

Aproximación didáctica al estudio de los flebotomos y su control bajo el enfoque de “Una sola Salud”

Didactic approach to the study of sand flies and their control under One Health focus

Rosa Gálvez Esteban¹, Miguel Ángel Gómez Molinero¹, Marcos López De Felipe Escudero¹

⁽¹⁾ Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Formación de Profesorado y Educación. Universidad Autónoma de Madrid. Correspondencia: rosa.galvez@uam.es

Recibido: 04/05/2020 Revisado: 13/05/2020 Aceptado: 14/05/2020 Publicado: 29/05/2020

Resumen

Los flebotomos son los insectos transmisores del protozoo parásito que causa la leishmaniosis. Este artículo de revisión tiene como objetivo el poder resolver, desde una aproximación didáctica, las principales preguntas que pueden surgir cuando abordamos el estudio de estos vectores y sus implicaciones en salud pública y animal. En primer lugar, profundizaremos en el conocimiento de la biología de los flebotomos. En segundo lugar, en el apartado de zoonosis, resaltaremos su relevancia en la transmisión de *Leishmania* spp. y de otros patógenos. Por último, describiremos los métodos de prevención y control disponibles actualmente frente a la infección causada por *Leishmania* spp bajo el enfoque de “Una sola salud”.

Palabras clave

Flebotomos, *Phlebotomus*, *Leishmania infantum*, insectos vectores, zoonosis.

Abstract

Sand flies are the primary vectors of the protozoan parasite that cause leishmaniosis. This review aims to solve the main questions that may arise when we approach the study of these vectors, from a didactic approach, and their implications in public and animal health. First, we will focus on the biology of sandflies. Secondly, in the zoonosis section, we highlight its relevance in the transmission of *Leishmania* spp. and other pathogens. Finally, we will describe the prevention and control methods currently available against the infection caused by *Leishmania* spp under “One Health” focus.

Key words

Sand flies, *Phlebotomus*, *Leishmania infantum*, insect vectors, zoonosis.

Introducción

A nivel global, la leishmaniosis es la tercera enfermedad parasitaria que más muertes causa al año ⁽¹⁾. En España, la leishmaniosis está causada por el protozoo *Leishmania infantum*, capaz de causar en humanos cuadros de la enfermedad tanto cutáneos como viscerales. Esta enfer-

medad endémica, tradicionalmente ha presentado bajas tasas de prevalencia humana y se ha caracterizado por representar una amenaza principalmente para niños y adultos inmunodeprimidos ⁽²⁾, aunque no exclusivamente, ya que ha habido casos de pacientes adultos inmunocompetentes, como ocurrió por ejemplo en el brote de

Cómo citar este artículo: Gálvez Esteban R, Gómez Molinero MA, López De Felipe M. Aproximación didáctica al estudio de los flebotomos y su control bajo el enfoque de “Una sola Salud”. REMASP. 2020; 4(8): 1-12. <https://doi.org/10.36300/remasp.2020.072>



leishmaniosis humana a finales del año 2009 en la zona suroeste de la Comunidad de Madrid ⁽³⁾. En cambio, la prevalencia en la población canina que presenta infección por *L. infantum* en España es elevada, con un 10% de media ⁽⁴⁾. De tal manera que generalmente asociamos esta enfermedad con una parasitosis veterinaria; normalmente con un pronóstico grave si no reciben tratamiento ⁽⁵⁾.

El brote de leishmaniosis humana en la Comunidad de Madrid, el mayor de Europa ⁽³⁾, nos advierte de su potencial como enfermedad emergente. En consecuencia, el conocimiento del parásito y del vector resulta esencial para la correcta prevención y control de esta problemática de salud pública que debe ampararse bajo el concepto de “Una sola salud”, donde la salud humana está altamente relacionada y de manera bidireccional con la salud del resto de animales domésticos y silvestres con los que compartimos nuestro ecosistema. Bajo este enfoque, se llevará a cabo una aproximación didáctica

a esta temática, contestando una serie de preguntas referentes a la biología del flebotomo, la leishmaniosis como zoonosis y las medidas disponibles para controlar el binomio vector-reservorio.

Bloque A: biología del flebotomo

a.1 ¿Qué es un flebotomo y cómo lo diferencio de un mosquito?

Los flebotomos, al igual que los mosquitos, son pequeños insectos pertenecientes al orden Diptera, suborden Nematocera. En ambos casos las hembras adultas han modificado profundamente sus piezas bucales para poder absorber la sangre de un vertebrado. En términos generales, si no se alimentan de sangre son incapaces de formar y desarrollar los huevos. También es común que ambos puedan transmitir enfermedades infecciosas ^{(6),(7)}. Pese a sus similitudes, no deben confundirse flebotomos y mosquitos, la Tabla 1 recoge las principales diferencias entre estos insectos.

	Flebotomo	Mosquito
Familia	Psychodidae (subfamilia Phlebotominae)	Culicidae
Tamaño	2-3 mm	3-6 mm
Apariencia corporal	Cuerpo cubierto con abundante pilosidad	Cuerpo cubierto por escamas
Antenas	Largas con cerdas cortas, sin dimorfismo sexual	Con 15 artejos, plumosas en los machos
Posición de las alas en reposo	Sin plegar, en forma de V sobre el tórax	Plegadas sobre el tórax en forma de tijera cerrada
Aparato suctor	Cortador-chupador, desgarran el tegumento del vertebrado y se alimentan de un charco de sangre (telmofagia)	Picador-chupador, succionan la sangre entrando en el vaso sanguíneo (solenofagia)
Hábitat de deposición de los huevos y desarrollo de las larvas.	Suelos muy ricos en materia orgánica, resguardados y oscuros (ej. oquedades o bajo la hojarasca)	Agua, incluso en pequeñas acumulaciones (ej. en llantas o resquicios en los árboles)
Capacidad de vuelo	Muy limitada, a saltos, raramente son capaces de desplazarse más de 200 metros diarios. Aunque, excepcionalmente, se ha documentado que <i>Phlebotomus ariasi</i> se puede desplazar más de 2 km.	Gran capacidad de vuelo normalmente hasta 2 km del lugar de puesta, aunque con ayuda del viento hasta más de 100 km. Aunque hay especies de mosquitos, como <i>Aedes albopictus</i> que no suelen desplazarse más allá de 250 a 500 m.

