
REVISIÓN SOBRE LA IMPORTANCIA DE LA FAUNA SILVESTRE EN LA EPIDEMIOLOGÍA DE LA LEPTOSPIROSIS

Marlyn Hellen Romero Peñuela¹
Jorge Alberto Sánchez Valencia²
Lina María González Gordon³

RESUMEN

Este artículo recopila revisiones e investigaciones previas realizadas por el grupo de investigación en Ciencias Veterinarias CIENVET y publicaciones científicas internacionales. El objetivo fue describir las características epidemiológicas de la emergencia de la leptospirosis en vida silvestre y dilucidar su papel en la transmisión de la enfermedad. Se realizó un análisis de la información disponible en las bases de datos: Science Direct, SciELO, ProQuest y PubMed, seleccionando los artículos más relevantes sobre la leptospirosis de acuerdo a su pertinencia y actualidad, para consolidar la revisión crítica sobre la enfermedad en animales silvestres. Los animales silvestres en su medio natural o en condiciones de cautividad son componentes vitales en el ciclo epidemiológico de enfermedades zoonóticas, entre las cuales se encuentra la leptospirosis, actuando como reservorios, hospedadores de mantenimiento, portadores u hospedadores accidentales, de acuerdo a factores relacionados con el agente, las especies taxonómicas y el ambiente, participando en la transmisión de diferentes serovares. Debido a que las enfermedades infecciosas emergentes constituyen una seria amenaza para las especies silvestres, las investigaciones de estas enfermedades en dichas

poblaciones, pueden beneficiar los esfuerzos en la conservación y proveer una conexión entre estudios serológicos y las bien reconocidas necesidades de la detección, identificación y vigilancia epidemiológica oportuna de estas enfermedades.

Palabras clave: epidemiología, leptospirosis, vida silvestre.

REVIEW ON THE IMPORTANCE OF WILD FAUNA IN LEPTOSPIROSIS EPIDEMIOLOGY

ABSTRACT

The article compiles the previous reviews and research carried out by the Veterinary Science research group (CIENVET) and international scientific publications. The objective of the research was to describe epidemiologic characteristics of leptospirosis emergence in wildlife and to elucidate their role in disease transmission. An analysis of available information in: Science Direct, SciELO, ProQuest, and PubMed databases, selecting the most relevant articles on leptospirosis according to their relevance and timeliness, to strengthen the critical review disease in wild animals was carried out. Wild animals in the

¹ Departamento Salud Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas. Email: marlyn.romero@ucaldas.edu.co.

² Departamento Salud Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas. Email: jorge.sanchez@ucaldas.edu.co.

³ Grupo de Investigación en Ciencias Veterinarias CIENVET, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas.

wild or in captivity are crucial components in the epidemiologic cycle of zoonotic diseases, including leptospirosis, acting as reservoirs, maintenance hosts, carriers or accidental hosts, according to factors related to the agent, taxonomic species and the environment, thus participating in the transmission of different serotypes. Since emerging infectious diseases pose a serious threat to wild species,

investigations of these diseases in such populations can benefit conservation efforts and provide a connection between serological studies and the well-recognized detection, timely identification and surveillance needs of these diseases.

Key words: epidemiology, leptospirosis, wild life.

INTRODUCCIÓN

Las infecciones adquiridas por el hombre a través de los animales son conocidas como zoonosis y constituyen un riesgo importante en materia de salud pública, teniendo en cuenta que muchas de ellas, son consideradas en la actualidad, como enfermedades emergentes (1, 2). Las enfermedades infecciosas emergentes y reemergentes tienen dos implicaciones biológicas de importancia; en primer lugar, muchas especies de vida silvestre son reservorios de patógenos que amenazan la salud de las personas y de los animales domésticos; y, en segundo lugar, constituyen una amenaza sustancial para la conservación de la biodiversidad global (3).

Diferentes investigaciones han descrito la importancia de los animales silvestres como componentes vitales en el ciclo epidemiológico de enfermedades del hombre y de los animales domésticos (1, 4). Se ha estimado que el 60 % de los patógenos emergentes que afectan al hombre son zoonóticos y que de éstos, más del 70 % tienen origen en la fauna silvestre (1). Las investigaciones relacionadas con la mortalidad y morbilidad de la vida silvestre, han sido reconocidas como un aspecto crucial para los proyectos de conservación de estas especies, especialmente, en los programas de reintroducción y translocación (2, 4). En Colombia, la leptospirosis no es una enfermedad de notificación obligatoria y, por tanto, se desconoce la situación epidemiológica real en las diferentes regiones geográficas del país, los

estudios acerca de la prevalencia de la infección en la población humana son escasos, así como, la identificación de los factores de riesgo y las formas de exposición a la enfermedad (5), que se evidencia por el bajo número de trabajos realizados sobre esta importante infección, a pesar de ser conocidos los problemas que causa en nuestro medio (6, 7, 8). Por tal razón, desde el punto de vista epidemiológico y de la medicina preventiva, es importante conocer el papel de los animales silvestres en el ciclo epidemiológico de la leptospirosis. El objetivo de la presente revisión, consistió en describir las características epidemiológicas de la reemergencia de la leptospirosis en vida silvestre y dilucidar su papel en la transmisión de la enfermedad.

