



**PREVALENCIA E INTENSIDAD DE *Lipoptena mazamae* RONDANI (DIPTERA: HIPPOBOSCIDAE) Y GARRAPATAS (ACARI: IXODIDAE) EN VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus yucatanensis*) EN EL SURESTE DE MÉXICO †**

**[PREVALENCE AND INTENSITY OF *Lipoptena mazamae* RONDANI (DIPTERA: HIPPOBOSCIDAE) AND TICKS (ACARI: IXODIDAE) IN WHITE-TAILED DEER (*Odocoileus virginianus yucatanensis*) IN SOUTHEAST OF MEXICO]**

**Melina Maribel Ojeda-Chi<sup>1</sup>, Roger Iván Rodríguez-Vivas<sup>1\*</sup> and Sokani Sánchez-Montes<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Km. 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil. C.P. 97100, Yucatán, México. Email: rvivas@correo.uady.mx; mojeda\_93@hotmail.com.*

<sup>2</sup>*Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias región Tuxpan. Carretera Tuxpan-Tampico Kilómetro 7.5, Universitaria, Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz, C.P. 92870, México. E-mail: sok10108@gmail.com.*

*\*Corresponding author*

### SUMMARY

**Background:** Louse-fly (*Lipoptena* spp.) and ticks are blood-sucking ectoparasites of domestic and wild animals and accidentally of humans. Globally, there is little information on the medical importance of these ectoparasites, but there are studies that suggest that these ectoparasites might be involved in the transmission of pathogens. In Mexico, both ectoparasites have been reported parasitizing white-tailed deer (WTD, *Odocoileus virginianus*). **Objective:** To estimate the prevalence and intensity of *Lipoptena* spp. and ticks in WTD and its possible implication of louse-flies as a vector of *Anaplasma* spp. in Southeastern Mexico. **Methodology:** 25 WTD were inspected for their louse-flies and ticks. Pools of louse-flies were tested by a nested polymerase chain reaction (PCR) to identify the presence of a fragment of the 16S-rDNA gene of *Anaplasma* spp. **Results:** All louse-fly (96 specimens) were identified as *Lipoptena mazamae* and 348 ticks of the genera *Amblyomma*, *Ixodes*, *Rhipicephalus* and *Haemaphysalis* were also identified. The prevalence of WTD with *L. mazamae* was 56% with an intensity of 6.9 flies/WTD, meanwhile the prevalence of ticks was 92% with an intensity of 15.5 ticks/WTD. *Anaplasma* spp. was not detected in any of the pools of flies evaluated. **Implications:** WTD are parasitized by ectoparasites that affect their health and can be transmitters of pathogens to wild animals, domestic animals, and humans, therefore their identification is important for the design of prevention programs. **Conclusion:** WTD showed high prevalences of *L. mazamae* and different species of ticks, being the latter with high prevalence and intensity. Molecular tests showed that louse-flies evaluated in this study were not found to be infected with *Anaplasma* spp.

**Keywords:** Ectoparasites; molecular diagnosis; pathogens; deer; Mexico.

### RESUMEN

**Antecedentes:** Las moscas-piojo (*Lipoptena* spp.) y garrapatas son ectoparásitos hematófagos de animales domésticos y silvestres y accidentalmente de humanos. A nivel mundial, existe poca información sobre la importancia médica de estos ectoparásitos, pero varios estudios sugieren que dichos artrópodos podrían estar involucrados en la transmisión de agentes patógenos. En México se ha reportado a estos ectoparásitos alimentándose de venado cola blanca (VCB, *Odocoileus virginianus*). **Objetivo:** Estimar la prevalencia e intensidad de *Lipoptena* sp. y garrapatas en VCB y la posible implicación de la mosca-piojo como vector de *Anaplasma* sp. en el sureste de México. **Metodología:** Se estudiaron 25 VCB que fueron inspeccionados para identificar las moscas-piojo y garrapatas presentes. En grupos de moscas-piojo se realizó una prueba de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) anidada empleando el gen 16S-rDNA para la detección de *Anaplasma* spp. **Resultados:** Todos los especímenes (96 moscas-piojo) fueron identificados como *Lipoptena mazamae*. Asimismo, se identificaron 348 garrapatas de los géneros *Amblyomma*, *Ixodes*,

† Submitted November 3, 2021 – Accepted April 6, 2022. <http://doi.org/10.56369/tsaes.4079>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = M.M. Ojeda-Chi: 0000-0002-0006-1976; R.I. Rodríguez-Vivas: 0000-0002-3340-8059; S. Sánchez-Montes: 0000-0001-6316-2187

*Rhipicephalus* y *Haemaphysalis*. La prevalencia de VCB con *L. mazamae* fue de 56% con intensidad de 6.9 moscas-piojo/VCB, mientras que la prevalencia de garrapatas fue de 92% con intensidad de 15.1 garrapatas/VCB. En ninguno de los grupos de moscas estudiados se detectó la presencia de *Anaplasma* spp. **Implicaciones:** Los VCB son parasitados por ectoparásitos que afectan su salud y pueden ser transmisores de agentes patógenos para los animales silvestres, domésticos y al humano, por lo tanto, su identificación es importante para el diseño de programas de prevención. **Conclusión:** Los VCB presentan altas prevalencias de *L. mazamae* y varias especies de garrapatas, siendo estas últimas las que presentaron mayor prevalencia e intensidad. Las pruebas moleculares mostraron que las moscas-piojo evaluadas en este estudio no se encontraban infectadas con *Anaplasma* spp.

