



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**IDENTIFICACIÓN DE ENTEROPARÁSITOS EN MURCIÉLAGOS
VAMPIRO (*Desmodus rotundus*) DEL ESTADO DE VERACRUZ**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

PRESENTA

LARISSA ALEXANDRA RIVERA PLIEGO

ASESORES:

Dra. en C. CELENE SALGADO MIRANDA

Dr. EDGARDO SORIANO VARGAS

Dra. en C. MARÍA LUISA MÉNDEZ OJEDA



TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, FEBRERO 2019.

TÍTULO

Identificación de enteroparásitos en murciélagos vampiro (*Desmodus rotundus*) del estado de Veracruz.

FINANCIAMIENTO

El presente trabajo de investigación fue financiado por el Comité de Asesores, por iBIRDS (*Institute for Biodiversity Research, Development and Sustainability*) y por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana.

ABREVIATURAS

°C	grado Celsius
CIESA	Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal
DOF	Diario Oficial de la Federación
FMVZ	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
km ²	kilómetro cuadrado
L1, L2, L3, L4	larva 1, larva 2, larva 3, larva 4
µm	micrómetro
ml	mililitro
mm	milímetro
m s.n.m.	metros sobre el nivel del mar
NOM	Norma Oficial Mexicana
OIE	Organización Mundial de Sanidad Animal
SENASICA	Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
sp.	especie
spp.	especies
UAEM	Universidad Autónoma del Estado de México
µl	microlitro

RESUMEN

Los murciélagos vampiro (*Desmodus rotundus*), pertenecen a la subfamilia Desmodontinae. La subfamilia esta conformada por 3 especies que viven en el continente americano. Una característica distintiva de estas especies es que su fuente principal de alimento es la sangre. El objetivo del trabajo fue realizar un estudio enteroparasitológico en poblaciones de *D. rotundus* del estado de Veracruz. Se llevó a cabo un muestreo de conveniencia. Los murciélagos fueron capturados durante 2016 y 2017, en los municipios Emiliano Zapata, Cuitláhuac y Zentla, como parte de las actividades de la Campaña Nacional para la prevención y control de la rabia en bovinos y especies ganaderas (NOM-067-ZOO-2007). Se obtuvieron 66 muestras de heces e intestinos de *D. rotundus*. Las muestras de heces fueron analizadas por medio de un estudio coproparasitoscópico, en busca de huevos. Se realizó la disección de los intestinos y los helmintos encontrados fueron separados para su posterior identificación. En 8 muestras de heces se observaron huevos grandes de nematodo (120 a 142 μm de largo \times 70 a 95 μm de ancho). Asimismo, en 2 de las 8 muestras se observaron huevos de capilárido (58 a 62 \times 33 μm), identificados como *Capillaria* sp. En 20 intestinos se observaron y obtuvieron helmintos nematodos. Se registró el sexo y estadio reproductivo, se midieron y fotografiaron. Los nematodos, de cuerpo filiforme delgado, midieron 3200 a 4800 μm de largo y 180 μm de ancho en promedio. Los nematodos adultos fueron identificados como *Biacantha* sp. El presente estudio enteroparasitológico incluye el mayor número de muestras de *D. rotundus* reportadas a nivel mundial. De las 66 muestras de *D. rotundus* incluidas en el estudio, 20 de ellas fueron positivas a enteroparásitos (30.3%). Con base en las características morfométricas de los nematodos adultos y huevos, los helmintos encontrados en los intestinos de los murciélagos vampiro del estado de Veracruz, fueron *Biacantha* sp. y *Capillaria* sp.

Palabras clave: murciélagos vampiro, *Desmodus rotundus*, *Biacantha* sp., *Capillaria* sp.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	8
II. REVISIÓN DE LITERATURA	10
Quirópteros en México.....	10
Murciélagos hematófagos.....	11
<i>Desmodus rotundus</i>	12
Enteroparásitos en <i>Desmodus rotundus</i>	16
III. JUSTIFICACIÓN	21
IV. HIPÓTESIS	22
V. OBJETIVOS	23
VI. MATERIAL	24
VII. MÉTODO	25
Población de estudio.....	25
Captura de individuos y colecta de la muestra	26
Estudio parasitológico.....	27
Estudio coproparasitoscópico.....	27
Disección de intestinos	27
Identificación de enteroparásitos.....	28
Análisis de resultados	28
VIII. LÍMITE DE ESPACIO	29
IX. LÍMITE DE TIEMPO.....	30
X. RESULTADOS.....	31
XI. DISCUSIÓN	33
XII. CONCLUSIONES	36
XIII. SUGERENCIA	37
XIV. LITERATURA CITADA	38

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Distribución potencial de <i>Desmodus rotundus</i> en México.....	15
Figura 2. Ubicación geográfica de los ranchos en los que se llevó a cabo la captura de <i>Desmodus rotundus</i> en el estado de Veracruz.....	26

I. INTRODUCCIÓN

El orden Chiroptera es el segundo más abundante en el mundo después de los roedores, representan alrededor del 20% de los mamíferos existentes y está ampliamente distribuido a nivel mundial (Altringham, 2011)

Los quirópteros han sido ampliamente estudiados debido a que son reservorio de agentes virales y bacterianos zoonóticos. Se piensa que la tolerancia a dichos agentes se debe a una coevolución de millones de años (Han *et al.*, 2015). Entre los principales agentes infecciosos identificados en los murciélagos, se encuentran los virus *Nipah*, *Hendra* y *Lyssavirus* (Han *et al.*, 2015).

Los murciélagos hematófagos son exclusivos del continente americano. Están ampliamente distribuidos desde la zona tropical de México hasta Argentina. Existen únicamente 3 especies hematófagas: *Desmodus rotundus*, *Diphylla eucadata* y *Diaemus youngi* (Greenhall y Schmidt, 1988).

El vampiro *Desmodus rotundus* es considerado fauna nociva debido a que su exitosa reproducción impacta negativamente la economía y sanidad de la ganadería (DOF, 2011). Particularmente, Veracruz es el estado con mayor población ganadera (SIAP, 2015), así como uno de los estados con mayor incidencia de casos de rabia paralítica bovina. Además, reúne las condiciones ambientales que favorecen la presencia de esta especie (SENASICA, 2016).

Entre los enteroparásitos identificados en *D. rotundus*, únicamente se han registrado 3 especies de nematodos: *Biacantha*

desmoda (Wolfgang, 1954), *Capillaria* sp., (Rojas y Guerrero, 2007) y recientemente *Biacantha normaliae* (Oviedo *et al.*, 2012).

Debido a la importancia e impacto que tiene *D. rotundus*, es necesario conocer más de su biología y de los agentes patógenos de la especie, a fin de establecer nuevas medidas de control para dicho quiróptero y las medidas de bioseguridad para el personal técnico que los manipula.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Quirópteros en México

Los quirópteros representan alrededor del 20% de las aproximadamente 5420 especies de mamíferos existentes. Están ampliamente distribuidos a nivel mundial y ocupan el segundo lugar en el orden más diverso, superado por los roedores. El número de especies de murciélagos podría ser superior a 1100 (Altringham, 2011).