LA EMERGENCIA DE LAS ZONOSIS EN VIDA SILVESTRE

La Organización Mundial de la Salud (OMS), define a una enfermedad emergente como aquella que se ha reconocido recientemente o que ha ocurrido previamente, pero que muestra un incremento en la incidencia y, por tanto, ha aumentado su distribución geográfica, los hospederos y vectores susceptibles o su prevalencia en los últimos años (9, 10). Aunque el incremento en la incidencia de las enfermedades emergentes, puede ser el resultado de la mejora de su conocimiento o el fortalecimiento de la vigilancia epidemiológica, las investigaciones sugieren que las epidemias en la fauna silvestre, son un problema de importancia creciente y de

respuesta urgente (9, 11, 12). La aparición de las zoonosis de vida silvestre está asociada con una serie de factores causales, los cuales se describen en la figura 1. La mayor parte de ellos, como el resultado de actividades humanas, tales como: el incremento de la densidad demográfica, los viajes y el comercio mundial de fauna silvestre, cambios en los patrones del uso del suelo, mayor contacto entre los seres humanos, la

vida silvestre y los animales domésticos, y otros factores ambientales (2, 11). Se han establecido además, determinantes microbiológicos como las mutaciones, la selección natural y la evolución (12). Los determinantes del hospedero (resistencia natural, inmunidad innata y adquirida); determinantes naturales (ambiente, clima, aumento de precipitaciones) y los determinantes accidentales (10, 13).

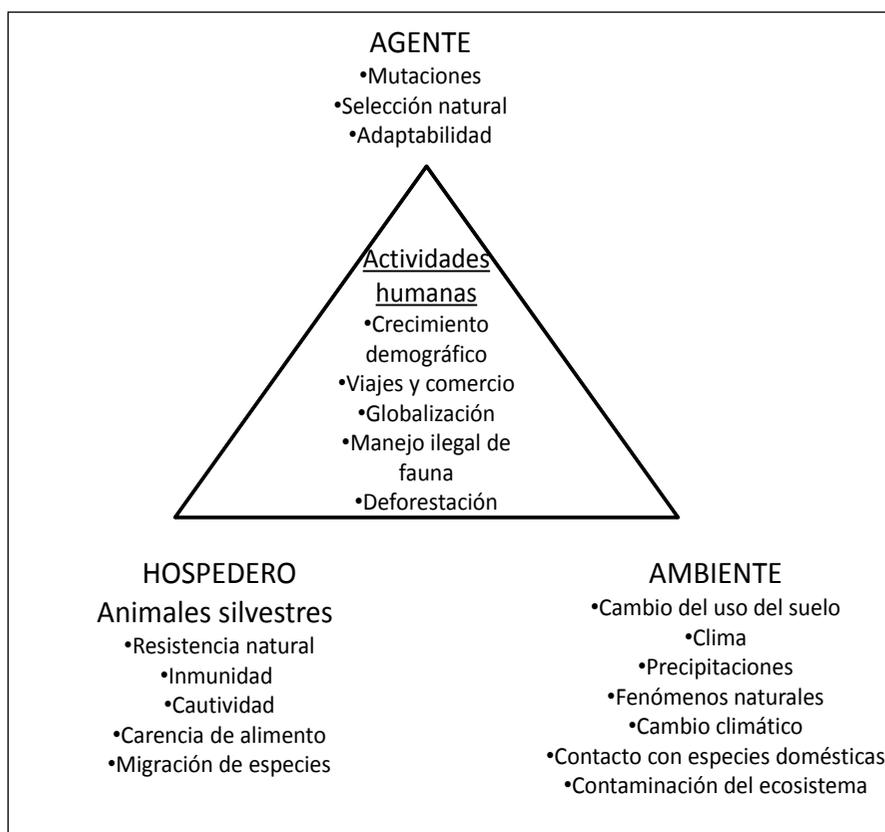


Figura 1. Factores determinantes de emergencia de las zoonosis en fauna silvestre.