**Palabras clave:** Ectoparásitos; diagnósticos moleculares; patógenos; venados; México.

## INTRODUCCIÓN

Los miembros de las familias Hippoboscidae son ectoparásitos obligados que se alimentan de sangre de animales domésticos y de vida silvestre. Se les conoce comúnmente como moscas-piojo. Todos los miembros son larvíparos, exhibiendo un comportamiento de viviparidad adenotrófica, un huevo pasa directamente el útero, donde se desarrolla y emerge una larva lista para pupar; la hembra nutre a las larvas en desarrollo mediante glándulas accesorias o de leche que se encuentran dentro del útero. Después de tres estadios larvarios, la larva emerge como prepupa e inmediatamente forman el pupario, el cual es depositado en el suelo. Cuando la mosca ha completado su metamorfosis, el adulto alado emerge del pupario y vuela en busca de un hospedero. Después de encontrar un hospedero, la mosca adulta pierde sus alas y permanece sobre el hospedero para alimentarse de sangre (Reeves y Lloyd, 2019). Aproximadamente tres cuartas partes de las especies conocidas son ectoparásitos de aves, mientras que el resto parasitan una variedad de mamíferos distintos de los murciélagos (Orden Chiroptera; Familia: Emballonuridae, Furipteridae, Molossidae, Mormoopidae, Natalidae, Noctilionidae, Phyllostomidae y Vespertilionidae) (Dick y Patterson, 2006; Reeves y Lloyd, 2019).

A nivel mundial se conocen más de 213 especies de estas moscas, de las cuales 31 han sido reportadas en las regiones Neártica y Neotropical. Estas moscas se encuentran representadas en tres subfamilias (Ornithomyinae, Hippoboscinae y Lipopteninae). La subfamilia Lipopteninae parasitan normalmente a los cérvidos (Artiodactyla: Cervidae), pero también pueden parasitar a otros animales silvestres y domésticos y en raras ocasiones a aves (Skvarla y Machtinger, 2019).

El género *Lipoptena* Nitzsch consta de 30 especies conocidas en todo el mundo. Tres especies están registradas en Norteamérica y Sudamérica: *Lipoptena cervi*, *L. mazamae* y *L. depressa* (Reeves y Lloyd, 2019). *Lipoptena mazamae* Rondani conocida como la mosca-piojo del venado neotropical, es un ectoparásito común del venado cola blanca (VCB, *Odocoileus virginianus*) en el sureste de los Estados Unidos de América (EUA) y México (Lozano-Sardaneta et al.,

2021). Al alimentarse, esta mosca-piojo produce daños a las pieles de sus hospederos y es capaz de transmitir agentes patógenos a los bovinos (*Anaplasma* spp.) y a los VCB (*Trypanosoma cervi*, *T. trinaperronei* y *Bartonella* spp.) (Skvarla y Machtinger, 2019; Lozano-Sardaneta et al., 2021).

En México se ha reportado al VCB parasitado por garrapatas de los géneros *Amblyomma*, *Ixodes*, *Rhipicephalus*, *Dermacentor* y *Haemaphysalis* (Rodríguez-Vivas et al., 2016; Ojeda-Chi et al., 2019; Montiel-Armendáriz et al., 2021). En el sureste de México, *Amblyomma* spp. ha sido reportado como vector potencial de *Ehrlichia chaffeensis* en el VCB, mientras que *Ixodes* sp. cf. *Ixodes affinis* de *Rickettsia* sp. cf. *Rickettsia monacensis* (Sánchez-Montes et al., 2021). En los estados de Yucatán y Campeche, México, se han reportado la presencia de *L. mazamae* parasitando al VCB y se ha demostrado su posible papel como vector de *Candidatus Bartonella odocoilei* n. sp. (Mukul-Yerves et al., 2014; Lozano-Sardaneta et al., 2021). Recientemente, se ha reportado en VCB de Yucatán la presencia patógenos tales como *Anaplasma phagocytophilum* y *A. odocoilei*, pero se desconocen sus vectores (Ojeda-Chi et al., 2019). Por tanto, el objetivo de este estudio fue estimar la prevalencia e intensidad de *L. mazamae* y garrapatas en VCB cazados en el estado Yucatán, México y detectar la presencia de *Anaplasma* spp. en esta mosca-piojo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de estudio

El estudio se realizó en el estado de Yucatán, México que presenta un clima tropical subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura ambiente máxima varía de 35 a 40°C y la temperatura ambiente promedio es de 27°C. La humedad relativa varía de 65 a 90%, con promedio de 80% y precipitación pluvial anual de 1,100 mm. Se presentan dos estaciones anuales: lluvia (de junio a diciembre) y seca (de enero a mayo) (INEGI, 2017).