Tradicionalmente el orden se divide en dos subórdenes: Megachiropterae y Microchiropterae, que comparten características morfológicas parecidas, pero en investigaciones recientes se ha demostrado que filogenéticamente pertenecen a diferentes clados (Altringham, 2011). Los megaquirópteros, conocidos como zorros voladores, son murciélagos de gran tamaño, están presentes en las regiones tropicales de África, Asia y Oceanía, se alimentan exclusivamente de frutas, néctar y polen y carecen de ecolocalización (Pettigrew *et al.*, 1989). Los microquirópteros están ampliamente distribuidos y poseen diversas características específicas que les permiten desempeñar funciones importantes en el equilibrio ecológico, entre ellas la dispersión de semillas, polinización y el control de insectos (Pettigrew *et al.*, 1989). En México, existen 9 familias, 65 géneros y 144 especies de microquirópteros (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014). Un total de 89 especies han sido registradas en el estado de Veracruz (González-Christen y Delfín-Alonso, 2016).

Murciélagos hematófagos

Entre la gran diversidad de murciélagos, únicamente 3 especies son hematófagas. Pertenecen a la familia *Phyllostomidae*, subfamilia *Desmodontinae* y cada especie comprende un género distinto: *Desmodus*, *Diphylla* y *Diaemus*. Cada género incluye una sola especie: *Desmodus rotundus* (murciélago vampiro) (Greenhall y Schmidt, 1988), *Diphylla eucadata* (murciélago de patas peludas) y *Diaemus youngi* (murciélago vampiro de alas blancas) (Scheffer *et al.*, 2015). Los murciélagos vampiro son exclusivos del continente americano, siendo *D. rotundus* la especie más abundante, seguida por *D. eucadata* y *D. youngi* (Scheffer *et al.*, 2015).

Las 3 especies cuentan con adaptaciones que les permiten alimentarse de sangre de otros seres vivos. A través de sensores térmicos ubicados en su nariz tienen la capacidad de localizar las zonas del cuerpo con mayor irrigación sanguínea. Poseen caninos modificados para cortar la piel, incisivos largos y afilados para abrir una herida sin provocar dolor y anticoagulantes en su saliva que permiten fluir la sangre, llevándola a su boca con ayuda de una lengua estriada. Su estómago y riñones están altamente especializados para digerir rápidamente el plasma sanguíneo, excretándolo antes de que terminen de alimentarse con el fin de disminuir su peso corporal y permitir el vuelo (Altringham, 2011).

Los murciélagos hematófagos son distinguibles fenotípicamente, por ejemplo: *D. eucadata*, posee pelos largos en los miembros pelvianos, pulgares más cortos y sin almohadillas, y la presencia de un hueso calcáneo digitiforme mayor, característico por sus hábitos

arborícolas. Generalmente, *D. eucadata* cohabita con *D. rotundus* en grutas y minas, en colonias pequeñas que van de 3 a 12 individuos y colonias grandes con 50 a 70 individuos. Por otra parte, *D. youngi* es una especie ampliamente distribuida, pero localmente escasa. Se distingue fácilmente por la punta blanca de las alas y presenta una membrana entre el segundo y tercer dedo. El dedo pulgar es corto a comparación de *D. rotundus* y posee una callosidad única y ausencia del hueso calcáneo. Tiene glándulas bilaterales en las mejillas, las cuales secretan un olor fuerte (almizcle) con función posible de defensa ante depredadores. Estas glándulas también pueden estar involucradas en el reconocimiento entre individuos y la marcación de territorio (Scheffer *et al.*, 2015).

Desmodus rotundus

Esta especie pertenece a la familia *Phyllostomidae*, subfamilia *Desmodontidae*, género *Desmodus*, especie *rotundus*. Anteriormente, esta especie fue nombrada como *Desmodus rufus* por Wied en 1826 (Greenhall y Schmidt, 1988).

El murciélago vampiro es una especie de tamaño mediano de 9.0 cm. El color del pelo puede variar en diferentes tonos de café. El hocico es corto y cónico, nariz en forma de hoja, con aberturas nasales elípticas y alargadas. Las orejas son cortas y separadas. Esta especie no tiene cola. Es la única especie de quiróptero que tiene capacidad motora en el suelo, puede correr o saltar, ya que tiene un pulgar alargado con dos almohadillas que utiliza como suela (Greenhall y Schmidt, 1988).

D. rotundus tiene la habilidad de utilizar sus sentidos para localizar a su presa, tienen mejor audición de baja frecuencia que algunas otras especies de murciélagos, esta audición les permite detectar y localizar presas por el sonido que estas generan (Heffner *et al.*, 2013). Sin embargo, su sentido de ecolocación es más bajo que otras especies de murciélagos insectívoros (Rodríguez-San Pedro y Allendes, 2017). El uso del olfato les permite ubicar a su presa a una distancia mayor a su rango visual o de ecolocación (Bahlman y Kelt 2007). El murciélago vampiro es el único mamífero con un sistema sensorial infrarrojo localizado en la nariz que le permite seleccionar el lugar rico en capilares de su presa (Campbell *et al.*, 2002). Estudios sugieren que estos animales pueden detectar diferencias térmicas a una distancia de 16 cm (Kürten *et al.*, 1984).

Es una especie gregaria habita en lugares naturales como cuevas, moderadamente iluminadas, árboles huecos, cenotes o fisuras. En cuevas pueden estar con más de 2000 murciélagos, la mayoría de las colonias tienen entre 2 y 100 individuos (Greenhall y Schmidt, 1988). Forman grupos sociales de hembras estables que varían entre 8 a 12 adultos con descendencia, el lugar donde se encuentran está protegido por un macho dominante (Wilkinson, 1984). Generalmente cohabita con otras especies de murciélagos, entre ellos: *Micronycteris*, *Glossophaga*, *Carollia*, *Sturnira*, *Saccopteryx* y *Artibeus* (Greenhall *et al.*, 1983). *D. rotundus* ha sido la única especie que ha mostrado una especialización adaptativa a una vida social cooperativa (Carter y Lefter, 2015).

Los principales depredadores de esta especie son aves rapaces, particularmente Strigiformes (*Tyto furcata* y *Athene cunicularia*), incluso son devorados por otras especies de murciélagos, como el vampiro falso lanudo (*Chrotopterus auritus*) (Greenhall *et al.*, 1983).

