

## Registro de flebotómíneos antropofílicos en el peridomicilio de un caso de leishmaniosis cutánea localizada en Yucatán, México

Ana Celia Montes de Oca-Aguilar<sup>1</sup>, Erika Sosa-Bibiano<sup>1</sup>, Karina Beatriz López-Ávila<sup>1</sup>, Jimmy Raymundo Torres-Castro<sup>2</sup>, Elsy Nalleli Loría-Cervera<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Inmunología del Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi”, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México; <sup>2</sup>Dirección de Prevención y Protección de la Salud de los Servicios de Salud del Estado de Yucatán, México

### ABSTRACT

#### Record of Anthropophilic Sandflies in the Peridomicile of a Case of Localized Cutaneous Leishmaniasis in Yucatan, Mexico

**Introduction.** Since 2015, emerging cases of localized cutaneous leishmaniasis (LCL) have been reported in Tinum, Yucatan. However, there are no records of sandflies in the peridomicile.

**Objective.** To report the presence of anthropophilic sandflies in the peridomicile of a LCL case in the municipality of Tinum, Yucatan, Mexico.

**Material and Methods.** A medical history of the suspected LCL case was made. The diagnosis and identification of the *Leishmania* species were carried out by PCR-RFLP. Two CDC traps were placed in the peridomicile.

**Results.** The patient was a 69 year-old woman with an ulcer in the left leg, who does not carry out risk sylvatic activities. *Leishmania mexicana* was identified as the causal agent. *Bichromomyia olmeca olmeca*, *Lutzomyia cruciata*, and *Lutzomyia longipalpis* were collected in the peridomicile.

**Conclusion.** This is the first record of Phlebotomine sandflies in the peridomestic environment in Yucatan, which suggests the potential risk of *Leishmania* peridomestic transmission.

#### RESUMEN

**Introducción.** Desde el 2015, se han reportado casos emergentes de leishmaniosis cutánea localizada (LCL) en Tinum, Yucatán. Sin embargo, no existen registros de flebotómíneos en el peridomicilio.

**Objetivo.** Reportar la presencia de flebotómíneos antropofílicos en el peridomicilio de un caso de LCL en el municipio de Tinum, Yucatán, México.

**Materiales y Métodos.** Se realizó la historia clínica de la paciente. El diagnóstico y la identificación de especie de *Leishmania* se determinaron

#### Historial del artículo

Recibido: 4 feb 2022

Aceptado: 3 jun 2022

Disponible en línea: 1 ene 2023

#### Palabras clave

Leishmaniosis cutánea, transmisión peridoméstica, flebotómíneos

#### Keywords

Cutaneous leishmaniasis, peridomestic transmission, Plebotominae sandflies.

Copyright © 2023 por autores y Revista Biomédica.

Este trabajo está licenciado bajo las atribuciones de la *Creative Commons* (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

\*Autor para correspondencia:

Elsy Nalleli Loría Cervera, Laboratorio de Inmunología, Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi”, Universidad Autónoma de Yucatán.

Av. Itzáes No. 490 x 59, Col. Centro, Mérida, Yucatán, México.

Teléfono: +52 999 924-5755 ext. 1156.

E.mail: [nalleli.cervera@correo.uady.mx](mailto:nalleli.cervera@correo.uady.mx)

<https://revistabiomedica.mx>.

mediante PCR-RFLP. Se colocaron dos trampas CDC en el peridomicilio.

**Resultados.** La paciente era una mujer de 65 años con una úlcera en la pierna izquierda, que no realiza actividades selváticas de riesgo. Se identificó a *Leishmania mexicana* como agente causal. Se colectó a *Bichromomyia olmeca olmeca*, *Lutzomyia cruciata* y *Lutzomyia longipalpis* en el peridomicilio.

**Conclusión.** Se presenta el primer registro de flebotomíneos en el ambiente peridoméstico en Yucatán, lo que sugiere el riesgo de transmisión peridoméstica.

## INTRODUCCIÓN

La LCL es una enfermedad de naturaleza zoonótica, cuyo agente etiológico alterna entre mamíferos silvestres y hembras hematófagas de la subfamilia Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) (1). En México, la mayor incidencia y prevalencia de LCL ocurre en la Península de Yucatán (2), en donde el 99% de los casos son causados por *Leishmania mexicana* (3).