### Colecta de muestras

Se colectaron muestras de 25 VCB (*Odocoileus virginianus yucatanensis*) de vida libre, obtenidos por cacería en municipios localizados en el oriente del

estado de Yucatán, México (Tizimín, Sucilá, Buctzotz), con la autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (oficios: SGPA/DGVS/: 010533/17, 010534/17, 13892/16, 8165/17). Los muestreos se realizaron durante la época de cacería permitida (de noviembre a marzo).

Una vez cazados los VCB, cada animal se inspeccionó inmediatamente, para recolectar todos los ectoparásitos presentes y depositarlos en frascos individuales con alcohol al 70%. Las muestras fueron enviadas al laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán para su identificación.

### Identificación taxonómica de moscas-piojo y garrapatas

Durante la inspección se colectaron 96 moscas-piojo, las cuales fueron identificadas con las claves taxonómicas descritas por Skvarla y Machtinger (2019) considerando las siguientes características: presencia de una seta apical en forma de espina en el ápice de la tibia, tarso con espinas y placas tergal medianas en abdomen y placa genital. Las moscas-piojo que se encontraban repletas (aquellas con abdomen expandido) fueron sexadas de acuerdo con la presencia de una placa tergal y edaego en el macho y dos placas tergales en la hembra. Adicionalmente, se obtuvo la longitud total de la mosca (de cabeza al tórax) midiendo 25 machos y 25 hembras. Asimismo, se colectaron 348 garrapatas que fueron identificadas, empleando las claves taxonómicas descritas por Guzmán-Cornejo *et al.* (2011) y Solís-Hernández *et al.* (2015) y para identificar *A. cf. oblongoguttatum* se usaron las claves taxonómicas descritas por Lopes *et al.* (2016).

### Extracción de ADN y prueba molecular

Para la detección de *Anaplasma* spp., se formaron aleatoriamente ocho grupos de moscas-piojo (2-4 moscas en cada grupo) para su estudio molecular. El ADN de las moscas-piojo se extrajo utilizando el kit de tejido *DNeasy Blood & Tissue* (QIAGEN, EUA). El ADN se almacenó a -20 ° C hasta su uso. Se realizó una prueba de reacción en cadena de la polimerasa (PCR, por sus siglas en inglés) tipo anidada para la amplificación de un fragmento de 560 pb del gen 16S-rDNA para la detección de *Anaplasma* spp., utilizando dos conjuntos de cebadores: Ge3a y Ge10r para la primera ronda y Ge9f y Ge2 para la segunda ronda, con las siguientes condiciones de PCR: desnaturalización a 95°C por dos minutos, seguido de 40 ciclos de desnaturalización a 94°C por 30 segundos, alineación a 55°C por 30 segundos y extensión a 72°C por un minuto y por último una extensión a 72°C por 5 minutos (Massung *et al.*, 1998).

### Análisis estadístico

Se calculó la prevalencia de moscas-piojo y garrapatas en los VCB en total y por época del año. Estas variables se calcularon de acuerdo con las siguientes fórmulas (Rózsa *et al.*, 2000):

Prevalencia de la parasitosis = (número de VCB parasitados / número total de VCB x 100).

Intensidad = (número total de parásitos de cada especie / número de VCB infestados).