Los hábitos alimenticios son nocturnos, generalmente salen de sus nichos durante el momento más oscuro de la noche, antes o después de la salida de la luna (Flores *et al.*, 1972). Los murciélagos vampiro son altamente susceptibles a sufrir de inanición debido a que son incapaces de mantener niveles adecuados de glucosa, por lo que necesita alimento todas las noches (Freitas *et al.*, 2003). Wilkinson en 1984 observó en colonias de *D. rotundus* el regurgitado de alimento entre hembras y sus crías, así como de manera altruista para individuos que no tuvieron éxito en su búsqueda de alimento (Wilkinson, 1984).

Las poblaciones de *D. rotundus* son generalmente más altas en áreas con ganado vacuno (Wray *et al.*, 2016) y porcino (Bobrowiec *et al.*, 2015) debido a que los animales domésticos son más fáciles de detectar. Además, se ha mostrado que su saliva tiene una alta eficacia anticoagulante en la sangre de estos mamíferos, esto facilita su fluidez y por ende su digestibilidad en comparación con la sangre de las aves (Bobrowiec *et al.*, 2015). La introducción de ganado doméstico ha permitido una rápida adaptación de poblaciones de *D. rotundus* a ambientes con influencia antrópica (Bobrowiec *et al.*, 2015). Sin embargo, la alimentación en el murciélago vampiro común puede variar de acuerdo a diferencias geográficas y temporales relacionadas con la disponibilidad de las presas (Wray *et al.*, 2016).

Es la especie más estudiada por ser la más ampliamente distribuida, desde el norte de México, América Central y en ambos lados de Sudamérica hasta el centro de Chile en el oeste de Uruguay en el este así como Margarita y Trinidad hasta el norte de Argentina y centro de Chile (Greenhall y Schmidt, 1988).

En México, la distribución potencial de *D. rotundus* cubre un área de 834,965 km² y ha sido registrado desde el centro de Sonora hasta las costas de la península de Yucatán (Zarza *et al.*, 2017) (Figura 1). Zarza y colaboradores (2017) mencionan que las zonas óptimas para el incremento de las poblaciones van desde San Luis Potosí y Veracruz hasta Chiapas (Zarza *et al.*, 2017).

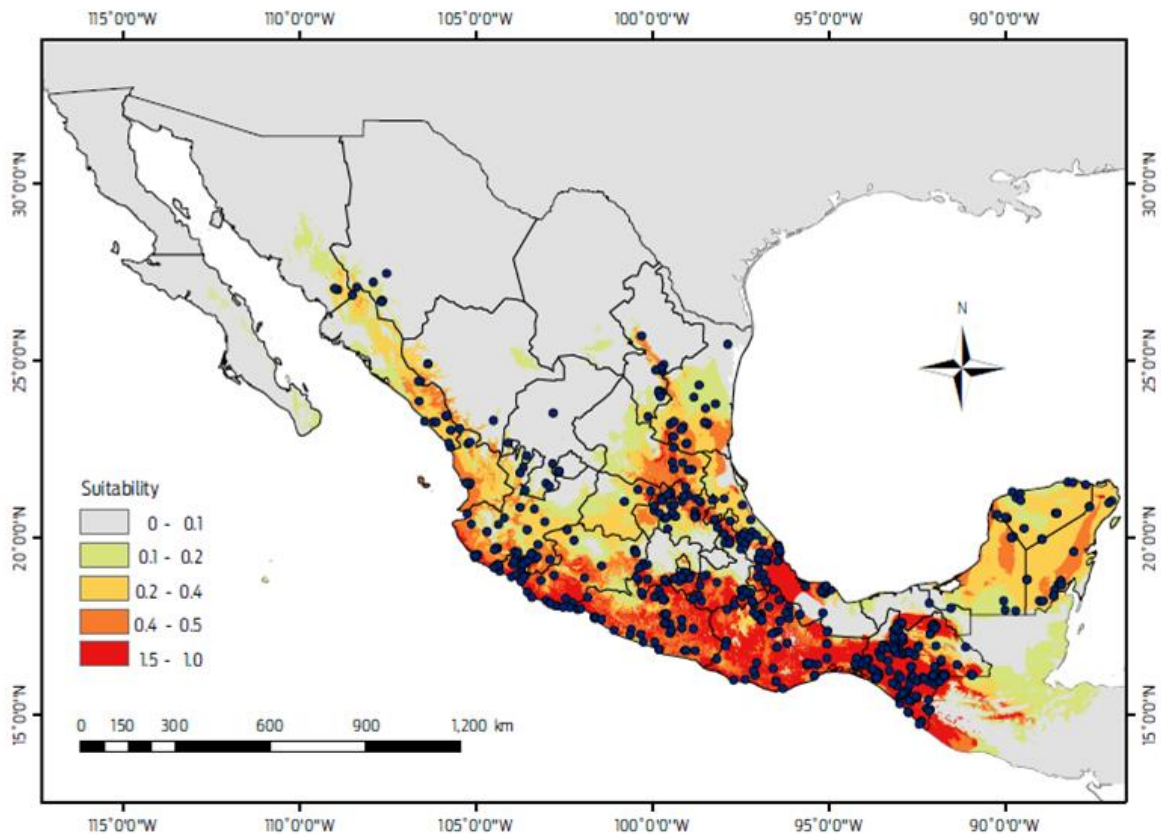


Figura 1. Distribución potencial de *Desmodus rotundus* en México. Los puntos muestran localidades de ocurrencia de *D. rotundus* desde 1980 hasta 2013. Fuente: Zarza *et al.* (2017).

El murciélago vampiro está presente en ambientes tropicales y subtropicales con temperaturas cálidas que fluctúan entre los 20 °C y 27 °C, aunque puede tolerar temperaturas de 35 °C hasta 37 °C. Respecto a la humedad relativa, el rango óptimo en sus refugios oscila

entre el 70% y el 100% de humedad. Esta especie no suele rebasar los 2300 m s.n.m. Se piensa que los cambios climáticos derivados de actividades antropogénicas, tales como la pérdida de vegetación nativa, el incremento de actividades agrícolas y pecuarias incrementan las condiciones óptimas para la proliferación de la especie (Zarza *et al.*, 2017).

Enteroparásitos en *Desmodus rotundus*

Como se ha mencionado anteriormente, los quirópteros juegan un papel importante en los diferentes ecosistemas. Todos los murciélagos, incluido *D. rotundus*, han coevolucionado y coexistido con una variedad de parásitos, y desempeñan un papel clave en la transmisión y biodiversidad de agentes parasitarios (Morand *et al.*, 2006).

Los parásitos son definidos como organismos que viven a expensas de otro animal o planta de distinta especie, a la cual provocan un daño. El organismo afectado por el parásito es llamado hospedero (Lapage, 1981). Un parásito adquiere una dependencia nutricional de su hospedero en al menos una de sus etapas de su ciclo de vida (Jacobs *et al.*, 2016). También los parásitos tienen un alto grado de adaptación especializada (Goater *et al.*, 2014). Entre ellas una fijación rápida que a menudo sirve para que los enteroparásitos se fijen a sitios específicos en sus hospederos (Goater *et al.*, 2014), ya que los hospederos no son un nicho ecológico pasivo (Jacobs *et al.*, 2016).