En la Península de Yucatán, los casos humanos son de naturaleza ocupacional, ya que ocurren principalmente en hombres de entre 14 y 45 años que se internan en la selva para realizar diversas actividades agrícolas (3). Sin embargo, la población afectada podría incluir otros sectores (ej. niños, mujeres, adultos mayores), lo que estaría relacionado con factores como la colonización de selvas y la transformación del paisaje alrededor de las viviendas (3, 4).

En el estado de Yucatán, los casos de LCL procedían principalmente de municipios ubicados en la región sur, que colindan con las áreas endémicas ya caracterizadas en Campeche y Quintana Roo. Sin embargo, en el 2015, se reportó la aparición de nueve casos emergentes en el oriente del estado en hombres de entre 30 a 74 años de edad, dedicados a la agricultura y la recolección de madera para fines domésticos o artesanales (5). No obstante, durante el desarrollo de trabajos de campo en marzo de 2021, por parte del laboratorio de Inmunología del Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi” y los Servicios de Salud de Yucatán (SSY), se detectó un caso sugestivo de LCL en una paciente de la localidad de Loop Xul,

perteneciente al municipio de Tinum, Yucatán. La paciente manifestó no haber visitado las áreas endémicas ya conocidas de Campeche y Quintana Roo ni dedicarse a actividades selváticas de riesgo, lo que sugiere, la ocurrencia de transmisión peridoméstica en el estado. Por lo que, el objetivo del presente trabajo fue documentar la presencia de flebotomíneos antropofílicos en el peridomicilio de un caso de LCL en Tinum, Yucatán.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio de estudio

La comunidad de Loop Xul se localiza en la zona oriente de Tinum (20°40'10.00" N y 88°27'2.001" O) y está integrada por 15 viviendas habitadas por 38 personas (6). El 99.8% de la población es hablante de la lengua maya. La vegetación predominante es la selva mediana subcaducifolia, la cual ha sido altamente transformada por actividades económicas como la explotación maderera (ej. *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla* y *Manilkara zapota*), la conversión para uso ganadero, la explotación de bejuco para uso artesanal y la agricultura basada en el cultivo de maíz-frijol-calabaza mediante el sistema de rotación agrícola conocido como “Milpa”.

### Diagnóstico del caso clínico

Se llevó a cabo la historia clínica y el examen físico de la lesión de la paciente por parte de los SSY. Debido a las características de la lesión, se tomó una muestra mediante hisopado, la cual fue transportada al laboratorio de Inmunología del Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi”. Se extrajo ADN empleando el paquete comercial Wizard Genomic DNA Purification Kit (Promega A1125) de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se amplificó una región de 300-350 pb del espaciador interno transcrito 1 (ITS1), usando los iniciadores: Fwd 5'-CTGGATCATTTTCCGATG-3' y Rv 5'-TGATACCACTTATCGCACTT-3' a una concentración final de 10 µM, en un volumen final de 25 µl.

La reacción se llevó a cabo usando el estuche comercial GoTaq® PCR Core System I (Promega M7660) bajo las siguientes condiciones: 94°C