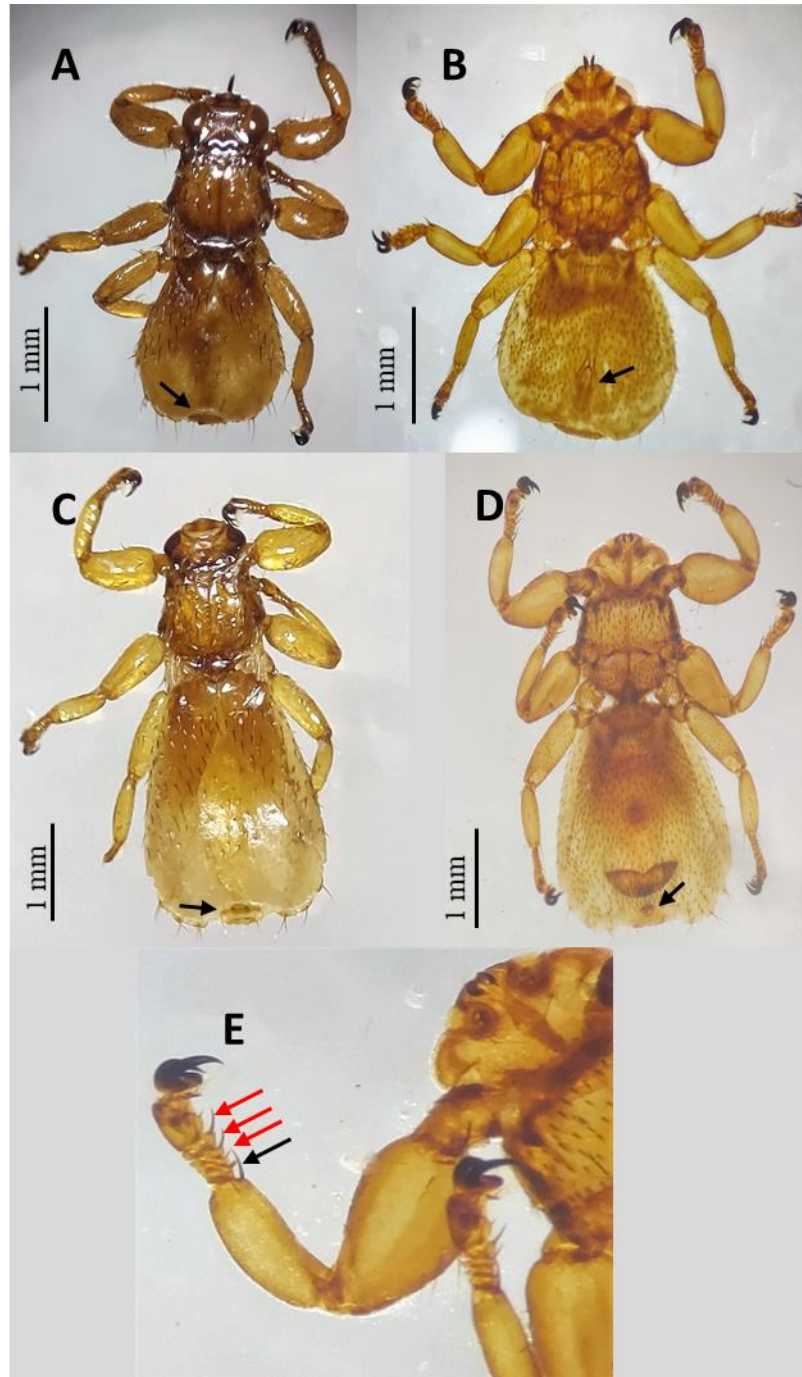
Para comparar la prevalencia de moscas-piojo entre épocas del año y la prevalencia de moscas-piojo grávidas entre épocas del año (lluvia: noviembre-diciembre, seca: enero-mayo) en VCB parasitados se usó la prueba de  $X^2$ . Asimismo, se usó la prueba de *t-student* para comparar el número promedio de moscas-piojo colectados en VCB en las dos épocas del año.

## RESULTADOS

Todas las moscas-piojo colectadas fueron identificadas morfológicamente como *Lipoptena mazamae* (Figura 1). Se encontró una prevalencia de 56% de *L. mazamae* en VCB (14/25). De los VCB positivos se colectaron un total 96 moscas-piojo (50 hembras, 46 machos), con una intensidad general de 6.9 moscas-piojo/VCB. En la época de seca se encontraron 6 VCB parasitados con un total de 50 moscas-piojo (rango: 2-16) y en la época de lluvia 8 VCB parasitados con un total de 46 moscas-piojo (rango: 1-10). No se encontraron diferencias estadísticas en la prevalencia de moscas piojo de VCB parasitados entre las épocas de seca (50) y lluvia (46) ( $p > 0.05$ ), ni en la intensidad de moscas-piojo colectadas en las dos épocas del año ( $p > 0.05$ ). Asimismo, no se encontró diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) en el número de moscas-piojo grávidas entre la época de lluvia (18) y época de seca (20). En la Tabla 1 se presenta el número de moscas-piojo colectadas de acuerdo al sexo, presencia de alas, estado de gravidez y longitud total.

Se encontró una prevalencia de 92% de garrapatas en VCB (23/25). De los VCB positivos se colectaron un total 331 garrapatas adultas (*Amblyomma mixtum*, *Amblyomma* cf. *parvum*, *Amblyomma* cf. *oblongoguttatum*, *Ixodes* cf. *affinis*, *Rhipicephalus microplus*, *R. sanguineus* sensu lato y *Haemaphysalis juxtakochi*) y 17 ninfas (*Amblyomma* spp.). En la Tabla 2 se presentan la frecuencia de las especies de garrapatas identificadas y la intensidad de garrapatas en los VCB.

En ninguno de los grupos de moscas-piojo evaluados se detectó la presencia del gen 16S-rDNA de *Anaplasma* spp.



**Figura 1.** Mosca *Lipoptena. mazamae*: A) espécimen macho con presencia de una placa tergal, B) espécimen macho presencia de edaego, C) espécimen hembra con presencia de dos placas tergales D) espécimen hembra grávida con presencia placa genital, E) presencia de seta apical en forma de espina en el ápice de la tibia (flecha negra), tarso con espinas (flechas rojas).

