host records and 1 new record for the country are recorded. We are also confirming the presence of 2 species of fleas (*Ctenocephalides felis felis* and *Pulex irritans*) of medical importance and considered as potential transmitters of pathogens in the state of Campeche. These species have been reported in Yucatán and Guatemala as vectors of rickettsial and bartonellae.

© 2016 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Keywords: Siphonaptera; Medium mammals; Small mammals; Calakmul; Vectors

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: roxana.a2003@yahoo.com.mx (R. Acosta).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

La región de Calakmul, situada en el centro-sur de la península de Yucatán, en el estado de Campeche, es considerada un área importante ya que contiene ecosistemas caracterizados por una gran diversidad y fragilidad. La fauna de la zona que corresponde a la región neotropical contiene un alto número de especies endémicas, amenazadas y en peligro de extinción (Martínez y Galindo-Leal, 2002) por lo que fue decretada Reserva de la Biosfera de Calakmul (RBC) en 1989. Ocupa un área de 723,186 ha (Model Forest, 1994). Su ubicación estratégica en el sistema de áreas protegidas de la región, permite el enlace entre las zonas protegidas del sureste de Chiapas, del Petén guatemalteco y otras áreas protegidas de la península de Yucatán (Galindo-Leal, 1997). Calakmul constituye un corredor biológico que permite el desplazamiento en ambas direcciones de las especies entre las regiones semiáridas del norte de la península de Yucatán y las zonas de climas subhúmedos y húmedos del sur, manteniendo a su vez procesos ecológicos y evolutivos que determinan la biodiversidad presente en la zona (Martínez y Galindo-Leal, 2002).

Sin embargo, a pesar de la gran diversidad de especies en la región, en particular la de mamíferos (94 especies) que hay en Calakmul (Ceballos, Arroyo-Cabrales y Medellín, 2002; Cervantes, Castro-Campillo y Ramírez-Pulido, 1994; Ramírez-Pulido, Britton, Perdomo y Castro, 1986; Semarnat, 1999), pocos son los trabajos realizados sobre los ectoparásitos asociados a estos y las enfermedades que pueden llegar a transmitir como vectores.

Los registros de sifonápteros que se conocían hasta el momento para el estado de Campeche eran los reportados por Ayala-Barajas, Morales-Muciño, Wilson, Llorente-Bousquets y Ponce-Ulloa (1988): *Pulex (Juxtapulex) echidnophagoides* (Wagner, 1933), 1953 ex/*Metachirops pallidus*; *Polygenis* sp., 1963, ex/*Sigmodon hispidus microdon* y *Rhopalopsyllus australis australis*, 1963 ex/*Dasyprocta punctata*. Ponce-Ulloa y Llorente-Bousquets (1996); Salceda-Sánchez y Hastriter (2006) generaron una lista de especies para el país, en la que

mantienen estas 2 especies y 1 género para el estado de Campeche, aunque mencionan que aún falta por conocer la pulicofauna de la península de Yucatán. Sin embargo, Eckerlin (2005) realizó una revisión para la península de Yucatán en la que menciona 5 especies para el estado de Campeche, 3 de las cuales fueron nuevos registros: *Pulex porcinus* 1963 ex/*Panthera onca*; *Polygenis gwyni* 1963 ex/*Sigmodon hispidus*; *Polygenis odiosus* 1962 ex/*Ototylomys phyllotis*.

El presente trabajo pretende contribuir al conocimiento de las pulgas asociadas a pequeños y medianos mamíferos en el estado de Campeche, ya que son escasos los trabajos y se requiere de un mayor conocimiento biológico de este importante grupo de organismos parásitos.

El presente trabajo se realizó en 2 comunidades aledañas a la Reserva de la Biosfera de Calakmul: Pachuitz y Nuevo Bécál (fig. 1), que son representativas de la totalidad de la Reserva. El ejido de Pachuitz (19°08'48" N, 89°14'56" O) se ubica en la región de La Montaña, en el municipio de Hopelchén. Esta región se encuentra en la parte norte de la Reserva de la Biosfera de Calakmul y recientemente se ha establecido como área focal del Corredor Biológico Mesoamericano-México, lo que quiere decir que a nivel mundial se considera como un lugar especial por sus recursos naturales (Porter-Bolland, Sánchez y Ellis, 2008). La comunidad Nuevo Bécál está situada en el municipio de Calakmul (18°36'35" N, 89°18'09" O). Posee una extensión territorial de 520.00 km² (Inegi, 2008) y es el segundo ejido más grande del municipio de Calakmul.