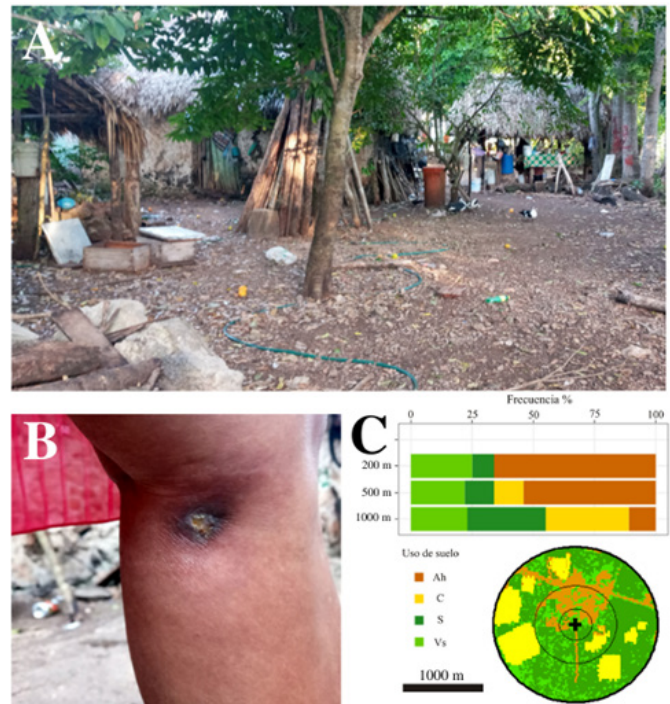
durante 4 min, seguido de 36 ciclos de amplificación por 94°C 40 s, 54°C por 30 s y 72°C por un min y una extensión final a 72°C por 6 min. Posteriormente, se reamplificaron 3 µl del producto de PCR siguiendo el ciclo de amplificación: 94°C por 4 min seguido de 18 ciclos a 94°C por 40 s, 54°C por 30s y 72°C por un min y una extensión final a 72°C por 6 min. Los productos de PCR se corrieron en un gel de agarosa al 2% teñido con bromuro de etidio (0.5 µg/µl) para su visualización con luz UV.

Los productos de PCR de la reamplificación de ITS1 se sometieron a digestión con la enzima de restricción Hae III (ER0151, Thermo Scientific), para la identificación de especie de *Leishmania*. Se realizó una mezcla con 2 µl de agua grado biología molecular, 2 µl de buffer, 1 µl de Hae III y 15 µl del producto amplificado. Se incubó a 37 °C durante 3 horas y a 80 °C durante 20 min para inactivar la enzima. Los fragmentos de restricción de longitud polimórfica de la muestra se compararon con los de un control positivo de ADN de *L. (L.) mexicana* de la cepa MHET/MX/97/Hd18 en un gel de agarosa al 3% teñido con bromuro de etidio (0.5 µg/µl) que se corrió durante una hora a 100 V.

### Colecta de flebotomíneos

Para determinar la presencia y actividad de flebotomíneos en el peridomicilio de la vivienda se colocaron dos trampas CDC durante una noche en el intervalo de 18:00-22:00 horas en marzo de 2021. Las trampas fueron ubicadas en el traspatio a 10 metros de la vivienda, con una distancia de 25 metros entre ellas. Las muestras de flebotomíneos fueron conservadas en alcohol al 96% y transportadas al laboratorio de Inmunología. La cabeza y segmentos abdominales VII-X de los ejemplares fueron empleados para la identificación taxonómica considerando las claves de Ibáñez-Bernal (7, 8) y la clasificación propuesta por Galati (9). Adicionalmente, se realizó un análisis de la composición del paisaje alrededor de la vivienda usando imágenes Sentinel con 20 m de resolución y ArcMap (ESRI, 2015), así como 120 puntos georreferenciados para realizar una clasificación supervisada (Fig. 1C). La caracterización de la

composición del paisaje se realizó a tres buffers concéntricos (200 m, 500 m y 1 km), los cuales fueron establecidos de acuerdo con la capacidad de dispersión hasta ahora documentada para los flebotomíneos (vectores) en la región neotropical (10, 11).



**Figura 1.** A) Peridomicilio de la vivienda del caso positivo a *Leishmania* y a la presencia de flebotomíneos. B) Imagen de la úlcera en parte posterior de la pierna izquierda, de tres meses de evolución con bordes irregulares y costra serohemática. C) Descripción del paisaje alrededor de la vivienda a tres escalas buffer: 200 m, 500 m y 1 km. Ah, asentamientos humanos-caminos rurales; C, cultivo; S, selva; Vs, vegetación secundaria.