Los macroparásitos (nematodos y ectoparásitos) generan una respuesta inmune baja a moderada y la patología que causan a su hospedero está relacionada con la cantidad de parásitos presentes (Goater *et al.*, 2014). Los helmintos generalmente son extracelulares, y

no se multiplican en el hospedero, como consecuencia es difícil establecer una respuesta inmunológica efectiva, esto sucede particularmente en enteroparásitos que se encuentran en la luz del tracto intestinal y no están en contacto directo con algún tejido corporal. La respuesta inmune ante helmintos generalmente es multifacética y a largo plazo. La expulsión de los nematodos intestinales se lleva a cabo cuando aumenta la permeabilidad de anticuerpos y las células caliciformes secretar un exceso moco (Jacobs *et al.*, 2016).

Las interacciones entre parásitos y hospederos han perdurado en el tiempo, donde el hospedero puede llegar a desarrollar cierta tolerancia (Casadevall y Pirofski, 2000). En un ecosistema estable una especie parasitaria adaptada sobrevive en el hospedero el tiempo suficiente para replicarse sin provocar más que un daño tolerante en la población. La enfermedad generalmente indica una alteración del equilibrio ecológico que pueden ser causados por factores naturales o debido a la intervención humana (Jacobs *et al.*, 2016).

Los murciélagos hematófagos se exponen a enteroparásitos por vía oral. Los helmintos infectan el tracto gastrointestinal. Generalmente son hospederos definitivos. Sin embargo, algunas veces son hospederos intermediarios e inclusive pueden ser hospederos paraténicos, estado en el cual una larva de helminto puede sobrevivir sin llegar al término de su desarrollo (Santos y Gibson, 2015).

Los nematodos son de los grupos más abundantes y diversos de animales pluricelulares de la tierra (Lapage, 1981). Son típicamente gusanos cilíndricos filiformes, exhiben dimorfismo sexual, su longitud varía de 1 mm a 1 metro de longitud, son simétricos bilateralmente y poseen varias capas cuticulares, la capas se unen antes de alcanzar la

madurez sexual (Goater *et al.*, 2104). Los nematodos están estrechamente relacionados y sus ciclos de vida, epidemiología y patogénesis son similares (Jacobs *et al.*, 2016).

Los nematodos de la súper familia Trichostrongyloidea, pertenecen al orden Strongylida. Generalmente se alojan en tracto gastrointestinal, son gusanos pequeños, la vía de entrada más común es la ingestión de la larva 3 (L3). El ciclo biológico casi siempre es directo, depositando la hembra sus huevos que salen al ambiente a través de las heces del hospedero, con las condiciones ambientales el huevo eclosiona a larva 1 (L1), esta larva y la larva 2 (L2) se encuentran en vida libre. La L3 es la infectante, una vez ingerida, estímulos como la tensión de CO₂, el ácido clorhídrico y/o pepsina y el pH bajo, provocan que la larva se libere. Generalmente la L3 y larva 4 (L4) se desarrollan dentro del lumen gástrico o criptas intestinales, dónde llegan a la fase adulta y emergen de la mucosa (Anderson, 2000). En esta súper familia ocurre un fenómeno llamado hipobiosis o desarrollo detenido en el que la L3 permanece en la mucosa durante periodos prolongados (Goater *et al.*, 2014).

Los capiláridos pertenecen al orden Tricocephalida. Poseen una estructura característica en el esófago conocida como esticosoma, compuesta de células glandulares llamadas esticocitos. Los huevos tienen estructuras polares similares a tapones (Anderson, 2000). Ambos sexos tienen una gónada, algunos machos tienen solo una espícula, o incluso podría estar ausente (Jacobs *et al.*, 2016). La mayoría de las especies pertenecientes al género *Capillaria* son difíciles de identificar, se transmiten directamente por la ingestión de huevos, se encuentran en varias partes del intestino, vías urinarias y órganos como en bazo e

hígado (Goater *et al.*, 2014). Los capiláridos se encuentran generalmente adheridos al epitelio (Anderson, 2000).

Tres especies de helmintos enteroparásitos han sido identificados en *D. rotundus*: *Biacantha desmoda* (Wolfgang, 1954), *Capillaria* sp. (Rojas y Guerrero, 2007) y *Biacantha normaliae* (Oviedo *et al.*, 2012).

La especie *B. desmoda* (Trichostrongyloidea, Molineidae) se ha identificado en murciélagos vampiro de la isla Trinidad (Wolfgang, 1954), Costa Rica (Ubelaker *et al.*, 1979), Venezuela (Guerrero, 1985) y Ecuador (Vaucher y Durette-Desset, 1986). En México, *B. desmoda* se ha identificado en poblaciones de murciélagos vampiro de los siguientes estados: Nayarit, Veracruz y Zacatecas (Wolfgang, 1956), Colima (García-Márquez, 1985), Jalisco (García-Vargas *et al.*, 1996) y Morelos (Peralta, 2012; Caspeta-Mandujano *et al.*, 2017). La especie *B. normaliae* (Trichostrongyloidea, Molineidae), fue identificada en murciélagos vampiro de Argentina (Oviedo *et al.*, 2012). El nematodo *B. desmoda* es el de mayor prevalencia en *D. rotundus* (Jiménez *et al.*, 2017).

Hasta el momento, una sólo especie de *Capillaria* sp. (Enopila, Trichuridae) ha sido identificada en los murciélagos vampiro. Se ha registrado en Costa Rica (Rojas y Guerrero, 2007) y México. Aquí, en murciélagos vampiro del estado de Morelos (Peralta, 2012; Caspeta-Mandujano *et al.*, 2017).

La frecuencia de coccidias del género *Eimeria* es baja en los quirópteros (Scott y Duszynski, 1997). En un estudio parasitológico en murciélagos de Bolivia, se identificaron 2 nuevas especies de *Eimeria* en tres individuos (4.2%). La especie *Eimeria magnirostrumi*, en un

murciélago acampador pálido (*Uroderma magnirostrum*), *Eimeria nigricana*, en dos ejemplares de murciélago negro (*Myotis nigricans*). Es importante resaltar que no se han registrado coccidias en *D. rotundus* (Scott *et al.*, 1999).

III. JUSTIFICACIÓN

Este estudio se realizó con base en la necesidad de conocer los enteroparásitos que infectan al murciélago vampiro (*Desmodus rotundus*) del estado de Veracruz.

IV. HIPÓTESIS

Con base en que únicamente se han identificado los helmintos *Biacantha desmoda*, *Biacantha normaliae* y *Capillaria* sp., parasitando al murciélago vampiro (*Desmodus rotundus*), así como en la distribución geográfica de estos enteroparásitos, es posible que *B. desmoda* y *Capillaria* sp. sean identificados en murciélagos vampiro del estado de Veracruz.