Los muestreos se llevaron a cabo de enero a octubre del 2010 de manera mensual, 10 días por salida. Se utilizaron 60 trampas Tomahawk; 30 trampas fueron distribuidas en 2 transectos para cada comunidad. Cada transecto contó con 5 trampas grandes (48 × 20 × 26") y 10 chicas (32 × 10 × 13") a una distancia de separación de 400 m entre cada trampa; los transectos iniciaron dentro o en los límites de un solar (huerto familiar) de una casa a las orillas de la comunidad y dirigida a la vegetación, abarcando al menos 3.6 km por transecto. Todas las trampas fueron

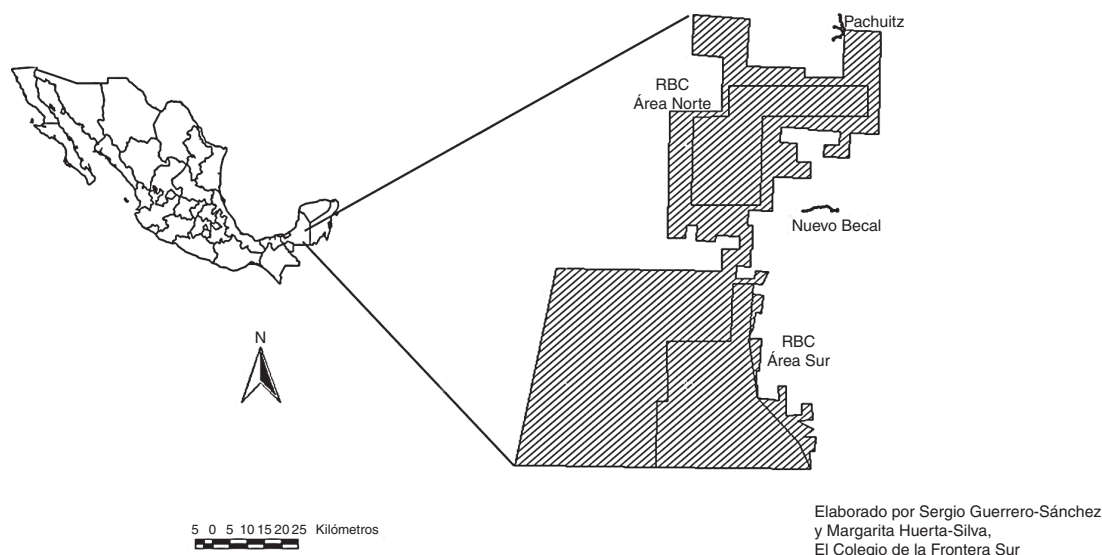


Figura 1. Localidades en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche, México.

cebadas con una mezcla de sardina, atún y huevo, y revisadas y recebadas por las mañanas. A las trampas grandes se les anexó una jaula de alambre o plástico con un pollo doméstico vivo con el objetivo de atraer por medio de su vocalización a animales carnívoros medianos, especialmente a los felinos. A fin de mantenerlo vivo, se proporcionó agua y comida al pollo diariamente (Jones, MacShea, Conroy y Kunz, 1996). En ocasiones, se cambió el cebo vivo por frutas (plátano y guayaba) y alimento comercial (“whiskas”) para gatos domésticos.

Los ejemplares capturados de talla pequeña fueron manejados manualmente con contención física con ayuda de guantes de carnauba y red de aro para facilitar su inmovilización. Las especies que no se lograron manipular fueron anestesiadas con una mezcla de Clorhidrato de Ketamina y Clorhidrato de Xilacina administrada intramuscularmente, para lo que se utilizaron los procedimientos estandarizados de anestésicos para cada especie (Kreeger, 1997). Una vez recuperados de la anestesia, los mamíferos silvestres fueron liberados cerca del sitio de captura. Los ectoparásitos fueron obtenidos manualmente utilizando pinzas de punta fina, examinando exhaustivamente el pelaje de todo el cuerpo de los mamíferos (con ayuda de una lupa de alto aumento) para asegurar la extracción total de los artrópodos. Los ectoparásitos encontrados se fijaron en alcohol al 70%, previamente colocado en tubos Eppendorf de 2 ml con tapa, utilizando un tubo por cada individuo analizado. Las pulgas fueron montadas según Smit (1957) para su posterior identificación, para lo que se utilizó un microscopio óptico Olympus vanox-T (Olympus Corporation, Tokyo, Japan y mediante claves taxonómicas (Acosta y Morrone, 2003; Hopkins y Rothschild, 1956; Lamothe, 1997; Linardi y Guimarães, 2000). Se tomaron fotografías con una cámara digital Canon Power Shot S40. Estos ejemplares fueron depositados en la Colección de Siphonaptera del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias (MZFC) con sus respectivos números de catálogo (08840-08890-SIPHO). Se determinaron los parámetros básicos de infestación (prevalencia y abundancia media) de acuerdo con Bush, Lafferty, Lotz, & Shostak (1997).

De los 197 individuos de mamíferos examinados, solo 22 (11.16%) de ellos tuvieron pulgas, obteniendo un total de 58 individuos, los cuales pertenecen a 4 géneros y 7 especies de 2 familias (Pulicidae y Rhopalopsyllidae). Las pulgas más abundantes fueron *Pulex porcinus* y *Rhopalopsyllus australis australis*, mientras que los mamíferos de talla pequeña fueron los que tuvieron un mayor número de especies de pulgas (tabla 1).

Familia Pulicidae

Ctenocephalides felis felis Bouché, 1835 (figs. 2.1 y 2.2)

Registros: 1 hembra, 1 macho ex/*Philander opossum*, México, Campeche, Nuevo Bécál, selva mediana, 600 m snm 2/IV/2010, col. V. Villalobos; 1 hembra ex/*Didelphis virginiana* Campeche, Nuevo Bécál Selva mediana, 600 m snm 2/IV/2010, col. V. Villalobos; 3 hembras ex/*Canis familiaris* Campeche, Pachuitz, Pueblo, 720 m snm 12/VI/2010, col. S. Guerrero.