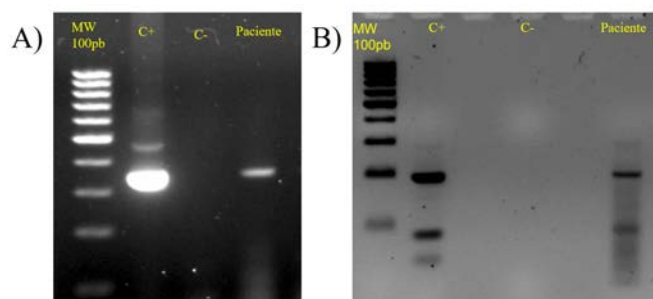
### RESULTADOS

El caso clínico corresponde a una mujer de 69 años, ama de casa, residente permanente de la comunidad de Loop Xul; la cual presentó una úlcera única indolora de 1.4 cm de diámetro en la parte posterior de la pierna izquierda (Fig. 1B). Al momento del diagnóstico (marzo 2021), la lesión presentaba tres meses de evolución. La paciente refirió no haber visitado las áreas endémicas previamente caracterizadas de Campeche y Quintana Roo ni realizar actividades asociadas con la agricultura y/o



recolección de madera en los montes que rodean la localidad.

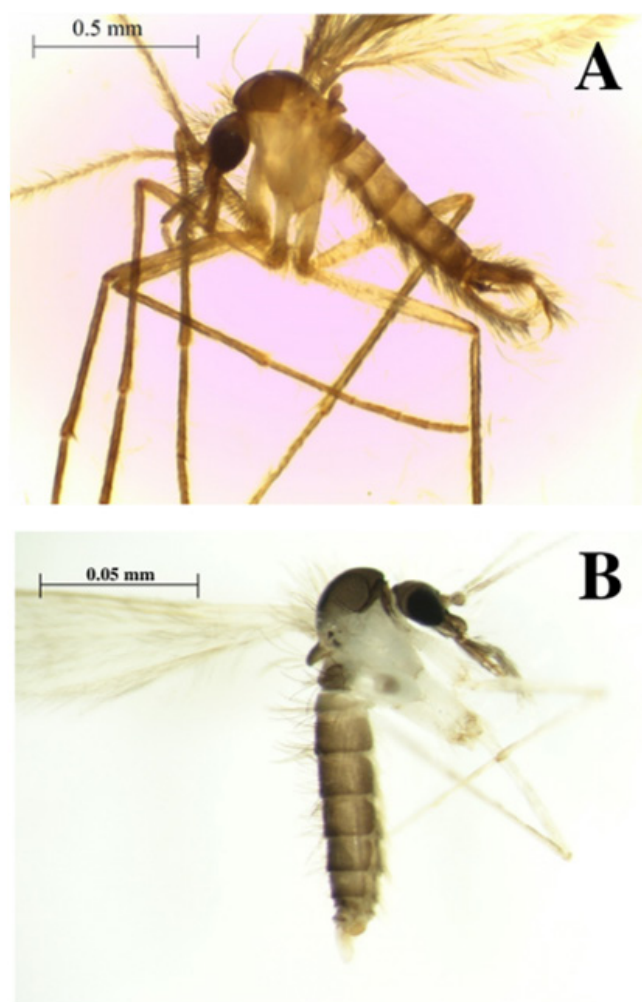
Se confirmó la presencia de ADN de *Leishmania* en la lesión mediante PCR (Fig. 2A) y se identificó a la especie *L. (L.) mexicana* como el agente casual (Fig. 2B). Confirmado el diagnóstico, se aplicó un ampolla de 5 ml de Glucantime® equivalente a 425 mg de Sb<sup>+5</sup> vía intralesional, una vez por semana. Se observó la completa reepitelización del tejido un mes después de aplicado el tratamiento.



**Figura 2.** Resultado de la amplificación del gen ITS y la identificación de especie de *Leishmania* mediante la técnica de PCR-RFLP (reacción en cadena de la polimerasa seguida del análisis de la longitud de fragmentos de restricción). A) Gel representativo de la amplificación del gen ITS1 por PCR. Carril 1: marcador de 100 pb (Thermo scientific), carril 2: control positivo correspondiente a ADN de cultivo de promastigotes de *L. mexicana* (cepa: MHET/MX/97/Hd18), carril 4: control negativo, carril 6: muestra de ADN obtenido de la lesión de la paciente. B) Gel representativo de los productos de digestión con la enzima Hae III. Carril 1: marcador de 100 pb (Thermo scientific), carril 2: producto de la digestión del control positivo correspondiente a ADN de cultivo de promastigotes de *L. mexicana* (cepa: MHET/MX/97/Hd18), carril 4: control negativo, carril 6: producto de la digestión del ADN obtenido de la lesión de la paciente.