Tabla 1. Principales diferencias, taxonómicas, morfológicas, etológicas y ecológicas entre flebotomos y mosquitos ⁽⁶⁻⁹⁾

**a.2 ¿Cuál es la distribución mundial de los flebotomos?
¿Cuándo se da su periodo de actividad a lo largo del año? ¿Y durante el día?**

Los flebotomos están adaptados a temperaturas cálidas, por ello se encuentran activos durante todo el año en la franja tropical. Su distribución puede llegar hasta los 50° N y 40° S. En zonas templadas, a mayores latitudes, los flebotomos adultos reducen su actividad a las

épocas más cálidas. Por ejemplo, en la Comunidad de Madrid su actividad se extiende principalmente de mayo a octubre. En la península ibérica la actividad estival se da generalmente en dos picos poblacionales; el primero viene dado por las larvas que pasaron en diapausa el otoño y el invierno, y el segundo por la descendencia de este primer pico, que dejará a su vez las puestas que resistirán hasta el próximo verano (Figura 1) ^{(6),(10)}.

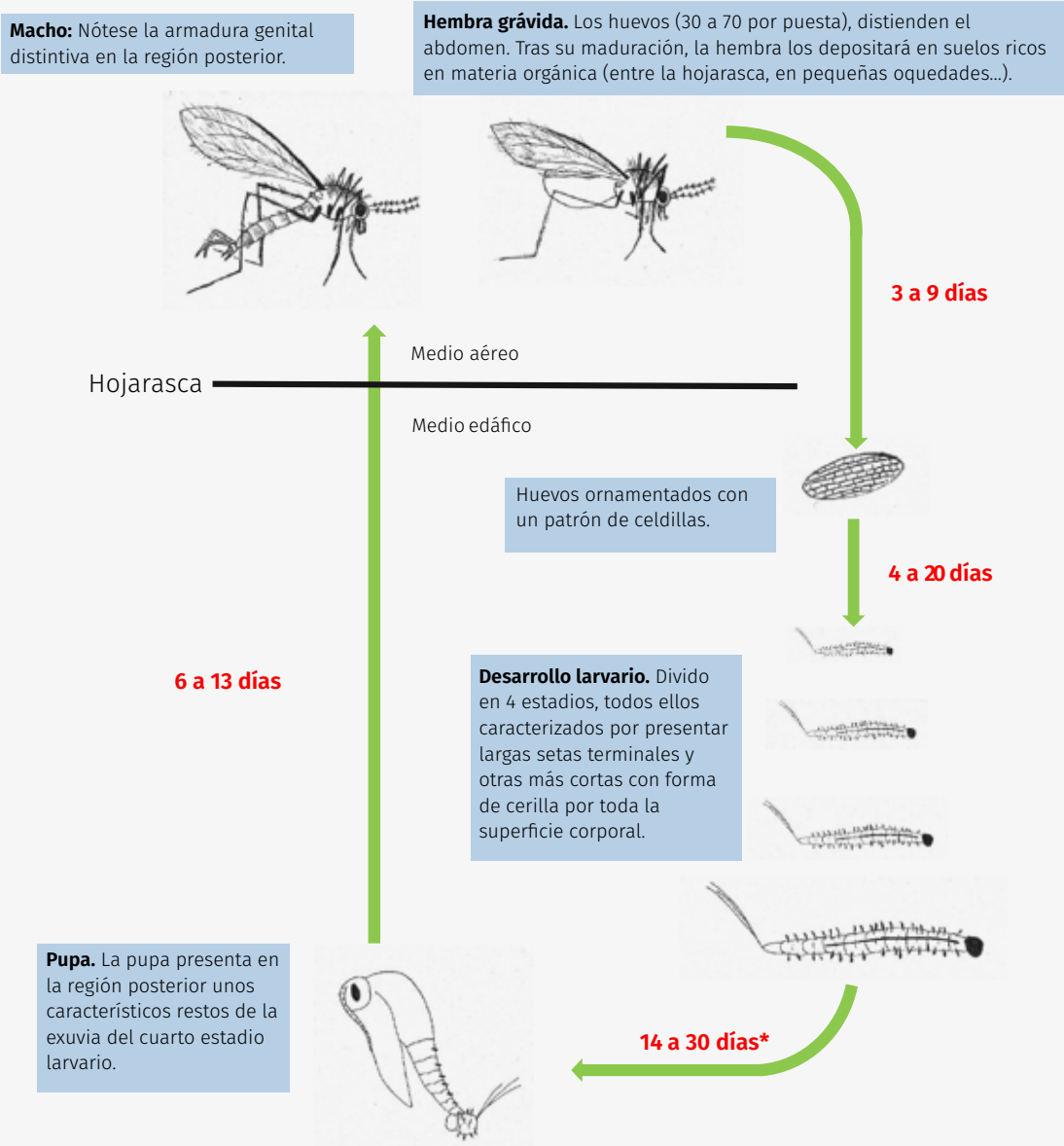


Figura 1. Ciclo biológico general de los flebotomos de zonas templadas ^{(9),(15),(16)}

* En zonas de clima templado, las larvas del cuarto estadio sobreviven en diapausa el otoño e invierno si no han finalizado su desarrollo durante el verano.

Por otra parte, los adultos son de hábitos crepusculares y nocturnos, presentando un pico de mayor actividad desde una hora antes de ponerse el sol hasta aproximadamente la medianoche y decae a lo largo de la madrugada^{(7),(11)}. Durante el resto del día, se ocultan en lugares de reposo, que, debido a su pequeño tamaño, puede ser cualquier orificio que presente condiciones microclimáticas de temperatura y humedad relativa adecuadas, como recovecos de muros, hendiduras de troncos o madrigueras, lo que dificulta en gran medida su control⁽¹²⁻¹⁴⁾.

a.3 ¿Qué consecuencias tendrá el cambio climático sobre los flebotomos?