V. OBJETIVOS

Objetivo general

Realizar un estudio enteroparasitológico en poblaciones de *Desmodus rotundus* del estado de Veracruz.

Objetivo particular

Identificar los enteroparásitos presentes en poblaciones de *Desmodus rotundus* en municipios del estado de Veracruz.

VI. MATERIAL

MATERIAL BIOLÓGICO

A partir de una colección de heces e intestinos de *Desmodus rotundus*, se realizó la identificación de enteroparásitos.

MATERIAL DE LABORATORIO PARA PROCESAMIENTO DE MUESTRAS

Cubre boca

Guantes

Estuche de disección

Microscopio óptico

Microscopio estereoscópico

Micropipeta

Puntas de 200 y 1000 µl

Portaobjetos

Microtubos Eppendorf® de 1.5 ml

Dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) al 2%

Alcohol

Formol al 10%

Cajas de Petri

VII. MÉTODO

Población de estudio

Se incluyeron muestras de heces e intestinos de poblaciones de *Desmodus rotundus* cercanas a ranchos de bovinos ubicados en los municipios Cuitláhuac, Emiliano Zapata y Zentla del estado de Veracruz, Estados Unidos Mexicanos. Los ranchos fueron: Rancho El Potrerillo, en el municipio de Zentla, ubicado en el paralelo 19° 06' 36.61" de latitud norte y en el meridiano 96° 51' 05.39" de longitud oeste. Rancho Viveros Montero, en el municipio de Emiliano Zapata, ubicado en el paralelo 19° 23' 10.3" de latitud norte, y el meridiano 96° 35' 58.6" de longitud oeste. Rancho Cerro Alto, en el municipio de Cuitláhuac, ubicado en el paralelo 18° 44' 25.3" de latitud norte y en el meridiano 96° 30' 42.7" de longitud oeste (Figura 2).

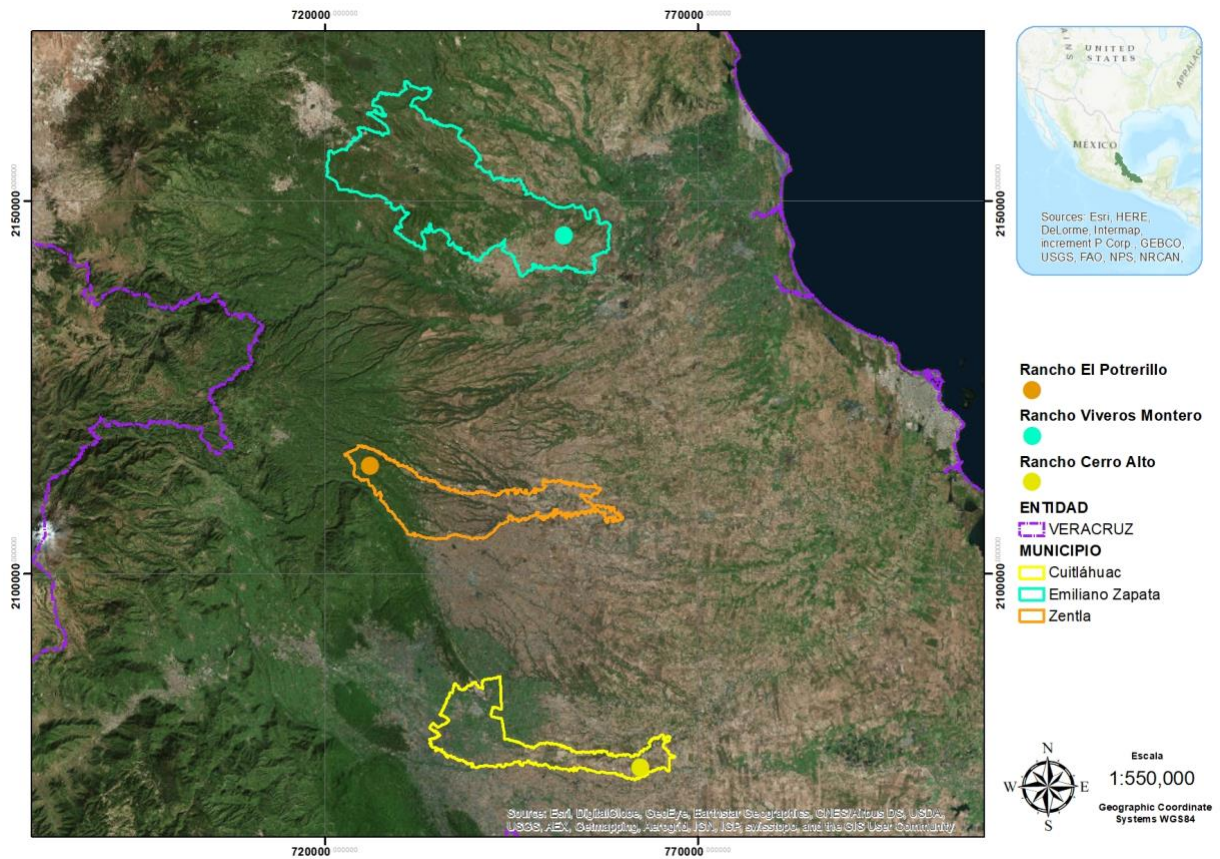


Figura 2. Ubicación geográfica de los ranchos en los que se llevó a cabo la captura de *Desmodus rotundus* en el estado de Veracruz.
Fuente: Mapa propio de la tesis. Autores: Rivera-Pliego LA y Fernández-Trigos D, 2018. Mapa elaborado con el programa Arc GIS-10.3.

Captura de individuos y colecta de la muestra

Se llevó a cabo un muestreo de conveniencia, método de muestreo no probabilístico (Thrusfield y Christley, 2018). Las heces e intestinos fueron obtenidos por la Dra. en C. María Luisa Méndez Ojeda, la cual forma parte del personal capacitado para el control de poblaciones de vampiros en el estado de Veracruz, como parte de las actividades de la Campaña Nacional para la prevención y control de la rabia en bovinos y especies ganaderas, NOM-067-ZOO-2007 (DOF, 2011). Las capturas de los murciélagos, se realizaron durante 2016 y 2017, en los

municipios Emiliano Zapata, Cuitláhuac y Zentla, en el estado de Veracruz.

Las heces fueron colocadas de manera individual en microtubos y los intestinos se colocaron en tubos con formol al 10% (Oviedo *et al.*, 2012). Con fines de trazabilidad, las muestras fueron identificadas con un código individual.

Estudio parasitológico

Las muestras fueron procesadas en Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal (CIESA), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM).