Los registros encontrados concuerdan con la literatura en la que se cita como ectoparásito común de gatos y perros

domésticos, con una amplia distribución geográfica (Beaucournu y Launay, 1990). Además, en México se ha registrado en especies silvestres como el cacomixtle, lince, tlacuaches, puma, zorra gris y coatí (Ayala-Barajas et al., 1988; Barrera, 1968; Castro-Arellano, Zarza y Medellín, 2000; Ponce-Ulloa y Llorente-Bousquets, 1993).

Por otro lado, Salceda-Sánchez (2004) comenta que existen algunos estados del país, entre ellos Campeche, donde no se tienen registros de especies de importancia sanitaria como *C. felis felis*, que se ha demostrado juega un rol importante en el mantenimiento y transmisión de la bacteria *Rickettsia typhi* y *Bartonella henselae* que causa el tifo murino y la fiebre por rasguño de gato, respectivamente (Azad, Radulovic, Higgins, Noden y Troyer, 1997; Rolain, Franc, Davoust y Raoult, 2003). Además, es vector de *Rickettsia felis*, agente causal de la fiebre manchada, documentada en el estado de Yucatán, México (Peniche-Lara, Dzúl-Rosado, Pérez-Osorio y Zavala-Castro, 2015; Zavala-Velázquez et al., 2002). Por lo anterior, esta es la primera vez que se registra *C. felis felis* en el estado de Campeche.

Pulex irritans Linnaeus, 1758

Registros: 1 hembra ex/*D. virginiana*, México, Campeche, Nuevo Bécál, acahual, 600 m snm 3/II/2010, col. V. Villalobos; 1 hembra 2/IV/2010, col. V. Villalobos.

Este es el primer registro para esta especie en el estado de Campeche, a pesar de que esta pulga es considerada cosmopolita, y que se encuentra en una gran variedad de huéspedes. Ha sido reportada como una de las especies de pulgas de mayor importancia médica en México; sin embargo, no se había reportado en el estado de Campeche (Salceda-Sánchez, 2004; Salceda-Sánchez y Hastriter, 2006). Algunos autores mencionan que esta pulga interviene en la transmisión de rickettsias, puede ser causante del tifo murino, así como algunas filarias como *Dipetalonema reconditum* en perros, gatos y en el hombre (Harwood y James, 1987; Zárate-Aquino e Ibáñez-Bernal, 1994).

Pulex porcinus Jordan y Rothschild, 1923 (figs. 2.3 y 2.4)

Registros: 1 hembra ex/*D. virginiana*, México, Campeche, Nuevo Bécál, acahual, 600 m snm 3/II/2010, col. V. Villalobos; 1 hembra, 1 macho 7/VIII/2010, col. V. Villalobos; 4 hembras, 2 machos 3/IV/2010 col. Villalobos; 1 hembra, 1 macho ex/*D. marsupialis*, Campeche, Nuevo Bécál, acahual, 600 m snm 3/II/2010, col. V. Villalobos; 1 hembra, 1 macho ex/*P. opossum*, Campeche, Nuevo Bécál, Selva mediana, 600 m snm 2/IV/2010, col. V. Villalobos; 1 macho ex/*Urocyon cinereoargenteus*, Campeche, Pachuitz, acahual, 720 m snm 1/III/2010, col. V. Villalobos; 1 hembra Campeche, Pachuitz, Selva mediana 600 m snm 3/X/2010, col. V. Villalobos; 1 hembra, 1 macho, Campeche, Nuevo Bécál, Selva mediana, 600 m snm 9/X/2010, col. V. Villalobos.

Pulex porcinus se encuentra principalmente asociada a pecaríes y venados (Ayala-Barajas et al., 1988; Samuel y Low, 1970; Whitaker y Morales-Malacara, 2005). En esta ocasión la estamos reportando por primera vez sobre *U. cinereoargenteus* y

Tabla 1
Pulgas recolectadas en mamíferos de talla pequeña y mediana en Calakmul, Campeche.