El peridomicilio de la vivienda se caracterizó por la presencia de cobertizo de animales domésticos (cerdos, aves y perros) y ganado bovino, así como la presencia de árboles y arbustos frutales y ornamentales (Fig. 1A). El análisis descriptivo de la composición del paisaje alrededor de la vivienda reveló que a los 200 y 500 m el paisaje dominante fueron los asentamientos humanos con el 66% y el 54%, respectivamente. A una mayor escala (1km) se observó que la cobertura dominante corresponde a cultivos agrícolas -“Milpas”- (34%).

Se registró la presencia de seis ejemplares de Phlebotominae representados por tres especies: *Lutzomyia longipalpis* (1♀, 2♂), *Br. o. olmeca* (1♀) y *Lu. cruciata* (2♀). La mayoría de los ejemplares recolectados corresponden a hembras (n=4). *Lutzomyia longipalpis* y *Lu. cruciata* fueron las especies más representativas. Así mismo, *Lu. longipalpis* fue la única especie que registró la co-ocurrencia de ejemplares de ambos sexos en el peridomicilio (Fig. 3).



**Figura 3.** Especies de flebotómíneos recolectados en el peridomicilio de un caso de LCL en la localidad de Loop Xul, municipio de Tinum, Yucatán, México. A) Ejemplar macho de *Lu. longipalpis*. B) Ejemplar hembra de *Lu. cruciata*.

## DISCUSIÓN

El presente trabajo representa el primer registro de la presencia de flebotomíneos antropofílicos en el peridomicilio de un caso de LCL en el municipio de Tinum, Yucatán. Se reporta un caso de LCL en una mujer, ama de casa, de 69 años de edad que refiere no haber visitado áreas endémicas ni realizar actividades que han sido documentadas de riesgo para el municipio de Tinum (10). Nuestros hallazgos podrían sugerir el riesgo potencial de transmisión peridoméstica en dicha localidad. Sin embargo, es importante realizar estudios integrales que por una parte consideren el contexto ecológico-social de las comunidades rurales y por otra evalúen la prevalencia de infección en el humano, la dinámica poblacional de las especies de flebotomíneos y su co-ocurrencia con hospederos competentes (i.e. roedores, animales domésticos). Adicionalmente, la caracterización de fuentes alimenticias y la prevalencia de infección por *Leishmania* en vectores permitirían determinar el grado de complejidad de la interacción vector-patógeno-hospedero en la emergencia de ciclos de transmisión peridomésticos en la región.

En general, en la Península de Yucatán, los factores de riesgo de infección por *Leishmania* incluyen la edad (15-45 años), el sexo (hombres) y el desarrollo de actividades en la selva (i.e. agricultura, caza, recolección de madera) (3). Sin embargo, en Calakmul, Campeche, se ha registrado una alta prevalencia de LCL en niños (6-17 años) y mujeres, y entre los factores de riesgo más significativos se encontraron i) la colonización de áreas forestales previamente intactas, ii) la deforestación-perturbación y iii) el desarrollo de actividades nocturnas dentro de la selva (12). De todos los factores antes mencionados, el caso documentado en este trabajo, se encuentra potencialmente asociado a procesos intensivos de cambio de uso de suelo, lo cual implica la explotación, conversión y sustitución de fragmentos de selva y con ello la probabilidad del desplazamiento y/o adaptación de vectores y reservorios. Esta idea se apoya en las características del paisaje que rodea la vivienda y el registro de ejemplares hembras de *Lu. longipalpis*, *Lu. cruciata* y *Br. o. olmeca*, importantes vectores de *Leishmania* en la región y en el país (13, 14).

En nuestros hallazgos destaca la presencia de *Lu. longipalpis*, especie con mayor capacidad de adaptación a perturbaciones antrópicas, lo cual ha favorecido la expansión y emergencia geográfica de la leishmaniosis visceral en América Latina (15).