## DISCUSIÓN

Las moscas-piojo, *Lipoptena* spp. son parásitos hematófagos comunes que se alimentan principalmente de cérvidos, pero también pueden parasitar a otros animales silvestres y domésticos

(Skvarla y Machtinger, 2019). La distribución de *L. mazamae* se extiende desde el norte de Argentina atravesando América del sur y América central, donde parasita al venado *Mazama* spp.; en EUA, se encuentra en la costa del Golfo de México y a lo largo de los estados de la costa atlántica hasta Carolina del sur

**Tabla 1. Número de *Lipoptena mazamae* colectadas en venados cola blanca en el sureste de México de acuerdo al sexo, presencia de alas, estado de gravidez y longitud total.**

Características	Sexo de las moscas-piojo	
	Hembras	Machos
<b>Presencia de alas</b>		
Si	3	2
No	47	44
<b>Gravidez</b>		
Si	38	NA
No	12	NA
<b>Longitud total del cuerpo</b>		
Longitud	3.6 mm	2.7 mm
Rango	3.0-4.0 mm	2.2-3.0 mm

NA: No aplica.

(Reeves *et al.*, 2019). *Lipoptena mazamae* es un parásito obligado del VCB y venado rojo (*Mazama americana*). Previamente, se ha reportado, parasitando venados temazate (*Mazama americana*) en Chiapas, con 100% (4/4) de prevalencia (Romero-Castañón *et al.*, 2008). Recientemente, Lozano-Sardaneta *et al.* (2021) reportaron la presencia de *L. mazamae* parasitando VCB en Chiná, Campeche en 100% de los animales evaluados (4/4). En Yucatán, se ha reportado la presencia de *Lipoptena* spp. en VCB (Mukul-Yerves *et al.*, 2014). En este estudio se encontró que *L. mazamae* se encuentra parasitando al 56% de los VCB evaluados. Tanto los machos como las hembras de esta especie de mosca-piojo se alimentan de sangre de sus hospederos y produce lesiones a la piel, debilidad, pérdidas de peso y anemia (Andreani *et al.*, 2020).

En el presente estudio se encontraron similares números de VCB parasitados con moscas-piojos, así como similar número de especímenes en las épocas de seca y lluvia. Reeves *et al.* (2019), mencionan que las moscas *Lipoptena* spp. se pueden observar en todos los

meses del año, pero con mayor frecuencia de abril y a noviembre. Estos autores reportan que el número de venados infestados, parecen ser significativamente más bajos en otoño que en primavera o verano y se ha atribuido a la mortalidad de la pupa en áreas de inundaciones o lluvias abundantes; sin embargo, esto no fue observado en el presente estudio.

Este es el primer estudio en el sureste de México en el que se reporta la intensidad de infestación de *L. mazamae* en VCB. En Georgia, EUA, Wedincamp y Durden, (2016), reportaron una intensidad alta de *L. mazamae* parasitando machos de VCB (de 14.8 a 25.8 moscas/VCB) en comparación con las hembras (de 9.9 a 12 moscas/VCB) y los autores atribuyeron que posiblemente se debía a la amplia área de distribución de los machos y mayor movimiento durante la temporada de apareamiento (celo); lo que permitiría una mayor oportunidad de exposición a las moscas-piojo después de su emergencia en el suelo. Debido a que, en Yucatán, México solo se tiene permitido cazar machos adultos, únicamente se reportó la intensidad media encontrada en machos, la cual fue de 6.9 moscas/VCB. Varios estudios han demostrado que *Lipoptena* spp. presenta diferencias en la especificidad de sus hospederos, lo que significa que algunos prefieren sólo un determinado hospedero, mientras que otras especies de *Lipoptena* son oportunistas en grados variables (Krasnov *et al.*, 2005). Por ejemplo, en Europa el principal hospedero de *L. cervi* es el alce (*Alces alces*) (Välimäki *et al.*, 2011) y con una intensidad de infestación menor el reno (*Rangifer tarandus*) (Välimäki *et al.*, 2011). En Europa Central, el principal hospedero de *Lipoptena* spp. es el ciervo rojo (*Cervus elaphus*), el corzo (*Capreolus capreolus*) y en menor medida el gamo europeo (*Dama dama*) (Haarløv, 1964). En el noroeste de los EUA, el VCB es el principal hospedero de *L. cervi*, mientras que en el sureste de EUA el VCB es el principal hospedero de *L. mazamae* (Matsumoto *et al.*, 2008), en este estudio se presentó una situación similar al sureste de los EUA.

**Tabla 2. Intensidad de garrapatas en venado cola blanca y frecuencia de especies de garrapatas identificadas en el sureste de México.**

Especie de garrapata	# garrapatas	# VCB con garrapatas	Intensidad	Frecuencia de especies
<i>A. mixtum</i>	26	10	2.6	7.4 %
<i>A. parvum</i>	60	16	3.7	17.2 %
<i>A. cf. oblongoguttatum</i>	39	7	5.5	11.2 %
<i>H. juxtakochi</i>	92	23	4.0	26.4 %
<i>I. cf. affinis</i>	12	4	3.0	3.4 %
<i>R. sanguineus</i> sensu lato	1	1	1.0	0.28 %
<i>R. microplus</i>	101	4	25.2	29.0 %
* <i>Amblyomma</i> spp.	17	6	2.8	4.8 %
Total	348	23	15.1	

A: *Amblyomma*, H: *Haemaphysalis*, I: *Ixodes*, R: *Rhipicephalus*, \*ninfas de *Amblyomma*.