Especies de mamíferos	Nt	Ni	Pulgas	Nt	P	AM
<i>Didelphis virginiana</i>	74	9	<i>Ctenocephalides felis felis</i>	1	1.35	0.0135
			<i>Pulex irritans</i>	2	2.70	0.027
			<i>Pulex porcinus</i>	9	4.05	0.121
			<i>Polygenis</i> sp.	1	1.35	0.0135
			<i>Rhopalopsyllus australis australis</i>	9	6.75	0.121
<i>Didelphis marsupialis</i>	38	4	<i>Pulex porcinus</i>	2	2.60	0.052
			<i>Polygenis</i> sp.	1	2.60	0.026
			<i>Polygenis dunni</i>	1	2.60	0.026
			<i>Rhopalopsyllus australis australis</i>	2	2.60	0.052
			<i>Rhopalopsyllus saevus</i>	4	5.26	0.105
<i>Philander possum</i>	21	3	<i>Ctenocephalides felis felis</i>	2	4.76	0.095
			<i>Pulex porcinus</i>	2	4.76	0.095
			<i>Polygenis martinezbaezi</i>	1	4.76	0.047
			<i>Rhopalopsyllus australis australis</i>	2	4.76	0.095
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	7	3	<i>Pulex porcinus</i>	4	42.85	0.571
			<i>Rhopalopsyllus australis australis</i>	1	14.28	0.142
<i>Leopardus pardalis</i>	2	1	<i>Rhopalopsyllus saevus</i>	4	50	2
<i>Canis familiaris</i>	25	1	<i>Ctenocephalides felis felis</i>	3	4	0.12
<i>Puma yagouaroundi</i>	1	1	<i>Rhopalopsyllus saevus</i>	7	100	7
<i>Felis catus</i>	3					
<i>Sus scrofa domesticus</i>	14					
<i>Odocoileus virginianus</i>	3					
<i>Mazama americana</i>	1					
<i>Tayassu tajacu</i>	3					
<i>Tayassu pecari</i>	3					
<i>Tamandua mexicana</i>	1					
<i>Eira barbara</i>	1					
	197	22		58		

(Nt = número total de individuos, Ni = número de individuos infestados, P = prevalencia %, AM = abundancia media).

P. opossum en el país; por otro lado, Eckerlin (2005) la registra en *Panthera onca* en el estado de Campeche. Mientras que Castro-Arellano et al. (2000) mencionan que se ha encontrado *Pulex* sp. en *P. opossum*.

Familia Rhopalopsyllidae

Polygenis sp.

Registros: 1 hembra ex/*D. marsupialis*, México, Campeche, Nuevo Bécál, acahual 600 m snm 3/II/2010, col. V. Villalobos; 1 hembra ex/*D. virginiana* 3/IV/2010 col. Villalobos.

En México se ha reportado que las especies de *Polygenis* infestan principalmente roedores (Acosta, 2003) y ocasionalmente a otros huéspedes silvestres, como por ejemplo *D. marsupialis* (Ayala-Barajas et al., 1988; Barrera, 1968; Smit, 1987).

Polygenis dunni (Jordan y Rothschild, 1922)

Registros: 1 hembra ex/*D. marsupialis* México, Campeche, Pachuitz, acahual 720 m snm 3/X/2010, col. V. Villalobos.

Esta es la primera vez que se registra *Polygenis dunni*, por lo que ahora suman 7 especies para el género *Polygenis* en el país y también es un nuevo registro de huésped y localidad. Se tienen

registros de esta especie en Centro América, Venezuela, Trinidad y Tobago, asociados principalmente a roedores (Johnson, 1957; Lewis, 1973; Linardi, 1981).

Polygenis martinezbaezi Vargas, 1951

Registros: 1 macho ex/*P. opossum* México, Campeche, Nuevo Bécál, acahual 600 m snm 6/03/2010, col. V. Villalobos.

Esta especie ha sido registrada en 12 especies más de mamíferos que pertenecen a 3 familias (Heteromyidae, Cricetidae y Didelphidae), en varios estados del centro y sur del país, principalmente (Acosta, Fernández, Llorente-Bousquets y Jiménez, 2008; Ayala-Barajas et al., 1988; Hernández-Camacho, Vergara-Pineda, Acosta-Gutiérrez y Jones, 2014; Vargas, 1951). Sin embargo, este es el primer registro sobre *P. opossum* y nuevo para el estado de Campeche, ya que no había sido reportada esta especie anteriormente.

Rhopalopsyllus australis australis Jordan y Rothschild, 1923 (figs. 2.5 y 2.6)

Registros: 1 hembra, 1 macho ex/*D. marsupialis*, México, Campeche, Pachuitz, acahual 720 m snm 25/1/2010, col. V. Villalobos; 1 hembra ex/*D. virginiana*, Campeche, Nuevo Bécál acahual, 600 m snm 3/II/2010, col. V. Villalobos; 1 macho