Nuestros hallazgos sugieren que algunas especies de flebotomíneos estarían desplazándose alrededor de las viviendas rurales, es decir, pasar de ser especies selváticas y zoofilicas (animales silvestres), a especies peridomésticas-rurales y antropofílicas/zoofilicas (animales domésticos). Previamente, en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo, se han sugerido ciclos de transmisión de LCL en zonas peri-urbanas, evidenciado por los registros históricos de casos humanos y la documentación de *Br. o. olmeca*, *Lu. cruciata* y *Psathyromyia shannoni* infectadas por *L. (L.) mexicana* (16). Por otro lado, se ha documentado que *Peromyscus yucatanicus*, *Ototylomys phyllotys* y *Heteromys gaumeri*, importantes hospederos del parásito en la región, también estarían persistiendo en paisajes perturbados (17) y en viviendas rurales (18, 19), lo que sugeriría que al igual que los vectores, estas especies presentan una alta capacidad de adaptación a paisajes modificados. Como consecuencia de los patrones contemporáneos de disturbio antropogénico en la Península de Yucatán, podría esperarse que en algunas áreas de esta región el ciclo de transmisión de la LCL pase de ser estrictamente selvático a iniciar ciclos “peridoméstico-rurales”.

Las bajas densidades de Phlebotominae colectados en el ámbito peridoméstico-rural y la falta de detección del parásito *Leishmania* sp. en estos ejemplares son una de las limitantes de este trabajo. Sin embargo, nuestros hallazgos ponen en evidencia la necesidad de desarrollar líneas de investigación que permitan abordar dos aspectos importantes relacionados con la epidemiología de la LCL en Yucatán. Por un lado, estudiar cómo se modifica la interacción patógeno-vector-hospedero en escenarios de disturbio antropogénico, lo que permitiría predecir cambios en los patrones de comportamiento de la enfermedad; y por otro, es importante analizar la dinámica poblacional de los vectores y hospederos en las viviendas rurales

y evaluar los riesgos asociados en el ambiente peridoméstico con la finalidad de definir la emergencia u ocurrencia de ciclos de transmisión en ese entorno y de ser necesario establecer medidas para frenar la exposición de las poblaciones locales.

## CONCLUSIÓN

Se presenta el primer registro de la presencia de tres especies de flebotómicos antropofílicos en el ambiente peridoméstico de un caso de LCL en Tinum, Yucatán, México; lo que sugiere el riesgo potencial de transmisión peridoméstica. Se resalta la necesidad de realizar más estudios para determinar la influencia de la deforestación y conversión de las selvas en el establecimiento de estos potenciales ciclos de transmisión.

## AGRADECIMIENTOS

Al personal de vectores de la Jurisdicción Sanitaria No. 2 de los SSY, así como a la comunidad de Loop Xul por permitirnos el acceso y las facilidades para el desarrollo de este estudio. El trabajo de campo fue financiado por el proyecto “Estudio eco-epidemiológico para la caracterización de un foco emergente de leishmaniosis en el municipio de Tinum, Yucatán”, CONACYT-FOSISS 2018.