Los modelos indican que el aumento de las temperaturas promoverá su expansión hacia regiones más septentrionales de Europa, donde actualmente no están establecidos. En esta posible propagación de la leishmaniosis hacia el norte de Europa juega un papel muy importante la introducción del parásito por la adopción de animales infectados procedentes de áreas endémicas. Por ejemplo, Alemania y Reino Unido reciben perros previamente infectados en países mediterráneos^{(17),(18)}. Además, al igual que con otras enfermedades vectoriales, se ha descrito que el aumento de la temperatura acelera el ciclo de desarrollo de *L. infantum* en el vector e incrementa su infectividad^{(19),(20)}.

a.4 ¿Todos los flebotomos se comportan como vectores de la leishmaniosis? ¿Qué especies de flebotomos transmiten la leishmaniosis en la península ibérica y las islas Baleares? ¿Dónde se encuentran?

No todas las especies de flebotomos son vectores competentes; es más, de entre las 800 especies conocidas de flebotomos a nivel mundial, tan solo 98 se sospecha o se ha confirmado que transmiten la leishmaniosis⁽⁶⁾. A su vez, de las 11 especies de flebotomos presentes en la península ibérica, se considera que *Phlebotomus perniciosus* y *P. ariasi* son capaces de transmitir el protozoo *L. infantum*^{(6),(12),(21)}. De estas dos especies, *P. perniciosus* es la mejor adaptada al clima mediterráneo, y presenta distribución ubiquista encontrándose bien representada por toda la península ibérica e islas Baleares^{(12),(22),(23)}. Por otra parte, *P. ariasi* está adaptado a climas

más húmedos y fríos, por lo que se encuentra en mayor proporción en enclaves montañosos del sureste o del centro peninsular y aumenta su distribución a mayores latitudes^{(12),(22),(23)}.

a5 ¿Qué determina la competencia vectorial de un flebotomo como vector de *Leishmania* spp.? ¿Cómo se desarrolla el protozoo *Leishmania* spp. en el interior del flebotomo?

Principalmente son dos factores los que determinan la competencia vectorial del flebotomo. En primer lugar, que el flebotomo presente preferencia en alimentarse del reservorio diana. En segundo lugar, que el protozoo sea capaz de desarrollarse en el interior del flebotomo, y por tanto pueda producir formas infectivas^{(1),(24)}. Hay que considerar que la interacción entre las especies de *Leishmania* spp. y los flebotomos es también parasitaria. Esto implica que el desarrollo y establecimiento del protozoo dentro del flebotomo requiere que sea capaz de burlar las defensas del insecto. En este proceso se da un complejo ciclo de propagación e infección dentro del flebotomo (Figura 2).

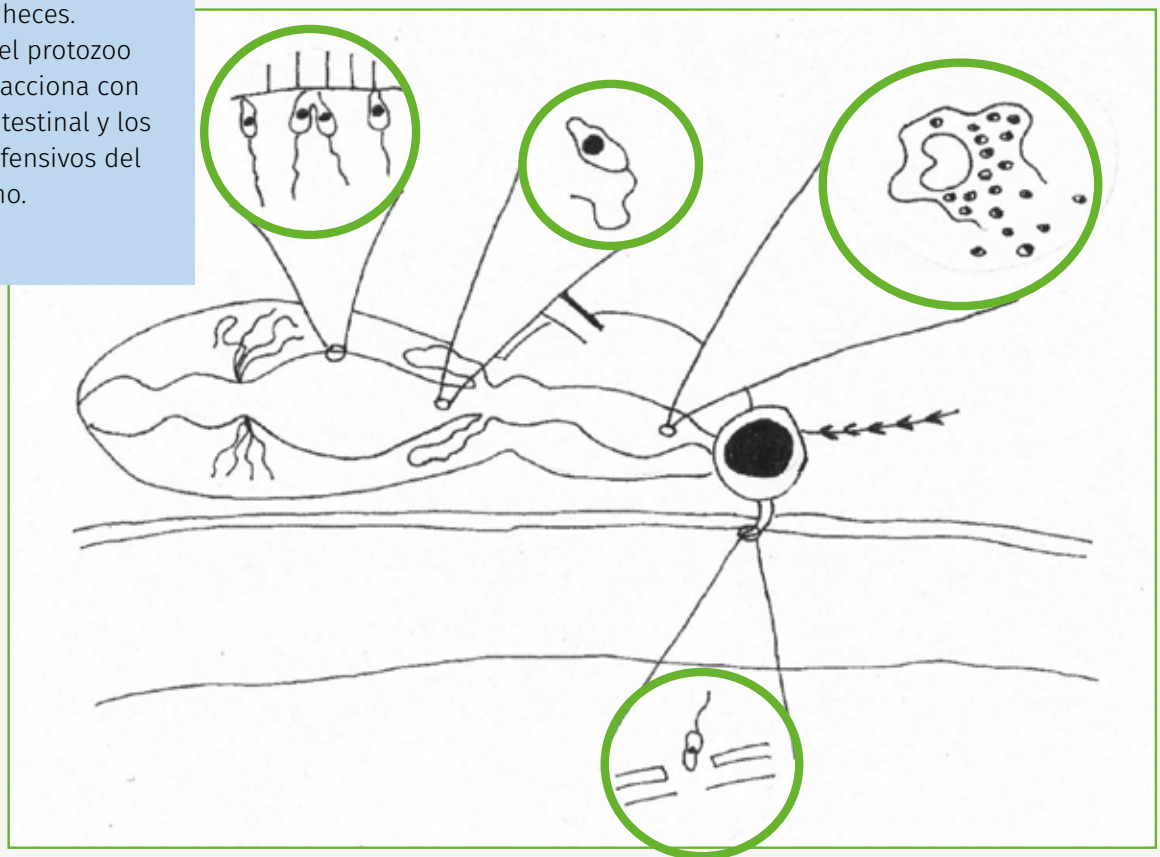
a6 ¿Cuántas veces puede picar un flebotomo? ¿Cuál es su esperanza de vida?