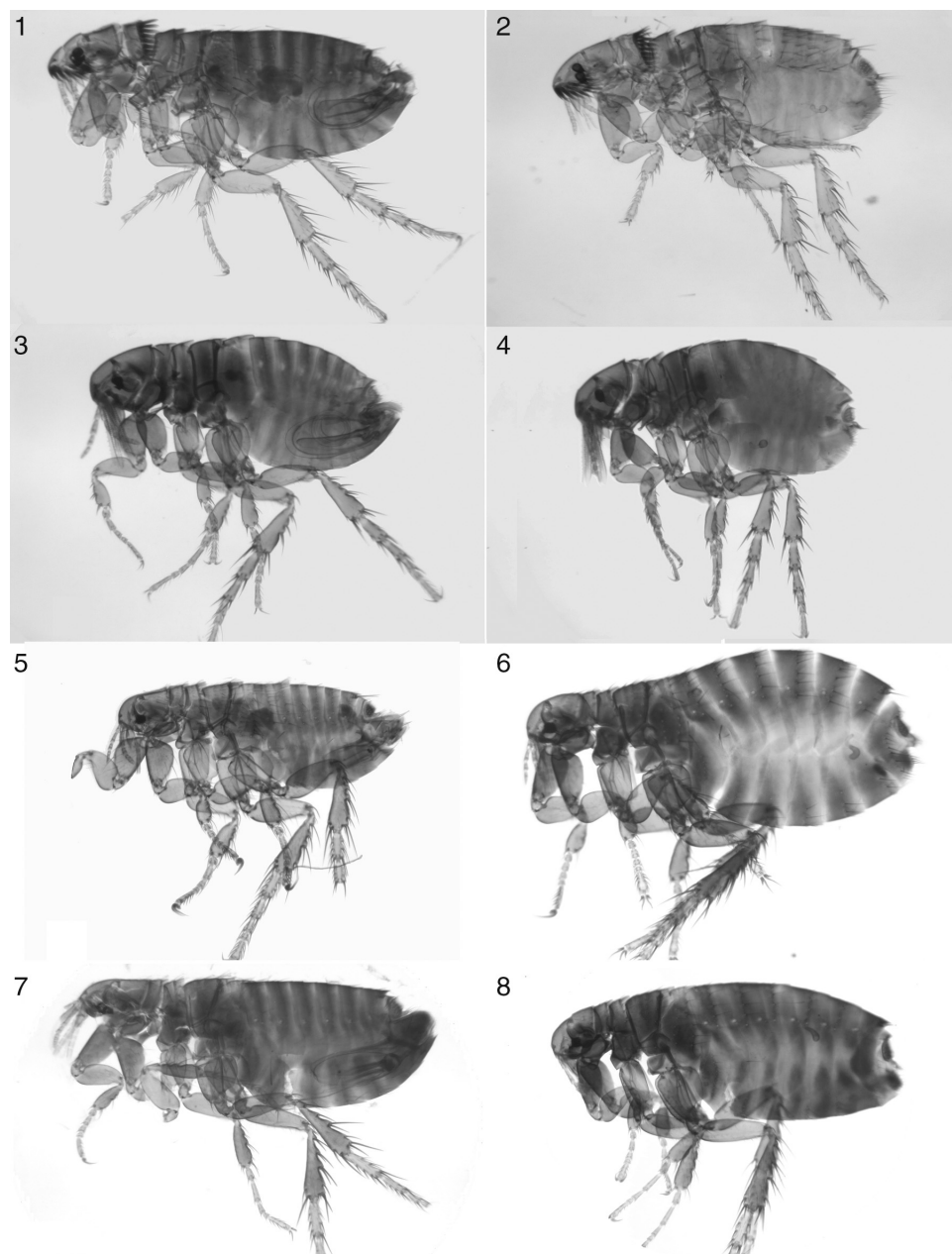


Figura 2. 1, Macho *Ctenocephalides felis felis*; 2, hembra *Ctenocephalides felis felis*; 3, macho *Pulex porcinus*; 4, hembra *Pulex porcinus*; 5, macho *Rhopalopsyllus australis australis*; 6, hembra *Rhopalopsyllus australis australis*; 7, macho *Rhopalopsyllus saevus*; 8, hembra *Rhopalopsyllus saevus*.

2/IV/2010, col. V. Villalobos; 3 hembras 3/IV/2010, col. V. Villalobos; 2 hembras, Campeche, Pachuitz, acahual 720 m snm 2/III/2010, col. V. Villalobos; 2 hembras Campeche, 3/X/2010, col. V. Villalobos; 2 machos ex/*P. opossum* Campeche, Nuevo Bécál, acahual 600 m snm 6/III/2010, col. V. Villalobos; 1 hembra ex/*U. cinereoargenteus* Campeche, Pachuitz, Selva mediana 600 m snm 3/X/2010, col. V. Villalobos.

Los registros encontrados de *R. a. australis* en Calakmul coinciden con lo reportado por Smit (1987) para México. Por otra parte, Ayala-Barajas et al. (1988) registraron a *R. a. australis* en *Dasyprocta mexicana* (probablemente *D. punctata*, acorde con el rango de distribución de esta especie, Wilson y Reeder, 1993) en Escárcega, Campeche. También Castro-Arellano et al. (2000) la reportan sobre *P. opossum*. Esta pulga ha sido colectada en

un amplio rango de huéspedes en Centro América y América del Sur, por lo que presenta una baja especificidad parasitaria; sin embargo, sus principales huéspedes son los marsupiales y los roedores (Lewis, 1973; Linardi y Guimarães, 2000). Esta es la primera vez que se reporta sobre *Leopardus pardalis* y *U. cinereoargenteus* en México, por lo que es un nuevo registro de huésped.

Rhopalopsyllus saevus Jordan y Rothschild, 1923
(figs. 2.7 y 2.8)

Registros: 2 hembras, 1 macho ex/*Didelphis marsupialis*, México, Campeche, Pachuitz, acahual 720 m snm 25/1/2010, col. M. Weber; 1 hembra, col. V. Villalobos; 4 hembras, 3 machos

ex/*Puma yaguaroundi*, Campeche, Nuevo Béal, Selva mediana 600 m snm 4/II/2010, col. S. Guerrero; 3 hembras, 1 macho ex/*L. pardalis* 2/IV/2010 col. V. Villalobos.