La fase adulta de la mayoría de los hipoboscidos busca a sus hospederos y una vez que lo encuentre pierden sus alas y se alimentan de sangre. Este fenómeno fue observado en los especímenes colectados en este estudio ya que solo el 5.2% (5/96) presentaban alas y al momento de manipularlos y depositarlos en alcohol al 70% se desprendieron sus alas. Además, fue evidente la diferencia en la longitud total de machos 2.7 mm (2.2-3.0 mm) y hembras 3.6 mm (3.0-4.0 mm) de *L. mazamae*, similar a lo reportado por Kern (2020) que menciona que el macho mide 3.0 mm y la hembra de 3.5 a 4.5 mm. Otro aspecto fisiológico que se observó en las hembras es que el 76% (28/50) se encontraban grávidas. Esto puede explicar que la mayoría de las hembras han parasitado al VCB por al menos una semana, como sucede en otros hipoboscidos (*Melophagus ovinus*) que requiere de 7-8 días de alimentación para que se desarrolle una larva dentro del útero de la hembra (Reeves y Lloyd, 2019).

En varios estudios, se ha reportado que probablemente los hipoboscidos son vectores mecánicos de agentes infecciosos debido a su comportamiento de alimentación, al ser hematófagos y que tanto hembras como machos realizan múltiples ingestiones de sangre de varios individuos durante su vida (Reeves y Lloyd, 2019). Esto explica su posible papel como vector mecánico al pasar algunos patógenos de un hospedero infectado a uno susceptible, mediante sus piezas bucales (Foil y Gorham, 2000). Por ejemplo, Buss *et al.* (2016) reportaron que *L. cervi* podría transmitir mecánicamente *A. phagocytophilum* a los cérvidos; mientras que Hulinska *et al.* (2002), mencionaron que *L. cervi* estaba infectado con *A. phagocytophilum* y *Borrelia garinii*. Foley *et al.* (2016), reportaron la presencia de *Anaplasma odocoilei* y la cepa WI-1 de *A. phagocytophilum* en *L. depressa*; sin embargo, no se pudo comprobar si esta mosca es vector de esta especie de *Anaplasma* o adquirieron las bacterias mientras se alimentaban de ciervos infectados. El papel de *L. mazamae* como vector de algunos patógenos como *Rickettsia* spp., *Borrelia* spp. y *Coxiella* spp. siguen siendo desconocidos (Buss *et al.*, 2016). En este estudio se realizaron pruebas moleculares para detectar la presencia de *Anaplasma* spp. y no fue posible detectar el gen 16S-rDNA. Sin embargo, recientemente, en México, Lozano-Sardaneta *et al.* (2021) reportaron la presencia de "*Candidatus Bartonella odocoilei* n. sp." Pero hasta el momento se desconoce si las moscas-piojo de venado son vectores de estas bacterias.

En este estudio se encontró que el 92% de los VCB estaban parasitados con garrapatas, aunque las especies de garrapatas identificadas en este estudio ya habían sido reportadas parasitando VCB en México y también han demostrado estar infectadas con los géneros *Rickettsia* y *Ehrlichia* (Ojeda-Chi *et al.*, 2019; Sánchez-Montes *et al.*, 2021). *Rhipicephalus*

*microplus* fue la garrapata con mayor frecuencia (29.0%) e intensidad (25.2) en los VCB, esta especie de garrapata ha sido reportada parasitando principalmente a los bovinos de la misma región (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2016).

En el presente estudio se demuestra que el VCB se encuentra parasitado por diferentes especies de ectoparásitos que pudieran afectar la salud de los animales y ser reservorio de agentes patógenos para otros animales y los humanos. Se requiere de más estudios para tener un mejor entendimiento sobre papel de estos ectoparásitos y su participación como posible vector de agentes infecciosos que tengan una implicación en la salud animal y humana.

## CONCLUSIONES

Se concluye los VCB presentan altas prevalencias de *L. mazamae* y varias especies de garrapatas, siendo estas últimas las que presentaron mayor prevalencia e intensidad en VCB en el sureste de México. Las pruebas moleculares mostraron que las moscas-piojo evaluadas en este estudio no se encontraban infectadas con *Anaplasma* spp.

## Agradecimientos

Se agradece a los ganaderos de Yucatán por proporcionar el material biológico para este estudio.

**Funding.** This research was funded by Laboratorios Virbac S.A. de C.V, Distribuidora de Bioquímicos, Equipos e Insumos para Laboratorio S.A. de C.V. and Meriequipos S.A de C.V.

**Conflict of interest.** None.

**Compliance with ethical standards.** Do not apply.

**Data availability.** All data is presented in the present paper.

**Author contribution statement (CRediT).** MM. Ojeda-Chi, conceptualization, methodology, formal analysis, writing-original draft; RI. Rodríguez-Vivas, conceptualization, project administration, supervision, validation, writing-original draft; S. Sánchez-Montes, conceptualization, writing-review & editing.