Estudio coproparasitoscópico. A cada microtubo con muestra de heces, se adicionó 500 µl de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) al 2% (Duszynski y Wilber, 1997). Toda la muestra fue observada al microscopio. Las muestras fueron colocadas en un portaobjetos y se cubrió con un cubreobjetos. La muestra fue observada al microscopio óptico con los objetivos 4x, 10x y 40x. La muestra en el portaobjetos fue observada en su totalidad (Charles, 1998). Los huevos encontrados en las muestras fueron fotografiados para posterior identificación, empleando guías parasitológicas.

Disección de intestinos. Los intestinos se colocaron en una caja de Petri con alcohol al 70% (Oviedo *et al.*, 2012). Fueron disecados con la ayuda de un microscopio estereoscópico (Rojas y Guerrero, 2007). Cada parásito fue separado del epitelio intestinal y colectado con la ayuda de una micropipeta. Los parásitos fueron colocados en un

microtubo con 1000 µl de alcohol al 70% para su conservación (Charles, 1998).

Identificación de enteroparásitos. Los enteroparásitos se colocaron en un portaobjetos para observación y medición con ayuda de un microscopio óptico. Se observaron las características morfológicas de los enteroparásitos y se obtuvieron las morfométricas. Las mediciones obtenidas se compararon con las reportadas por Wolfgang (1954), Oviedo *et al.* (2012) y Caspeta-Mandujano *et al.* (2017).

Análisis de resultados. Una vez establecida la proporción de individuos parasitados (sexo) (Jaramillo y Martínez, 2010), se realizó una prueba de X^2 para establecer la dependencia de esta variable (Zar, 1998; Ramasindrazana *et al.*, 2016).

VIII. LÍMITE DE ESPACIO

La colecta de las muestras se realizó en ranchos de 3 municipios del estado de Veracruz.

El estudio parasitológico se realizó en el CIESA, FMVZ, UAEM, ubicado en el Campus San Cayetano, carretera Toluca-Atlacomulco kilómetro 15.5, C. P. 50200, Toluca, Estado de México.

IX. LÍMITE DE TIEMPO

El presente trabajo se llevó de enero de 2016 a diciembre de 2018.

ACTIVIDAD	FECHA
Muestreo	Enero 2016 a mayo 2017
Investigación documental (bibliográfica y hemerográfica)	Enero 2016 a diciembre 2018
Redacción de protocolo	Mayo a agosto 2018
Análisis de resultados	Mayo a noviembre 2018
Redacción de tesis	Septiembre a diciembre 2018

X. RESULTADOS

Un total de 66 muestras de heces e intestinos de *D. rotundus* fueron incluidas en el estudio coproparasitológico. A partir de las muestras de heces, en 8 se observaron huevos grandes de nematodo (120 a 142 μm de largo \times 70 a 95 μm de ancho). Asimismo, en 2 de las 8 muestras se observaron huevos de capilárido.

Con base en las características de los 2 huevos de capilárido identificados en este estudio y con base en la descripción de Rojas y Guerrero (2007), los huevos se identificaron como *Capillaria* sp. No se encontró la forma adulta de esta *Capillaria* sp., durante la disección de los intestinos.

De las 66 muestras de intestinos examinadas, en 20 se observaron y obtuvieron helmintos nematodos. Se registró el sexo y estadio reproductivo, se midieron y fotografiaron. Los nemátodos, de cuerpo filiforme delgado, midieron 3200 a 4800 μm de largo y 180 μm de ancho en promedio. Se observaron los ganchos cefálicos y la cutícula marcada con líneas longitudinales y estriaciones finas transversas. Con base en las características de las especies de *Biacantha* descritas a partir de *D. rotundus*, los nematodos observados en las 20 muestras fueron identificados como *Biacantha* sp. y se descarta que sean *B. silvai*.

El análisis estadístico de χ^2 no mostró una asociación significativa entre el sexo de los individuos y la presencia de enteroparásitos.

Con base en la procedencia de las muestras incluidas en el estudio, el mayor número de estas (55 de 66) fueron colectadas en el municipio Emiliano Zapata, estado de Veracruz. Por municipio, las

proporciones de los individuos parasitados fueron: 14.3%, 25% y 32.7% para Zentla, Cuitlahuac y Emiliano Zapata, respectivamente. Del total de muestras incluidas en el estudio, se encontró que el 30.3% de los *D. rotundus* fueron positivos a la presencia de enteroparásitos. En dos muestras de *D. rotundus* se observó tanto *Biacantha* sp., como *Capillaria* sp.

XI. DISCUSIÓN

Las características morfométricas de los nematodos encontrados en los intestinos de los murciélagos vampiro incluidos en el estudio, permitieron la identificación al nivel de género. A partir de las medidas realizadas, fue posible descartar de la identificación a *B. silvai* (Barus y del Valle, 1967), pero no a *B. desmoda* (Wolfgang, 1954; Caspeta *et al.*, 2017) y *B. normaliae* (Oviedo *et al.*, 2012). Las medidas obtenidas en los nematodos de este estudio, fueron menores a las informadas por otros autores. Sin embargo, es necesario considerar la reducción de tamaño de aproximadamente 25%, debida a la conservación en formaldehído. Aunque no es contundente el estudio de Lancaster y Timms (1989), observan una reducción del 21.2% a 25.5% en el largo de los nematodos. Las mediciones de Wolfgang (1954), Barus y del Valle (1967) y Caspeta *et al.* (2017), a partir de nematodos en fresco.

En el presente estudio se identificaron 2 géneros de helmintos nematodos parasitando el intestino de murciélagos vampiro (*D. rotundus*) del estado de Veracruz: *Biacantha* sp. y *Capillaria* sp. En 1954, Wolfgang identificó y describió por primera ocasión un helminto nematodo en murciélagos vampiro de la isla caribeña de Trinidad, al cual nombró *Biacantha desmoda*. Encontró *B. desmoda* en 4 de 31 (12.9%) individuos estudiados. Posteriormente, Wolfgang en 1956 identificó *B. desmoda* en 5 de 15 individuos capturados en tres localidades de México: Jalpa, Zacatecas y San Blas (Wolfgang, 1956). En ese trabajo, Wolfgang (1956) no establece el número de individuos procedentes de cada entidad. Con base en sus resultados, es posible establecer una proporción de 33.3% de individuos parasitados con *B. desmoda*. De manera particular, García-Vargas *et al.* (1996) identificaron *B. desmoda* en 5 de 10 (50%) individuos estudiados. En el

presente estudio, 20 de 66 individuos examinados resultaron parasitados con el género de este nematodo, lo cual representa una proporción de 30.3%.