En el país existen escasos registros de esta especie; Linardi y Guimarães (2000) mencionan que se encuentra distribuida en México y que puede ser encontrada parasitando roedores, marsupiales, carnívoros y edentados, y son los géneros más infestados *Didelphis* y *Dasypus*. *Rhopalopsyllus saevus* ha sido reportada previamente en Comitán, Chiapas, sobre *Homo sapiens* por Hubbard (1958), en Quintana Roo por Méndez (1990) y en Oaxaca por Salceda-Sánchez y Hastriter (2006); por lo anterior este resulta ser el primer registro para el estado y para 2 especies de carnívoros, *P. yaguaroundi* y *L. pardalis*.

Actualmente, el estado de Campeche tiene registradas 10 especies de pulgas, de las cuales, en este estudio, se registran 5 especies por primera vez para el estado; son nuevos registros de huéspedes y 1 registro nuevo para el país. Además, se confirma la presencia en la región de 2 especies de pulgas (*C. f. felis* y *P. irritans*) de importancia médica como posibles transmisores de patógenos en el estado de Campeche, las mismas que ya han sido documentadas en Yucatán y Guatemala como vectores de rickettsias y bartonellas (Bai et al., 2015; Peniche-Lara, Dzúl-Rosado et al., 2015; Peniche-Lara, Jimenez-Delgadillo y Dzúl-Rosado, 2015).

Las 2 familias de sifonápteros que tienen presencia en el estado son Pulicidae y Rhopalopsyllidae. La familia Rhopalopsyllidae tiene 8 especies registradas para el país (Salceda-Sánchez y Hastriter, 2006) y en el estado encontramos 5, más 1 registro nuevo para el país. Estos nuevos registros de pulgas y de localidades para el estado de Campeche hacen necesaria la realización de estudios que abarquen una mayor diversidad de huéspedes silvestres, para poder conocer la fauna de ectoparásitos y su importancia como vectores potenciales de patógenos. Estos estudios se hacen necesarios sobre todo en aquellas zonas naturales donde la población de animales domésticos está en contacto con pequeños y medianos mamíferos silvestres, lo que incrementa la probabilidad de transmisión de enfermedades (Peniche-Lara, Jimenez-Delgadillo y Dzúl-Rosado, 2015), tal y como lo mencionan Guerrero y Weber (2011), quienes realizaron un trabajo sobre zoonosis en esta misma región con pequeños y medianos mamíferos, y señalan que puede existir riesgo de zoonosis debido a que existe un desconocimiento del impacto sobre la salud pública de la fauna silvestre y doméstica, ya que las actividades antropogénicas cerca de las áreas naturales son algunos de los factores que producen brotes epizooticos (Williams, Yuill, Artois, Fischer y Haigh, 2002).

La mayoría de los registros de pulgas que se tienen hasta el momento para Campeche están asociados en un bajo porcentaje a roedores, cuando se sabe que este es el grupo de organismos parasitado en un alto porcentaje por las pulgas (Traub, 1985) y son los roedores el segundo grupo de mamíferos con más especies (18) en el estado (Guzmán-Soriano, Retana-Guiascón y Cú-Vizcarra, 2013). Se supone que el número de especies de sifonápteros en el estado aumente si se realiza un mayor esfuerzo de colecta sobre este grupo de huéspedes en particular.

Agradecemos a FOMIX Campeche-Conacyt, por la beca brindada a Víctor A. Villalobos-Cuevas para realizar el trabajo dentro del proyecto “Uso de la diversidad de flora y fauna en huertos familiares para mitigar la vulnerabilidad de grupos étnicos, ubicados en la Reserva de la Biosfera de Calakmul Campeche” desarrollado por el Colegio de la Frontera Sur-Unidad Campeche (Convenio Núm. 94360).