La cantidad de veces que puede alimentarse un flebotomo varía según la especie y otros factores. La mayoría de los flebotomos efectúan una ingesta de sangre por cada ciclo gonotrófico (secuencia de eventos alimentarios y reproductores implicados para cada puesta de huevos), mientras que otros deben hacerlo varias veces⁽⁸⁾. Gracias a que cada puesta deja unas cicatrices en las ovariolas, se puede estimar la longevidad de las hembras si se conoce cuánto dura el ciclo gonotrófico⁽²⁵⁾. En la cuenca mediterránea las hembras tienen una esperanza de vida de menos de un mes^{(15),(26)}. Sin embargo, los insectos infectados son propensos a alimentarse más veces. El protozoo degrada con quitinasas la válvula estomodeal, lo que provoca la regurgitación; además, interfiere con los receptores que le indican al insecto que se ha abastecido, de tal manera que abandona al vertebrado sin alimentarse completamente. En consecuencia, un flebotomo infectado se alimenta más veces de lo habitual (Figura 2)^{(8),(27),(28)}.

3) El promastigote, se adhiere al epitelio intestinal del insecto gracias a lipopofosfoglicanos de su pared. En caso contrario, se elimina con las heces. En el intestino, el protozoo prolifera e interacciona con la microbiota intestinal y los mecanismos defensivos del propio flebotomo.

2) El amastigote se transforma en promastigote en el interior del tubo digestivo del flebotomo.

1) El flebotomo ingiere células sanguíneas infectadas con amastigotes que se liberan al producirse la muerte celular.



4) Los promastigotes migran a la probóscide. Entonces el flebotomo es infeccioso y puede transmitir el parásito en las siguientes picaduras. El protozoo, además, produce una deterioración de la cutícula de la válvula estomodeal; en consecuencia se regurgita la sangre en el vertebrado y tiene que alimentarse de varios animales.

Figura 2. Ciclo del desarrollo del protozoo en el interior de un flebotomo ^{(1),(24)}

Bloque B: zoonosis

b.1 ¿Cuál es el principal reservorio de *L. infantum*?

El principal reservorio de la leishmaniosis es el perro ⁽⁶⁾. De hecho, la cuenca mediterránea es endémica, no solo para la leishmaniosis humana, sino también para la canina ⁽¹⁰⁾. Esto hace de la leishmaniosis zoonótica un problema de salud pública. Como comentaremos más adelante, una correcta atención de la enfermedad en nuestros animales de compañía es una estrategia fundamental para el control de la parasitosis a nivel global.

b.2 ¿Se han registrado otras vías de transmisión alternativas a la vectorial en la leishmaniosis canina?

A parte de la transmisión vectorial por el flebotomo, en perros se han descrito otras vías alternativas de transmisión: sexual, vertical, transfusión sanguínea y mordedura ^{(17),(29)}. Sin embargo, estos casos parecen ser residuales y se han documentado fundamentalmente en países de Europa sin un vector competente, pero con perros previamente infectados en otros países endémicos, por lo que es posible asegurar la transmisión no vectorial de la infección ⁽³⁰⁾.

b.3 ¿Qué otros animales a parte del perro pueden actuar como reservorio? ¿Son los brotes de parasitosis humana una consecuencia del incremento de la parasitosis canina?

Aunque el perro es el principal reservorio del parásito, no es el único. Por ejemplo, otros animales domésticos como los gatos también pueden actuar como un reservorio secundario, o incluso algunos animales silvestres como zorros, roedores y lagomorfos ^{(6),(17),(31)}. Un caso cercano es el vinculado al brote de leishmaniosis humana de Madrid, que tuvo origen a finales del año 2009. En esa ocasión, el incremento de los casos humanos no estuvo ligado a un aumento de la cantidad de perros enfermos, que se presentaron en proporciones semejantes a la de otras zonas de Madrid, sino al de los lepóridos que habitaban parques forestales periurbanos próximos a zonas urbanizadas ^{(32),(33)}. El análisis de la sangre del intestino de hembras de flebotomos capturadas en un muestreo realizado entre 2012 y 2014 en la zona del brote demuestra que la fuente