En el presente estudio, se observaron huevos de capilárido en 2 muestras observadas en el estudio coproparasitológico. Sin embargo, a la disección de los intestinos, no se encontraron las formas adultas. Es posible que sólo se encontrara una forma adulta la cual fue destruida durante el proceso de la muestra. De forma similar, Rojas y Guerrero, observaron huevos de capilarido en las muestras fecales previo a la disección de los intestinos y tampoco encontraron la forma adulta. Con base en la morfología de los huevos, identificaron al nematodo como *Capillaria* sp. (Rojas y Guerrero, 2007). Peralta (2012) y Caspeta *et al.* (2017) revisaron los helmintos que parasitan a los murciélagos en México e informaron el tamaño de los huevos de *Capillaria* sp.: 50-56 μm de largo por 30-31 μm de ancho. En el presente estudio, los huevos de capilárido encontrados en 2 muestras midieron 58-62 de largo \times 33 μm de ancho. Con base en lo anterior, se puede establecer que los huevos observados pueden ser identificados como *Capillaria* sp.

Son escasos los reportes de *Capillaria* sp. en *D. rotundus*. Rojas y Gutierrez (2007) publicaron la presencia de huevos pertenecientes a una especie de *Capillaria* en 2 de 17 murciélagos vampiro en Costa Rica con una frecuencia de 11.7% (Rojas y Guerrero, 2007). En México, hay registro de un adulto capilárido en un organismo de *D. rotundus* en el estado de Morelos (Peralta, 2012). En este estudio, se observaron huevos de *Capillaria* sp. en 2 individuos, representando una frecuencia del 3%. Se sabe que los murciélagos insectívoros son hospederos frecuentes de capiláridos (Clake-Crespo *et al.*, 2017; Jiménez *et al.*, 2017). En el presente estudio, la presencia de huevos de capilárido en

las heces, sin observar la forma adulta, puede ser considerado también pseudoparasitismo (parasitismo espurio) (Duszynski, 2002).

A nivel mundial, los estudios prevíos realizados en el murciélago vampiro para la identificación de enteroparásitos, un máximo de 52 individuos de *D. rotundus* habían sido incluidos. El presente trabajo incluyó el mayor número de muestras (66) procedentes de *Desmodus rotundus*, reportadas hasta el momento. Los estudios parasitológicos en los murciélagos vampiros son una excelente herramienta para determinar la proporción de organismos infectados en una población y con ello poder inferir el estado de salud.

XII. CONCLUSIONES

1. El presente estudio enteroparasitológico incluye el mayor número de muestras de *Desmodus rotundus* reportadas a nivel mundial. De las 66 muestras de *D. rotundus* incluidas en el estudio, 20 de ellas fueron positivas a la presencia de enteroparásitos (30.30%).
2. Con base en las características morfométricas de nematodos adultos y huevos, los helmintos encontrados en los intestinos de los murciélagos vampiro del estado de Veracruz, fueron *Biacantha* sp. y *Capillaria* sp.

XIII. SUGERENCIA

Determinar la especie de los nematodos adultos de *Biacantha* sp., a partir de las siguientes características morfológicas: crestas del synlophe, poro excretor, vulva y vagina en las hembras, bursa de los machos (observar el rayo 2, 3 y 5), presencia de las papilas 3-6, gobernáculo (presencia o ausencia) (comunicación personal con la Dra. Mirna Cecilia Oviedo¹).

¹ Dra. en Ciencias Biológicas Mirna Cecilia Oviedo, Universidad Técnica de Manabí, profesora.

XIV. LITERATURA CITADA

- Altringham JD. (2011): Bats from evolution and conservation. 2a ed. Oxford University Press, New York.
- Anderson RC. (2000): Nematode parasites of vertebrates. Their development and transmission. 2a ed. CABI Publishing, UK.
- Bahlman JWm y Kelt DA. (2007): Use of Olfaction during prey location by the common Vampire bat (*Desmodus rotundus*). Biotropica, 39:147-149.
- Barus V y del Valle MT. (1967): Systematic survey of nematodos parasitising bats (Chiroptera) in Cuba. Folia Parasitologica, 14:121-140.
- Bobrowiec PED, Lemes MR, Gribel R. (2015): Prey preference of the common vampire bat (*Desmodus rotundus*, Chiroptera) using molecular analysis. Journal of Mammalogy, 96:54-63.
- Campbell AL, Naik RR, Sowards L y Stone MO. (2002): Biological infrared imaging and sensing. Micron 33:211-255.
- Carter G y Leffer L. (2015): Social Grooming in Bats: Are vampire bats exceptional? PLoS ONE, 10.
- Casadevall A y Pirofski L. (2000): Host-pathogen interactions: basic concepts of microbial commensalism, colonization, infection and disease. Infection and Immunity, 68:6511-6518.
- Caspeta-Mandujano JM, Peralta-Rodríguez JL, Ramírez-Chávez SB, Ramírez-Díaz SE, Tapia-Osorio M, Juárez UMG, Guerrero EJA, Galindo GMG, Martínez RG, Ojeda MCP y Juárez GV. (2017): Helmintos parásitos de murciélagos en México. 1ª ed. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México.
- Charles M. (1998): Common laboratory procedures for diagnosing parasitism. En Diagnostic Veterinary Parasitology. Mosby Ed. Mosby Ing. pp. 239-249.
- Clarke-Crespo E, de León GP, Montiel-Ortega S, Rubio-Godoy M. (2017): Helminth Fauna Associated with Three Neotropical Bat Species (Chiroptera: Mormoopidae) in Veracruz, México. Journal of Parasitology, 103:338-342.

- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2011): NORMA Oficial Mexicana NOM-067-ZOO-2007, Campaña nacional para la prevención y control de la rabia en bovinos y especies ganaderas. México. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5190251&fecha=20/05/2011 (6 de agosto 2017).
- Duszynski DW y Wilber P. (1997): A guideline for the preparation of species descriptions in the Eimeriidae. *Journal of Parasitology*, 83:333-336.
- Duszynski DW. (2002): Coccidia (Apicomplexa: Eimeriidae) of the mammalian order Chiroptera. *Special Publications of the Museum of Southwestern Biology*, 5:1-45.
- Flores CR, Linhart SB, Burns RJ y Mitchell GC. (1972): Foraging behavior of the common vampire bat related to moonlight. *Journal of Mammalogy*, 53:366-368.
- Freitas MB, Welker AF, Milan SF y Pinheiro EC. (2003): Metabolic responses induced by fasting in the common vampire bat *Desmodus rotundus*. *Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology*, 173:703-707.
- García-Márquez LJ. (1985): Patología de 50 murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) procedentes del estado de Colima, México. Tesis de licenciatura Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- García-Vargas F, Osorio SD y Pérez-Ponce de León G. (1996): Helminth parasites of bats (Mormoopidae and Phyllostomidae) from the Estación de Biología Chamela, Jalisco state, México. *Bat Research News*, 37:7-8.
- Goater TM, Goater CP, Esch GW. (2014): Parasitism: The diversity and ecology of animal parasites. 2ª Ed. UK.
- González-Christen A y Delfín-Alfonso CA. (2016): Los mamíferos terrestres de Veracruz, México y su protección, en: Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal. Editado por Briones-Salas MY, Hortelano-Moncada G, Magaña-Cota G, Sánchez-Rojas JE, Sosa-Escalante Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación

- Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato, Ciudad de México, México.
- Greenhall AM y Schmidt U. (1988): Natural history of vampire bats. CRC Press, Florida: Boca Raton.
- Greenhall AM, Joermann G y Schmidt U. (1983): *Desmodus rotundus*. Mammalian species. The American Society of Mammalogists, 202:1-6.
- Guerrero R. (1985): Parasitología. En: El estudio de los mamíferos en Venezuela. Evaluación y Perspectivas. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Venezuela.
- Han HJ, Wen HL, Zhou CM, Chen FF, Luo LM, Liu JW y Yu XJ. (2015): Bats as reservoirs of severe emerging infectious diseases. Virus Research, 205:1-6.
- Heffner RS, Koray G y Heffner HE. (2013): Hearing in American leaf-nosed bats. IV: The Common vampire bat, *Desmodus rotundus*. Hearing Research, 296:42-50.
- Jacobs D, Fox M, Gibbons L y Hermsilla C. (2016): Principles of Veterinary Parasitology. Wiley BlackWell. UK.
- Jaramillo JC y Martínez JJ. (2010): Epidemiología Veterinaria. Manual Moderno, México.
- Jiménez FA, Caspeta-Mandujano JM, Ramírez-Chávez SB, Ramírez-Díaz SE, Juárez-Urbina MG, Peralta-Rodríguez JL y Guerrero JA. (2017): Checklist of helminths of bats from Mexico and Central America. MANTER: Journal of Parasite Biodiversity, 8.
- Kürten L, Schmidt U y Schäfer K. (1984): Warm and cold receptors in the nose of the vampire bat *Desmodus rotundus*. Naturwissenschaften, 71:327-328.
- Lancaster MB y Timms B. (1989). A comparison between formol saline and Mirsky's fluid as fixatives for nematodes. Systematic Parasitology, 13:135-139.
- Lapage G. (1981): Capítulo 1. Parasitismo: tipos de parásitos en los animales domésticos y relación huésped-parasito. En Parasitología Veterinaria. Editorial Continental.

- Morand S, Krasnov BR y Poulin R. (2006): *Micromammals and Macroparasites. From evolutionary ecology to management.* Springer-Verlag, Tokyo, Japan.
- Oviedo M, Ramallo G, Claps L y Miotti D. (2012): A new species of *Biacantha* (*Nematoda: Molineidae*), a parasite of common vampire bat from the Yungas, Argentina. *Journal of Parasitology*, 98:1209-1215.
- Peralta JL. (2012): *Helmintos parásitos de los murciélagos más abundantes del estado de Morelos. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.*
- Pettigrew JD, Jamieson BGM, Robson SK, Hall SL, McNally KI y Cooper HM. (1989): Phylogenetic relations between microbats, megabats and primates (Mammalia: Chiroptera and Primates). *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 325:489-559.
- Ramasindrazana B, Dellagi K, Lagadec E, Randrianarivojosia M, Goodman SM y Tortosa P. (2016): Diversity, host specialization, and geographic structure of filarial nematodes infecting Malagasy bats. *PLoS ONE*, 11:1-18.
- Rodríguez-San Pedro A y Allendes JL. (2017): Echolocation calls of free-flying common vampire bats *Desmodus rotundus* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Chile. *Bioacoustics*, 26:153-160.
- Rojas A y Guerrero R. (2007): *Capillaria* sp., isolated from *Desmodus rotundus* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Costa Rica. *Mastozoología Neotropical*, 14:101-102.
- Sánchez-Cordero V, Botello F, Flores-Martínez JJ, Gómez.Rodríguez RA, Guevara L, Gutiérrez-Granados G y Rodríguez-Moreno A. (2014): Biodiversidad de Chordata (Mammalia) in México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85:496-504.
- Santos C y Gibson D. (2015): Checklist of the helminth parasites of South American bats. *Zootaxa*, 3:471-499.
- Scheffer KC, de Barros RF, Iamamoto K, Mori E, Asano KM, Achkar SM, Estevez Garcia AI, Lima JY de O y Fahl W de O. (2015): *Diphylloca ecaudata* y *Diaemus youngi*, biología y comportamiento. *Acta Zoológica Mexicana*, 31:436-455.

- Scott DT y Duszynski DW. (1997): *Eimeria* from bats of the world: Two new species from *Myotis* spp. (Chiroptera: Vespertilionidae). *Journal of Parasitology*, 83:495-501.
- Scott DT, Duszynski DW y Zhao X. (1999): *Eimeria* from bats of Bolivia: two new species from vespertilionid bats. *Journal of Parasitology*, 85:504-507.
- SENASICA. (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). (2016): Situación actual de la rabia en bovinos y especies ganaderas. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/situacion-actual-de-la-rabia-en-bovinos-y-especies-ganaderas> (6 de agosto 2017).
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2015): Tabla de población ganadera, bovinos de carne y leche, población ganadera 2006-20015. México. <https://www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera> (6 de agosto 2017).
- Thrusfield M y Christley R. (2018): *Veterinary Epidemiology*. 4ª ed., Wiley Blackwell, Reino Unido.
- Ubelaker JE, Specian RD y Duszynski DW. (1979): "Endoparasites" Faculty Publications from the Harold W. Manter Laboratory of Parasitology. <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1687&context=parasitologyfacpubs> (20 de junio de 2016).
- Vaucher C y Durette-Desset MC. (1986): Trichostrongyloidea (Nematoda) parasites de chiroptères néotropicaux. 1. *Websternema parnelli* (Webster, 1971) n. gen. n. comb and *Linustrongylus pteronoti* n. gen. n. sp., parasites de *Pteronotus* au Nicaragua. *Revue Suisse de Zoologie*, 93:237-246.
- Wilkinson GS. (1984): Reciprocal food sharing in the vampire bats. *Nature*, 308:181-184.
- Wolfgang RW. (1954): Studies on the endoparasitic fauna of Trinidad mammals. X. Parasites of chiroptera. *Canadian Journal of Zoology*, 32:21-24.
- Wolfgang RW. (1956): An additional note on the distribution of *Biacantha desmoda*. *Canadian Journal of Zoology*, 34:209.

Wray AK, Olival KJ, Morán D, Lopez MR, Alvarez D, Navarrete-Macias I, Liang E, Simmons NB, Lipkin WI, Daszak P y Anthony SJ. (2016): Viral diversity, prey preference, and *Bartonella* prevalence in *Desmodus rotundus* in Guatemala. *EcoHealth*, 12:761-774.

Zar JH. (1998): *Biostatistical analysis*. 4^a ed., Pearson, United States of America.

Zarza H, Martínez-Meyer E, Suzán G y Ceballos G. (2017): Geographic distribution of *Desmodus rotundus* in Mexico under current and future climate change scenarios: Implications for bovine paralytic rabies infection. *Veterinaria México OA.*, 4:1-16.