Referencias

- Acosta, R. (2003). New records of rodent fleas from Queretaro, Mexico (Siphonaptera). *Zootaxa*, 369, 1–15.
- Acosta, R., Fernández, J. A., Llorente-Bousquets, J. E. y Jiménez, M. C. (2008). *Catálogo de pulgas (Insecta: Siphonaptera)*. Ciudad de México: Las prensas de Ciencias. Serie de Catálogos del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” UNAM.
- Acosta, R. y Morrone, J. J. (2003). Clave ilustrada para la identificación de los taxones supraespecíficos de Siphonaptera de México. *Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie*, 89, 39–53.
- Ayala-Barajas, R., Morales-Muciño, J. C., Wilson, N., Llorente-Bousquets, J. E. y Ponce-Ulloa, H. E. (1988). *Catálogo de pulgas (Insecta: Siphonaptera) en el Museo de Zoología, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México: Colección Alfredo Barrera*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Catálogos del Museo de Zoología «Alfonso L. Herrera», Catálogo N° 1.
- Azad, A. F., Radulovic, S., Higgins, J. A., Noden, B. H. y Troyer, J. M. (1997). Flea-borne rickettsioses: ecologic considerations. *Emerging Infectious Diseases*, 3, 319–327.
- Bai, Y., Rizzo, M. F., Álvarez, D., Morán, D., Peruski, L. F. y Kosoy, M. I. (2015). Coexistence of *Bartonella henselae* and *B. clarridgeiae* in populations of cats and their fleas in Guatemala. *Journal of Vector Ecology*, 40, 327–332.
- Barrera, A. (1968). Distribución cliserial de los Siphonaptera del volcán Popocatepetl, su interpretación biogeográfica. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Autónoma de México. Serie Zoología*, 39, 35–100.
- Beaucournu, J. C. y Launay, H. (1990). *Les puces de France et du bassin méditerranéen occidental*. París: Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles. Faune de France 76.
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M. y Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolish et al. Revisited. *Journal of Parasitology*, 83, 575–583.
- Castro-Arellano, I., Zarza, H. y Medellín, R. A. (2000). *Philander opossum. Mammalian Species*, 638, 1–8.
- Ceballos, G., Arroyo-Cabrales, J. y Medellín, R. (2002). *The mammals of Mexico: composition, distribution, and conservation status*. Lubbock, TX: Museum of Texas Tech University. No. 218.
- Cervantes, F., Castro-Campillo, A. y Ramírez-Pulido, J. (1994). Mamíferos terrestres nativos de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*, 65, 177–190.
- Eckerlin, R. P. (2005). Fleas (Siphonaptera) of the Yucatán Peninsula (Campeche, Quintana Roo, and Yucatán), Mexico. *Caribbean Journal of Science*, 41, 152–157.
- Galindo-Leal, C. (1997). *Diseño de Reservas: el “mal congénito” de Calakmul*. Ecotono. Boletín del Programa de Investigación Tropical. CCB/Stanford. Edición de invierno.
- Guerrero, S. S. y Weber, M. (2011). Riesgo zoonótico y antropozoonótico en carnívoros silvestres pequeños y medianos en Calakmul, Campeche. En R. Mariaca (Ed.), *El huerto familiar en el sureste de México* (pp. 269–292). San Cristóbal de las Casas: El Colegio de la Frontera Sur-Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco.
- Guzmán-Soriano, D., Retana-Guiascón, O. G. y Cú-Vizcarra, J. D. (2013). Lista de los mamíferos terrestres del estado de Campeche, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 29, 105–128.
- Harwood, R. y James, T. (1987). *Entomología médica y veterinaria*. México: Limusa.