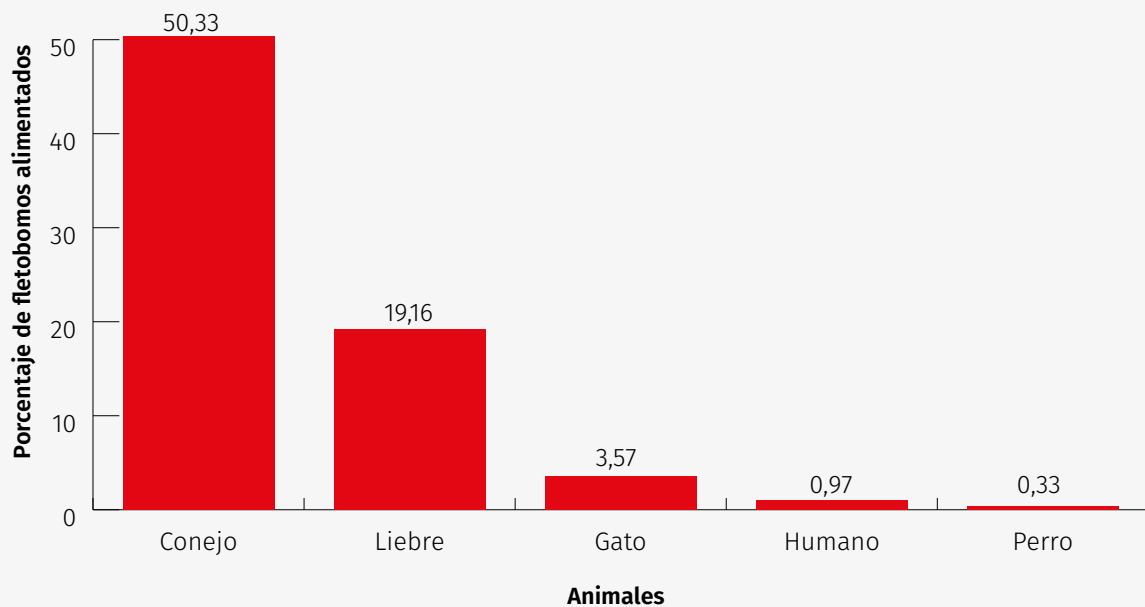


Figura 3. Porcentajes de preferencia de alimentación de *Phlebotomus perniciosus* entre los años 2012 y 2014 en diferentes municipios del brote de leishmaniosis humana de Madrid (Getafe, Leganés y Alcorcón): conejo (50,33%), liebre (19,16%), gato (3,57%), humano (0,97%) y perro (0,33%). Cabe señalar que los datos de preferencia alimentaria son sensibles a las condiciones concretas del lugar de estudio y aportan una información particular para la zona y el momento en el que se toman los datos; por lo tanto, no es extrapolable a otras circunstancias). (Figura a partir de los datos tomados de González *et al.* ⁽³⁴⁾)

de alimentación detectada con mayor frecuencia fue la de los leporidos⁽³⁴⁾. Además, estudios realizados en animales exóticos, incluyendo los de los zoológicos, parecen apuntar a que éstos también pueden actuar como reservorios. Estos animales son especialmente vulnerables, ya que proceden en muchas ocasiones de regiones no endémicas, lo que implica una falta de respuesta inmune contra el patógeno⁽¹⁴⁾.

b.4 ¿Los flebotomos pueden transmitir otras enfermedades a parte de la leishmaniosis?

Además de la leishmaniosis, los flebotomos pueden transmitir otras enfermedades de origen bacteriano y vírico. En el caso de las enfermedades bacterianas, la bartonelosis puede ser transmitida en ciertas zonas de Sudamérica⁽⁹⁾. También encontramos los *Phlebovirus*, un grupo de enfermedades emergentes para los humanos transmitidas por especies del género *Phlebotomus* spp. Además, se han encontrado *Phlebovirus* en *Sergentomyia minuta*, aunque su papel no está claro ya que se suele alimentar de reptiles⁽¹⁵⁾. En su mayoría, cursan con una sintomatología similar a la de una gripe con una duración de tres días; excepto el virus de Toscana, que presenta un cuadro clínico más grave. Un riesgo que plantea esta enfermedad además de su transmisión vertical entre flebotomos es su permanencia transtadial pudiendo resistir el virus en las poblaciones de flebotomos en años sucesivos. Aunque solo presentan sintomatología en humanos, es muy posible que existan otros reservorios, pero la investigación al respecto es escasa^{(9),(15)}.

Bloque C: profilaxis

c.1 ¿Si mi perro está contagiado, puede transmitirnos la enfermedad a mí o a mi familia?

No se ha documentado ningún caso de transmisión directa de perro a humano. Cabe destacar que perros enfermos protegidos frente el flebotomo, mediante la aplicación de insecticidas tópicos, o en tratamiento de la enfermedad, reducen su capacidad como reservorio, ya sea porque los insectos no se alimentan de su sangre o porque al reducir la carga parasitaria no son capaces de transmitir la *Leishmania* al flebotomo^{(35),(36)}. Por otro lado, perros infectados clínicamente sanos actúan como reservorio⁽³⁰⁾. Por lo tanto, velar por la salud de las mascotas

y protegerlas frente el flebotomo es una responsabilidad de salud pública. Esto se engloba bajo el enfoque de "Una sola salud"; lo que exige una coordinación de los esfuerzos de todos los actores implicados: médicos, veterinarios, entomólogos, epidemiólogos...⁽⁵⁾.

c.2 ¿Es el sacrificio de los perros enfermos un método eficaz para controlar la leishmaniosis?

En algunas partes del mundo se recurre al sacrificio de los animales infectados como estrategia de control de la enfermedad⁽³⁶⁾. Esto no es solamente una decisión social y éticamente difícil; sino que no ha demostrado ser efectiva. Por una parte, requeriría sacrificar todos los perros enfermos; incluidos los callejeros. Además, aun eliminando todos los canes diagnosticados, seguirán existiendo perros infectados clínicamente sanos, y reservorios secundarios y silvestres. Por último, los perros jóvenes que en el primer o segundo año de vida son más vulnerables a la infección debido a la inmadurez inmunitaria que presentan, reemplazarían a los animales sacrificados y rápidamente se recuperaría el porcentaje de perros enfermos⁽³⁶⁾.

Sin embargo, como hemos comentado antes, se ha demostrado que perros enfermos en tratamiento, aquellos protegidos con antiparasitarios y posiblemente los vacunados antes de contraer la enfermedad, son menos competentes transmitiendo el protozoo al flebotomo^{(36),(37)}. A esto se le suman modelos que apoyan una mayor eficacia del control con la aplicación de insecticidas tópicos fundamentalmente que con el sacrificio de los perros⁽¹³⁾.

c.3 ¿Cómo puedo proteger a mi perro de la picadura del flebotomo?

Cómo método profiláctico ante la leishmaniosis y otras zoonosis vectoriales es muy importante aplicar sobre nuestras mascotas insecticidas tópicos de probada eficacia^{(29),(37)}. En el mercado hay una amplia cantidad de productos disponibles, cuya aplicación varía según el consejo del veterinario a los riesgos a los que se expone el animal. Otras recomendaciones para proteger a nuestros perros de los flebotomos son evitar los paseos en el crepúsculo y al anochecer, periodo de mayor actividad del insecto⁽¹¹⁾, que los animales pernocten en el interior de la vivienda, el rociamiento de viviendas con

insecticidas residuales, la protección de las viviendas y de las casetas de los perros con telas mosquiteras de luz 0,3-0,4 mm² y evitar la presencia de acúmulo de materia orgánica en las proximidades de la vivienda, restos de poda, leña, basuras, etc.⁽³⁸⁾.

c.4 ¿Cómo podemos protegernos nosotros de los flebotomos?