## REFERENCIAS

Andreani, A., Sacchetti P. and Belcari A., 2020. Keds and Bat Flies (Hippoboscidae, Nycteribiidae and Streblidae). In book: *Reference Module in Biomedical Sciences*. Elsevier. DOI: <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-818731-9.00011-2>

- Buss, M., Case, L., Kearney, B., Coleman, C. and Henning, J.D., 2016. Detection of Lyme disease and anaplasmosis pathogens via PCR in Pennsylvania deer ked. *Journal Vector and Ecology*, 41, pp. 292-294. DOI: <http://doi.org/10.1111/jvec.12225>
- Dick, C.W. and Patterson, B.D., 2006. Bat flies: obligate ectoparasites of bats. In: S., Morand, B.R., Krasnov and R. Poulin (eds). *Micromammals and Macroparasites*. Springer, Tokyo, pp 179-194. DOI: [http://doi.org/10.1007/978-4-431-36025-4\\_11](http://doi.org/10.1007/978-4-431-36025-4_11).
- Foil, L.D. and Gorham, J.R., 2000. Mechanical Transmission of Disease Agents by Arthropods, in: B.F., Eldridge and J.D., Edman. (Eds), *Medical Entomology*, Springer. Dordrecht. pp. 461-514.
- Foley, J.E., Hasty, J.M, and Lane, R.S., 2016. Diversity of rickettsial pathogens in Columbian black-tailed deer and their associated keds (Diptera: Hippoboscidae) and ticks (Acari: Ixodidae). *Journal of Vector Ecology*, 41, pp. 41-47. DOI: <http://doi.org/10.1111/jvec.12192>
- Guzmán-Cornejo, C., Robbins, R., Guglielmone, A.A., Montiel-Parra, G. and Pérez, T.M., 2011. The *Amblyomma* (Acari: Ixodida: Ixodidae) of Mexico: Identification Keys, Distribution and Hosts. *Zootaxa*, 2998, pp. 16–38. DOI: <http://doi.org/10.11646/zootaxa.2998.1.2>
- Haarlov, N., 1964. Life cycle and distribution pattern of *Lipoptena cervi* (L.) (Dipt., Hippobosc.) on Danish deer. *Oikos*, 15, pp. 93-129. DOI: <http://doi.org/10.2307/3564750>
- Hulinska, D., J. Votypka, J. Plch, E., and Vlcek, M. Valešová, M. Bojar, V. Hulinsky. and Smetana, K., 2002. Molecular and microscopical evidence of *Ehrlichia* spp. And *Borrelia burgdorferi* sensu lato in patients, animals, and ticks in the Czech Republic. *New Microbiologica*, 25, pp. 437-448.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información). 2017. Anuario estadístico y geográfico de Yucatán México. (consultado 20 de octubre de 2021). Disponible en: [http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/YUC\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/YUC_ANUARIO_PDF.pdf)
- Kern, W. 2003. Neotropical deer ked or Neotropical deer louse fly. (consultado 20 de octubre de 2021). University of Florida. Disponible en: [https://entnemdept.ufl.edu/creatures/livestock/deer\\_ked.htm](https://entnemdept.ufl.edu/creatures/livestock/deer_ked.htm)
- Krasnov, B.R., Poulin, R., Shenbrot, G.I., Mouillot, D., and Khokhlova, I.S., 2005. Host specificity and geographic range in haematophagous ectoparasites. *Oikos*, 108, pp. 449-456.
- Lopes, M.G., Junior, J.M., Foster, R.J., Harmsen, B.J., Sanchez, E., Martins, T. F., Quigley, H., Marcili, A. and Labruna, M.B., 2016. Ticks and rickettsiae from wildlife in Belize, Central America. *Parasites and Vectors*, 9, pp 62. DOI: <http://doi.org/10.1186/s13071-016-1348-1>
- Lozano-Sardaneta, Y.N., Blum-Domínguez, S., Huerta, H., Tamay-Segovia, P., Fernández-Figueroa, E.A., Becker, I. and Sánchez-Montes, S., 2021. Detection of *Candidatus Bartonella odocoilei* n. sp. In *Lipoptena mazamae* associated with white-tailed deer in Campeche, Mexico. *Medical and Veterinary Entomology*, DOI: <http://doi.org/10.1111/mve.12536>
- Massung, R.F., Slater, K., Owens, J.H., Nicholson, W.L., Mather, T.N., Solberg, V.B. and Olson, J.E., 1998. Nested PCR assay for detection of granulocytic ehrlichiae. *Journal of Clinical Microbiology*, 36, pp. 1090-1095.
- Matsumoto, K., Berrada, Z.L., Klinger, E., Goethert, H.K. and Telford, S.R., 2008. Molecular detection of *Bartonella schoenbuchensis* from ectoparasites of deer in Massachusetts. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 8(4), pp. 549-554. DOI: <http://doi.org/10.1089/vbz.2007.0244>.
- Montiel-Armendáriz, S., Verdugo, C., Juache-Villagrana, A.E., Jiménez-Vega, F., Quezada-Casasola, A., Vital-García, C. and Escárcega-Ávila, A., 2021. Molecular identification and morphological variations of *Dermacentor albipictus* collected from two deer species in northern Mexico. *Experimental and Applied Acarology*, 84(2), pp. 473-484. DOI: <http://doi.org/10.1007/s10493-021-00613-7>.
- Mukul-Yerves, J.M., Zapata-Escobedo, M.R., Montes-Pérez, R.C., Rodríguez-Vivas, R.I. and Torres-Acosta, J.F., 2014. Parásitos gastrointestinales y ectoparásitos de ungulados silvestres en condiciones de vida libre y cautiverio en el trópico mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 5(4), pp. 459-469.
- Ojeda-Chi, M. M., Rodríguez-Vivas, R.I., Esteve-Gasent, M.D., Pérez de León, A., Modarelli, J.J. and Villegas-Perez, S., 2019. Molecular detection of rickettsial tick-borne agents in white-tailed deer (*Odocoileus virginianus yucatanensis*), mazama deer (*Mazama temama*), and the ticks they host in Yucatan, Mexico. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 10,