## REFERENCIAS

- Organización Panamericana de la Salud, OPS Manual de procedimientos para vigilancia y control de las leishmaniasis en las Américas. OD Salomon, F. Edilson Ferreira Lima Jr RA e S, organizador. OPAS Organização Pan Americana de Saúde. Washington: OPAS. 2019.
- Sosa-Ávila EJ, Caro-Lozano J, Zúñiga-Carrasco IR Perfil epidemiológico de la leishmaniasis: una enfermedad olvidada en México. *Enf Inf Microbiol*. 2014 Oct; 34(1): 31–36.
- Andrade-Narvaez FJ, Van Wynsberghe NR, Sosa-Bibiano EI, Loria-Cervera EN. Eco-Epidemiological and Immunological features of localized cutaneous leishmaniasis in Southeastern Mexico: Thirty Years of Study, The Epidemiology and Ecology of Leishmaniasis, Dr. David Claborn (Ed.), InTech, Available from: <https://www.intechopen.com/books/the-epidemiology-and-ecology-of-leishmaniasis/eco-epidemiological-and-immunological-features-of-localized-cutaneous-leishmaniasis-in-southeastern->. 2017
- Córdova-Uscanga C, Albertos-Alpuche NE, Andrade-Narváez FJ, Canto-Lara SB. Leishmaniasis: a preliminary epidemiological study in a locality of the endemic area in the state of the Tabasco. *Salud Pública Mex*. 1993 Jul; 35(4): 345–50.
- Loría-Cervera EN, Sosa-Bibiano EI, Van Wynsberghe NR, Torres-Castro JR, Andrade-Narváez FJ. Preliminary epidemiological findings of *Leishmania* infection in the municipality of Tinum, Yucatan State, Mexico. *Parasite Epidemiol Control*. 2019; 4, e00088. doi: 10.1016/j.parepi.2019.e00088
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [En línea] 2019. [Consultado 18 de Octubre de 2021]. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/yuc/default.aspx?tema=me&e=31>
- Ibáñez-Bernal S, Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) de México. V. Clave ilustrada para la identificación de los machos de *Lutzomyia* França. *Fol Entomol Mex*. 2005; 44(2): 49–66.
- Ibáñez-Bernal S. Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) de México. VI. Clave ilustrada para la identificación de las hembras de *Lutzomyia* França. *Fol Entomol Mex*. 2005Ago; 44(2): 195–212.
- Galati EAB. Morfología, terminología de adultos e identificação dos táxons da América. In *Flebotómicos no Brasil* (pp. 53–175), 2003.
- Alexander JB. Dispersal of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in a Colombian coffee plantation. *J Med Entomol*. 1987 Sep; 24(5). doi: 552-558. 10.1093/jmedent/24.5.552
- Morrison AC, Ferro C, Morales A, Tesh RB, Wilson ML. Dispersal of the sand fly *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) at an endemic focus of visceral leishmaniasis in Colombia. *J Med Entomol*. 1993 Mar; 30(2), 427–35. doi: 10.1093/jmedent/30.2.427
- Hernández-Rivera MP, Hernández-Montes O, Chiñas-Pérez A, Batiza-Avelar JM, Sánchez-Tejeda G, Wong-Ramírez C, *et al*. Study of cutaneous leishmaniasis in the State of Campeche (Yucatan Peninsula), Mexico, over a period of two years. *Salud Publica Mex* 2015 Nov; 57 (1): 58–65.
- Biagi FF, De Biagi AM, Beltrán HF. *Phlebotomus flaviscutellatus*, transmisor natural de *Leishmania mexicana*. *Prensa Med Mex*. 1965 Sep; 30: 267–72.
- Pech-May A, Peraza-Herrera G, Moo-Llanes DA, Escobedo-Ortegón J, Berzunza-Cruz M, Becker-Fausser I, *et al*. Assessing the importance of fourth sandfly species (Diptera: Psychodidae) as vectors of *Leishmania mexicana* in Campeche, México. *Med Vet Entomol*. 2016 Abr; 30, 310–20. doi: 10.1111/mve.12169
- Salomon OD. *Lutzomyia longipalpis*, gone with the wind and other variables. *Neotrop Entomol*. 2020 Ago; 50(2): 161-71. doi: 10.1007/s13744-020-00811-9

16. Sánchez-García L, Berzunza-Cruz M, Becker-Fauser I, Rebollar-Téllez EA. Sand flies naturally infected by *Leishmania (L.) mexicana* in the peri-urban area of Chetumal city, Quintana Roo, México. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2010 Jun; 104(6): 406–11. doi: 10.1016/j.trstmh.2010.01.010
17. Címé-Pool JA, Hernández-Betancourt SF, Chablé-Santos JB. Comunidades de pequeños roedores en dos agroecosistemas de Yucatán, México. *Rev Mex Mastozool.* 2007 Ene; 11: 57–68.
18. Panti-May JA, Hernández-Betancourt S, Ruíz-Piña H, Medina-Peralta S. Abundance and population parameters of commensal rodents present in rural households in Yucatan, Mexico. *Int Biodeterior Biodegradation.* 2012 Ene; 66 (1): 77-81. doi: 10.1016/j.ibiod.2011.10.006
19. Hernández-Cortazar I, Amaya Guardia KC, Torres-Castro M, Acosta-Viana K, Guzmán-Marín E, Israel Chan-Pérez J, et al. Frequency of *Trypanosoma cruzi* infection in synanthropic and wild rodents captured in a rural community in southeast of Mexico. *Vet Med Int.* 2018 Oct; 8059613. doi: 10.1155/2018/8059613