Al igual que hacemos con nuestras mascotas, es aconsejable también para las personas en zonas endémicas, evitar los paseos en los picos de mayor actividad del vector⁽¹⁰⁾. Los flebotomos no son capaces de atravesar un tejido para picar, por lo que cubrirse la piel con ropa podría resultar como una posible medida de protección personal, aunque sin ningún tratamiento los flebotomos siguen pudiendo acceder a la piel no cubierta⁽¹²⁾. Para reducir el riesgo de picadura por flebotomo existen repelentes químicos que se pueden aplicar sobre la ropa o la piel. Los repelentes de aplicación cutánea deberían de ser utilizados por personas que visiten puntualmente un lugar con alta densidad de flebotomos. Por otra parte, la efectividad de los repelentes aplicados exclusivamente en la ropa no evitan que el insecto se vea atraído por las superficies no cubiertas como manos o cara, además de su pérdida de funcionalidad tras tres lavados de la ropa⁽¹³⁾.

Para los residentes en lugares con alta densidad de flebotomos, un sistema seguro y económico es evitar el desarrollo de microhábitats favorables para los flebotomos, tales como presencia de materia orgánica, hojarasca o lugares de reposo. Además, existen sistemas de protección contra especies endofílicas que tienden a picar en el interior de las viviendas, telas mosquiteras de luz 0,3-0,4 mm²; las cuales se pueden rociar con insecticidas como piretroides para una mayor eficacia. Este sistema puede dificultar la ventilación de las estancias⁽⁹⁾.

c.5 ¿Existen otros métodos de control frente a flebotomos?

Sí, existen medidas específicas de manejo ambiental para combatir las poblaciones de flebotomos adultos. El principal método utilizado es el control químico. Estas medidas suelen emplearse en zonas con una alta densidad de flebotomos. Una vez localizados los lugares

de reposo, se procede a la pulverización del producto químico, generalmente piretroides⁽¹³⁾. Otro sistema que presenta un efecto significativo en la reducción de las poblaciones de adultos de flebotomos son los cebos azucarados tóxicos. Estos son mezclas de sustancias azucaradas con compuestos tóxicos para los flebotomos como el ácido bórico. Estas mezclas se pulverizan sobre la vegetación o sobre verjas o vallas próximas a viviendas y presentan un efecto significativo en la reducción de las poblaciones de flebotomos adultos⁽³⁹⁾. Este segundo sistema, aun siendo prometedor aún no está siendo ampliamente utilizado. Ambos métodos de control presentan el inconveniente de que, al cesar su uso, disminuye su impacto sobre la población de flebotomos, y vuelven a proliferar las poblaciones en poco tiempo. Eso probablemente se deba a que con estas medidas solamente se lleva a cabo el control de los adultos, y no el de las fases inmaduras del flebotomo. Además, hay que tener en cuenta que el uso de insecticidas lleva asociado el problema de las resistencias que desarrollan los flebotomos frente a ellos⁽¹³⁾.

También existen métodos físicos que podrían permitir el control de estos insectos, aunque son utilizados especialmente como medidas de muestreo o vigilancia de sus poblaciones. Uno de estos sistemas son las trampas adhesivas, papeles empapados con aceite de ricino, en las cuales los flebotomos quedan adheridos al posarse⁽³⁴⁾. El otro método físico más utilizado son las trampas de luz; que presentan una luz que atrae a los flebotomos hacia un ventilador que succiona al insecto al interior de una red de contención de la que no pueden escapar^{(14),(34)}.

c. 6 ¿Existe algún tipo de control frente a las fases inmaduras larvarias de los flebotomos?

La mayor parte del control de los flebotomos está centrado en los adultos, debido a que las larvas en muchas ocasiones no se pueden localizar o están tan ampliamente distribuidas que resulta inviable su control. En caso de localizarse un lugar potencial de puesta se puede optar por su eliminación (como es el caso de la eliminación de madrigueras y vivares, sellado de grietas y huecos en muros, etc.) o su tratamiento con insecticidas⁽¹³⁾. Aun siendo esto cierto, actualmente se

ha observado que medidas preventivas basadas en la aplicación de insecticidas orales como ivermectina o spinosad, promueve una reducción de las larvas y adultos de flebotomos en el laboratorio ⁽³⁷⁾. Además, se han desarrollado cebos para roedores con imidacloprid ⁽³⁷⁾ para poder ser diseminado por el suelo de zonas muy afectadas ⁽⁴⁰⁾. Este tipo de cebos podrían resultar ser una estrategia altamente prometedora en el control de brotes como el acaecido en la Comunidad de Madrid en el que los leporidos silvestres se mantienen como reservorio principal de la infección.

Discusión y conclusión

La aproximación didáctica de la temática abordada se lleva a cabo mediante la resolución de las cuestiones planteadas sobre la biología del vector y el control de la leishmaniosis como zoonosis.

Además, los modelos climáticos bajo la premisa de cambio climático nos advierten de una posible reemergencia de la leishmaniosis provocada por un aumento de las poblaciones de flebotomos, además de la proliferación de enfermedades emergentes de *Phlebovirus* como el virus de Toscana. Es necesaria la adopción de medi-

das adecuadas que nos protejan a nosotros y a nuestras mascotas, bajo el enfoque de “Una sola salud”, junto con la gestión particular de las poblaciones de flebotomos en zonas con altas densidades poblacionales.