- pp. 365-370. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2018.11.018>
- Reeves, W.K. and Lloyd, J.E., 2019. Chapter 20: Louse Flies, Keds, and Bat Flies (Hippoboscoidea). In: G. Mullen and L. Durden (Eds). *Medical and Veterinary Entomology*. 3<sup>rd</sup> Ed. pp. 421-438. Elsevier Inc. DOI: <http://doi.org/10.1016/b978-0-12-814043-7.00020-0>
- Rodríguez-Vivas, R.I., Apanaskevich, D.A., Ojeda-Chi, M.M., Trinidad-Martínez, I., Reyes-Novelo, E., Esteve-Gassent, M.D. and Pérez de León A.A., 2016. Ticks collected from humans, domestic animals, and wildlife in Yucatan, Mexico. *Veterinary Parasitology*, 215: pp, 106-113. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.11.010>
- Romero-Castañón, S., Ferguson, B.G., Güiris, D., González, D., López, S., Paredes, A. and Weber, M., 2008. Comparative parasitology of wild and domestic ungulates in the selva Lacandona, Chiapas, Mexico. *Comparative Parasitology*, 75(1), pp. 115-126. DOI: <http://doi.org/10.1654/4267.1>
- Rózsa, L., Reiczigel, J. and Majoros, G., 2000. Quantifying parasites in samples of hosts. *Journal of Parasitology*, 86(2), pp. 228-232. DOI: [10.1645/0022-3395\(2000\)086\[0228:QPISOH\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1645/0022-3395(2000)086[0228:QPISOH]2.0.CO;2).
- Skvarla, M.J, and Machtinger, E.T., 2019. Deer Keds (Diptera: Hippoboscidae: *Lipoptena* and *Neolipoptena*) in the United States and Canada: New State and County Records, Pathogen Records, and an Illustrated Key to Species. *Journal of Medical Entomology*, pp. 1-17. DOI: <http://doi.org/10.1093/jme/tjy238>
- Sánchez-Montes, S., Blum-Domínguez, S., Lozano-Sardaneta, Y.N., Zazueta-Islas, H.M., Solís-Cortés, M., Ovando-Márquez, O., Colunga-Salas, P., Tamay-Segovia, P., Becker, I., Fernández-Figueroa E. and Rangel-Escareño, C., 2021. Molecular detection of *Rickettsia* sp. cf. *Rickettsia monacensis* in *Ixodes* sp. cf. *Ixodes affinis* collected from white-tailed deer in Campeche, Mexico. *Parasitology Research*, 120, pp. 1891-1895. DOI: <http://doi.org/10.1007/s00436-021-07128-5>
- Solís-Hernández, A, Rodríguez-Vivas, R.I., Pérez Barrera, M.A., Esteve Gassent, M.D. and Apanaskevich, D.A, 2015. *Ixodes affinis* (Acari: Ixodidae) en perros de comunidades rurales de Yucatán, México: prevalencia, abundancia y factores asociados. *Veterinaria México*, 2(3), pp. 1-9.
- Välimäki, P., Kaitala, A., Madslien, K., Härkönen, L., Várkonyi, G., Heikkilä, J., Jaakola, M., Ylönen, H., Korte, R. and Ytrehus, B., 2011. Geographical variation in host use of a blood-feeding ectoparasitic fly: Implications for population invasiveness. *Oecologia*, 166, pp. 985–995. DOI: <http://doi.org/10.1007/s00442-011-1951-y>
- Wedincamp, J. and Durden, L.A., 2016. Ectoparasites of white-tailed deer (Artiodactyla: Cervidae) in Southeastern Georgia, USA. *Journal of Entomological Science*, 51(2), pp. 113-121. DOI: <http://doi.org/10.18474/JES15-27.1>