- Hernández-Camacho, N., Vergara-Pineda, S., Acosta-Gutiérrez, R. y Jones, R. W. (2014). Nuevos registros de pulgas de tlacuaches *Didelphis virginiana* (Kerr 1792) en Querétaro, México. *Therya*, 5, 347–353.
- Hopkins, G. H. y Rothschild, M. (1956). *An illustrated catalogue of the Rothschild collection of fleas (Siphonaptera) in the British Museum (Natural History) II. Coptosyllidae, Vermipsyllidae, Stephanocircidae, Ischnopsyllidae, Hypsophthalmidae and Xiphiopsyllidae [Macropsyllidae]*. London: British Museum (N. H.).
- Hubbard, C. A. (1958). Mexican jungle fleas with three new descriptions. *Entomological News*, 69, 161–166.
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística Geografía) (2008). *II Censo de Población y Vivienda. México y sus municipios*. México: Formato Electrónico. Ciudad de México.
- Johnson, P. T. (1957). A classification of the Siphonaptera of South America with descriptions of new species. *Memoirs of Entomological Society of Washington*, 5, 1–298.
- Jones, C., MacShea, W. J., Conroy, M. J. y Kunz, T. H. (1996). Capturing mammals. En F. R. Cole, J. D. Nichols, R. y M. S. Foster (Eds.), *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for mammals*. (pp. 115–156). Washington, D.C.: Smithsonian Press.
- Kreeger, T. J. (1997). *Handbook wildlife chemical immobilization* (USA Third Ed). Fort Collins, Colorado: Wildlife Pharmaceuticals, Inc.
- Lamothe, A. R. (1997). *Manual de técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres*. México, D.F: AGT.
- Lewis, R. E. (1973). Notes on the geographical distribution and host preferences in the order Siphonaptera. Part 2. Rhopalopsyllidae, Malacopsyllidae and Vermipsyllidae. *Journal of Medical Entomology*, 10, 255–260.
- Linardi, M. P. (1981). Polygenis *Jordan, 1939 (Siphonaptera: Rhopalopsyllidae): estudios morfológicos, zoogeográficos, fenéticos, filogenéticos e relación hospederoparásito*. Tesis doctoral. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte Minas Gerais, Brasil.
- Linardi, M. P. y Guimarães, L. R. (2000). *Sifonápteros do Brasil*. Ipiranga, São Paulo: São Paulo, Museu de Zoologia.
- Martínez, E. y Galindo-Leal, C. (2002). La vegetación de Calakmul, Campeche, México: clasificación, descripción y distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 71, 7–32.
- Méndez, E. (1990). Fleas (Siphonaptera) of the Sian Biosphere Reserve, Quintana Roo, Mexico. En D. Navarro y J. G. Robinson (Eds.), *Diversidad biológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an Quintana Roo, México* (pp. 281–306). Chetumal, Quintana Roo: Centro de Investigaciones de Quintana Roo.
- Model Forest. (1994). *Calakmul Model Forest. Productive ecology proposal, Canada-SARH*. Quebec: Ministry of Supply and Services Canada.
- Peniche-Lara, G., Dzul-Rosado, K., Pérez-Osorio, C. y Zavala-Castro, J. (2015). *Rickettsia typhi* in rodents and *R. felis* in fleas in Yucatán as a possible causal agent of undefined febrile cases. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 57, 129–132.
- Peniche-Lara, G., Jimenez-Delgadillo, B. y Dzul-Rosado, K. (2015). *Rickettsia rickettsii* and *Rickettsia felis* infection in *Rhipicephalus sanguineus* ticks and *Ctenocephalides felis* fleas co-existing in a small city in Yucatán, Mexico. *Journal of Vector Ecology*, 40, 422–424.
- Ponce-Ulloa, H. E. y Llorente-Bousquets, J. E. (1993). *Distribución de Siphonaptera (Arthropoda, Insecta) en la Sierra de Atoyac de Álvarez, Guerrero, México*. México, D.F: Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Publicaciones Especiales 11.
- Ponce-Ulloa, H. E. y Llorente-Bousquets, J. E. (1996). Siphonaptera. En J. Llorente-Bousquets, A. N. García, y E. González (Eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento* (pp. 553–565). México, D.F: Instituto de Biología-UNAM, Conabio y Facultad de Ciencias-UNAM.
- Porter-Bolland, L., Sánchez, G. M. C. y Ellis, E. A. (2008). La conformación del paisaje y el aprovechamiento de los recursos naturales por las comunidades mayas de La Montaña, Hopelchén, Campeche. *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía*, 66, 65–80.
- Ramírez-Pulido, J., Britton, M. C., Perdomo, A. y Castro, A. (1986). *Guía de los mamíferos de México. Referencias hasta 1983*. México, D.F: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.
- Rolain, J. M., Franc, M., Davoust, B. y Raoult, D. (2003). Molecular detection of *Bartonella quintana*, *B. koehlerae*, *B. henselae*, *B. clarridgeiae*, *Rickettsia felis*, and *Wolbachia pipientis* in cat fleas, France. *Emerging Infectious Diseases*, 9, 338–342.
- Salceda-Sánchez, B. (2004). Clave para la identificación de adultos de las especies de pulgas (Insecta: Siphonaptera) comunes y de mayor importancia médica en México. *Folia Entomológica Mexicana*, 43, 27–41.
- Salceda-Sánchez, B. y Hastriter, M. W. (2006). A list of the fleas (Siphonaptera) of Mexico with new hosts and distribution records. *Zootaxa*, 1296, 29–43.
- Samuel, W. M. y Low, W. A. (1970). Parasites of the collared peccary from Texas. *Journal of Wildlife Diseases*, 6, 16–23.
- Semarnat (Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales). (1999). *Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera de Calakmul*. México, D.F: Instituto Nacional de Ecología-Semarnat.
- Smit, F. G. A. M. (1957). *Handbook for the identification of British insects (Siphonaptera)*. London: Royal Entomological Society of London. Vol. 1. part 16.
- Smit, F. G. A. M. (1987). *An illustrated catalogue of the Rothschild Collection of fleas (Siphonaptera) in the British Museum (Nat. Hist.). Volume VII Malacopsylloidea*. Oxford: Oxford University Press.
- Traub, R. (1985). Coevolution of fleas and mammals. En K. C. Kim (Ed.), *Coevolution of parasitic arthropods and mammals* (pp. 295–437). New York: Wiley-Inter-Science.
- Vargas, M. (1951). Notas acerca de las pulgas mexicanas (Insecta: Suctoria). *Revista del Instituto de Salubridad de Enfermedades Tropicales*, 12, 81–87.
- Whitaker, J. O., Jr. y Morales-Malacara, J. B. (2005). Ectoparasites and other associates (ectodytes) of mammals of Mexico. En V. Sánchez-Cordero y R. A. Medellín (Eds.), *Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa* (pp. 535–665). México, D.F: México: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México; Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Williams, E. S., Yuill, T., Artois, M., Fischer, J. y Haigh, S. A. (2002). Emerging infectious diseases in wildlife. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 21, 139–157.
- Wilson, D. E. y Reeder, D. M. (1993). *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference* (Second Edition). Washington D.C. and London: Smithsonian Institution Press.
- Zárate-Aquino, M. L. y Ibáñez-Bernal, S. (1994). *Rickettsiasis*. Tercera unidad: Enfermedades bacterianas. En J. L. Valdespino, G. O. Velasco, C. A. Escobar, G. A. Río Zolezzi, S. Ibáñez-Bernal, y C. Magos-López (Eds.), *Enfermedades tropicales en México. Diagnósticos, tratamiento y distribución geográfica* (pp. 135–151). México, D.F: INDRE, SSA.
- Zavala-Velázquez, J., Zavala-Castro, J., Vado-Solís, I., Ruiz-Sosa, J., Morón, C. G., Bouyer, D. H., et al. (2002). Identification of *Ctenocephalides felis* fleas as a host of *Rickettsia felis*, the agent of a spotted fever Rickettsiosis in Yucatán, Mexico. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 2, 69–75.