Aun siendo el principal reservorio los perros, no se debe menospreciar el papel de otro tipo de animales como los gatos o especialmente animales silvestres como los leporidos, que, debido al incremento poblacional asociado a la construcción de parques forestales interurbanos sin una debida gestión, han provocado situaciones como la registrada en el brote de la Comunidad de Madrid. Además, es importante entender la importancia del desarrollo de técnicas de control entomológico más focalizadas en las fases inmaduras, para permitir así producir un efecto a largo plazo en las poblaciones de estos insectos, que sirvan para complementar las medidas tradicionales centradas en el control de la fase adulta. Llevar a cabo este tipo de medidas de forma coordinada, reducirán el riesgo de transmisión de infecciones causadas por *Leishmania* o por los emergentes flebovirus. ■

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Kamhawī S. The yin and yang of leishmaniasis control. *PLOS Negl Trop Dis*. 2017;11(4): e0005529. <https://dx.doi.org/10.1371/journal.pntd.0005529>
2. Dujardin J-C, Campino L, Cañavate C, Dedet J-P, Gradoni L, Soteriadou K, et al. Spread of Vector-borne Diseases and Neglect of Leishmaniasis, Europe. *Emerg Infect Dis*. 2008;14(7):1013-8. <https://dx.doi.org/10.3201/eid1407.071589>
3. Horrillo L, Castro A, Matía B, Molina L, García-Martínez J, Jaqueti J, et al. Clinical aspects of visceral leishmaniasis caused by *L. infantum* in adults. Ten years of experience of the largest outbreak in Europe: what have we learned? *Parasites Vectors*. 2019;12(1):359. <https://dx.doi.org/10.1186/s13071-019-3628-z>
4. Gálvez R, Montoya A, Cruz I, Fernández C, Martín O, Checa R, et al. Latest trends in *Leishmania infantum* infection in dogs in Spain (Part I): mapped seroprevalence and sand fly distributions. *Parasites Vectors*. 2020;13:204:12. <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04081-7>

5. Miró G, Petersen C, Cardoso L, Bourdeau P, Baneth G, Solano-Gallego L, et al. Novel Areas for Prevention and Control of Canine Leishmaniosis. *Trends in Parasitology*. 2017; 33(9): 718-730. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2017.05.005>
6. Maroli M, Feliciangeli MD, Bichaud L, Charrel RN, Gradoni L. Phlebotomine sandflies and the spreading of leishmaniasis and other diseases of public health concern. *Med Vet Entomol*. 2013;27(2):123-47. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.2012.01034.x>
7. Gálvez R, Checa R, Miró G. Control de ectoparásitos. *Canis et felis*. 2019; 161:38-48.
8. Killick-Kendrick R. The biology and control of phlebotomine sand flies. *Clin Dermatol*. 1999;17(3):279-289. [https://doi.org/10.1016/s0738-081x\(99\)00046-2](https://doi.org/10.1016/s0738-081x(99)00046-2)
9. Service M. *Medical entomology for students*. 5th ed. Cambridge: Cambridge University Press; 2012.
10. Alten B, Maia C, Afonso MO, Campino L, Jiménez M, González E, et al. Seasonal Dynamics of Phlebotomine Sand Fly Species Proven Vectors of Mediterranean Leishmaniasis Caused by *Leishmania infantum*. *PLOS Negl Trop Dis*. 2016;10(2): e0004458. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004458>
11. Lozano-Romera E, Ortega-Martínez E. Datos preliminares sobre el ciclo nictimeral de *Phlebotomus perniciosus* Newstead, 1911 y *Phlebotomus sergenti* Parrot, 1917 (Diptera, Psychodidae). *Anales de Biología*. 1998;9-18.
12. Gil Collado J, Morillas Márquez F, Sanchis M. Los flebotomos en España. *Rev San Hig Pub*. 1989; 63:15-34.
13. Alexander B, Maroli M. Control of phlebotomine sandflies. *Med Vet Entomol*. 2003;17(1):1-18. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2915.2003.00420.x>
14. Gálvez R, Montoya A, Fontal F, Martínez De Murguía L, Miró G. Controlling phlebotomine sand flies to prevent canine *Leishmania infantum* infection: A case of knowing your enemy. *Res Vet Sci*. 2018; 121:94-103. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.10.008>
15. García L, Rodríguez-Alarcón M, Sierra J, Suárez B, Monge S, Fernández S, et al. Informe de situación y evaluación del riesgo de enfermedad por flebovirus transmitidos por flebotomos en España [Internet]. 2019 [Consultado 27 de mayo de 2020]. Disponible en: https://www.mscbs.gob.es/gl/profesionales/saludPublica/ccayes/analisisituacion/doc/ER_Flebovirus.pdf
16. Molina R. Laboratory adaptation of an autochthonous colony of *Phlebotomus perniciosus* Newstead, 1911 (Diptera: Psychodidae). *Res Rev Parasitol*. 1991;51(1-4):87-9.
17. Maia C, Cardoso L. Spread of *Leishmania infantum* in Europe with dog travelling. *Vet Parasitol*. 2015;213(1-2):2-11. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.05.003>
18. Fischer D, Thomas SM, Beierkuhnlein C. Modelling climatic suitability and dispersal for disease vectors: the example of a phlebotomine sandfly in Europe. *Procedia Environmental Sciences*. 2011; 7:164-9. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2011.07.029>
19. Rioux JA, Aboulker JP, Lanotte G, Killick-Kendrick R, Martini-Dumas A. Écologie des leishmanioses dans le sud de la France. Influence de la température sur le développement de *Leishmania infantum* Nicolle, 1908 chez *Phlebotomus ariasi* Tonnoir, 1921. Étude expérimentale. *Ann Parasitol Hum Comp*. 1985;60(3):221-9. <https://doi.org/10.1051/parasite/1985603221>

20. Reisen WK. Landscape Epidemiology of Vector-Borne Diseases. *Annu Rev Entomol*. 2010;55(1):461-83. <https://doi.org/10.1093/jmedent/35.4.435>
21. Lucientes Curdi J, Sánchez Acedo C, Castillo Hernández J, Estrada Peña A. Sobre la infección natural por *Leishmania* en *Phlebotomus perniciosus* Newstead, 1911 y *Phlebotomus ariasi* Tonnoir, 1921, en el foco de leishmaniosis de Zaragoza. *Rev Iber Parasitol*. 1988; 48:7-8.
22. Martínez Ortega E, Conesa Gallego E. Fenología de los flebotomos del subgénero Larrosius (Dip. Psychodidae, Phlebotomus) en el sureste de la Península Ibérica. *Boletín Asoc esp Entom*. 1987; 11:293-300.
23. Gálvez Esteban R, Molina Moreno R(dir), Miró Corrales G(dir). Factores que influyen sobre la epidemiología de la leishmaniosis canina y sus vectores en la Comunidad de Madrid: obtención de modelos predictivos de riesgo mediante sistemas de información geográfica. [tesis doctoral en Internet] [Madrid]: Universidad Complutense de Madrid; 2012 [citado el 22 abril 2020]. Recuperado a partir de: <http://eprints.ucm.es/15210/>
24. Kamhawi S. Phlebotomine sand flies and *Leishmania* parasites: friends or foes? *Trends Parasitol*. 2006;22(9):439-45. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2006.06.012>
25. Dye C, Guy MW, Elkins DB, Wilkes TJ, Killick-Kendrick R. The life expectancy of phlebotomine sandflies: first field estimates from southern France. *Med Vet Entomol*. 1987;1(4):417-25. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.1987.tb00372.x>
26. Lladó M, Rotger M. Estudio del flebotomo como vector de la leishmaniosis en la isla de Mallorca. Palma de Mallorca: Conselleria de Sanitat i Seguretat Social del Govern Balear; 1990.
27. Schlein Y, Jacobson RL, Messer G. *Leishmania* infections damage the feeding mechanism of the sandfly vector and implement parasite transmission by bite. *Proc Natl Acad Sci USA*. 1992; 89(20):9944-8. <https://doi.org/10.1073/pnas.89.20.9944>
28. Courtenay O, Peters NC, Rogers ME, Bern C. Combining epidemiology with basic biology of sand flies, parasites, and hosts to inform leishmaniosis transmission dynamics and control. Gubbels M-J, directeur. *PLoS Pathog*. 2017;13(10): e1006571. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1006571>
29. Solano Gallego L, Miró G, Koutinas A, Cardoso L, Pennisi MG, Ferrer L, et al. LeishVet guidelines for the practical management of canine leishmaniosis. *Parasites Vectors*. 2011;4(1):86. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-4-86>
30. Baneth G, Koutinas AF, Solano-Gallego L, Bourdeau P, Ferrer L. Canine leishmaniosis – new concepts and insights on an expanding zoonosis: part one. *Trends Parasitol*. 2008;24(7):324-30. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2008.04.001>
31. Miró G, Rupérez C, Checa R, Gálvez R, Hernández L, García M, et al. Current status of *L. infantum* infection in stray cats in the Madrid region (Spain): implications for the recent outbreak of human leishmaniosis? *Parasites Vectors*. 2014;7(1):112. <https://dx.doi.org/10.1186%2F1756-3305-7-112>

32. Arce A, Estirado A, Ordobas M, Sevilla S, García N, Moratilla L, et al. Re-emergence of leishmaniasis in Spain: community outbreak in Madrid, Spain, 2009 to 2012. *Euro Surveill.* 2013;18(30):20546. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES2013.18.30.20546>
33. Miró G, Müller A, Montoya A, Checa R, Marino V, Marino E, et al. Epidemiological role of dogs since the human leishmaniasis outbreak in Madrid. *Parasites Vectors.* 2017;10:209:7. <https://dx.doi.org/10.1186%2Fs13071-017-2147-z>
34. González E, Jiménez M, Hernández S, Martín-Martín I, Molina R. Phlebotomine sand fly survey in the focus of leishmaniasis in Madrid, Spain (2012–2014): seasonal dynamics, *Leishmania infantum* infection rates and blood meal preferences. *Parasites Vectors.* 2017;10(1):368. <https://dx.doi.org/10.1186%2Fs13071-017-2309-z>
35. Miró G, Gálvez R, Fraile C, Descalzo MA, Molina R. Infectivity to *Phlebotomus perniciosus* of dogs naturally parasitized with *Leishmania infantum* after different treatments. *Parasites Vectors.* 2011;4(1):52. <https://dx.doi.org/10.1186%2F1756-3305-4-52>
36. Dantas-Torres F, Miró G, Bowman DD, Gradoni L, Otranto D. Culling Dogs for Zoonotic Visceral Leishmaniasis Control: The Wind of Change. *Trends Parasitol.* 2019;35(2):97-101. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2018.11.005>
37. Ares Gomez S, Picado A. Systemic insecticides used in dogs: potential candidates for phlebotomine vector control? *Trop Med Int Health.* 2017;22(6):755-64. <https://doi.org/10.1111/tmi.12870>
38. Miró G, Montoya A, Roura X, Gálvez R, Sainz A. Seropositivity rates for agents of canine vector-borne diseases in Spain: a multicentre study. *Parasites Vectors.* 2013;6(1):117. <https://dx.doi.org/10.1186%2F1756-3305-6-117>
39. Saghafipour A, Vatandoost H, Zahraei-Ramazani AR, Yaghoobi-Ershadi MR, Rassi Y, Karami Jooshin M, et al. Control of zoonotic cutaneous leishmaniasis vector, *Phlebotomus papatasi*, using attractive toxic sugar baits (ATSB). *PLOS ONE.* 2017;12(4): e0173558. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173558>
40. Derbali M, Chelbi I, Cherni S, Barhoumi W, Boujaâma A, Raban R, et al. Évaluation au laboratoire et sur le terrain de l'imidaclopride sous forme d'appâts pour les rongeurs afin de contrôler les populations de *Phlebotomus papatasi* Scopoli, 1786 (Diptera: Psychodidae). *Bull Soc Pathol Exot.* 2013;106(1):54-8. <https://doi.org/10.1007/s13149-012-0274-5>