Las epidemias emergentes en vida silvestre se pueden dividir en tres categorías: a) las producidas por microorganismos que recientemente han invadido poblaciones silvestres, las cuales debido a la alta susceptibilidad de los hospedadores se diseminan de forma explosiva en la población. Los patógenos involucrados frecuentemente están presentes en otras especies silvestres o en hospederos domésticos o salvajes; b)

microorganismos nativos que han coexistido por largos períodos con hospederos específicos, que se diseminan a otras áreas geográficas en una población similar de hospederos susceptibles, como el resultado de nuevos factores externos, que pueden afectar las condiciones ambientales que generan estrés y facilitan la diseminación de agentes, en especial de agentes parasitarios; c) patógenos que recientemente han afectado

hospederos inmunosuprimidos, que se encuentran en condiciones ambientales alteradas, especialmente, por actividades humanas (9, 14). En este sentido, la leptospirosis es considerada una enfermedad emergente en vida silvestre, en donde se han vinculado como reservorios varias especies de roedores, pero su origen y los factores antropogénicos que participan en su presentación no son claros (3, 9, 15).

Características epidemiológicas de la leptospirosis

La leptospirosis es una enfermedad zoonótica bacteriana de importancia y distribución global (16). La enfermedad es causada por espiroquetas del género *Leptospira*, que afecta a una gran variedad de animales de sangre caliente incluido el hombre (17). Los reservorios naturales de las leptospirosis son los animales silvestres, en especial: roedores, camélidos, zorros, lobos, mapaches y mofetas (17, 18), además de animales domésticos, particularmente: bovinos, ovinos, caprinos, porcinos y caninos, que pueden actuar como hospedadores de mantenimiento o accidentales, participando en la transmisión de diferentes serovares de *Leptospira* (16, 19). En la cadena epidemiológica de la leptospirosis participan hospederos de mantenimiento y hospedadores definitivos (5). Los hospederos de mantenimiento, se definen como las especies animales en las cuales la infección es endémica, usualmente transmitida de individuo a individuo por contacto directo. A diferencia, los hospederos accidentales (como el hombre), se infectan por contacto indirecto por contaminación ambiental con orina de animales infectados (20). Esta última vía se presenta a través de la ingestión de agua o alimento contaminado y por contacto con mucosas o la piel (21, 22). Sin embargo, es importante recalcar que los animales pueden ser hospedadores de mantenimiento para algunos serovares y accidentales para otros, en los cuales la infección puede causar enfermedad severa o fatal (5, 23). La infección en los hospedadores de mantenimiento, generalmente, es adquirida a una edad temprana y la prevalencia de excreción crónica de

leptospiras por la orina aumenta con la edad. Otros individuos pueden infectarse por contacto directo con el hospedero de mantenimiento. Los hospederos de mantenimiento más importantes son los pequeños mamíferos silvestres, como los roedores, los cuales transmiten la infección a animales domésticos, caninos y el hombre (17, 24). El hombre es un hospedero accidental y no se considera una importante fuente de transmisión, aunque algunos individuos pueden presentar leptospirosis por semanas o meses, incluso se ha reportado hasta por un año (16, 25).

La leptospirosis se ha considerado una enfermedad ocupacional, asociada con actividades como: la minería, mantenimiento de alcantarillado, producción animal, medicina veterinaria, actividades agrícolas y maniobras militares, entre otras (16, 26, 27). La relativa importancia como riesgo ocupacional ha decrecido en las últimas décadas y muchos casos se han asociado con condiciones de vida marginales, o con actividades recreativas que incluyen la inmersión en el agua (16, 23), estas últimas relacionadas con agroturismo y contacto con la vida silvestre (3, 21).

Leptospirosis en fauna silvestre

La leptospirosis ha sido considerada como una zoonosis que puede afectar cerca de 131 familias de animales de vida silvestre que son comercializados en Estados Unidos, entre las cuales se describe la Muridae (roedores) (4). Las especies silvestres son susceptibles a la infección con una amplia variedad de serovares de *Leptospira*, participando como hospedadores accidentales, portadores u hospedadores de mantenimiento, dependiendo de determinantes que tienen que ver con el agente, los hospederos y factores ambientales (19, 28). En la Amazonía y el sudeste de Asia, se han estudiado mamíferos silvestres como roedores, murciélagos y marsupiales, que pueden ser infectados por *Leptospira* sp., participando en el ciclo de transmisión como portadores (16, 19, 30). Sin embargo, han sido los roedores silvestres sinantrópicos los reservorios

y portadores más importantes de la enfermedad, tanto en ambientes rurales, como urbanos (18, 22). Existen algunos estudios que han evaluado la prevalencia y características de la leptospirosis en animales silvestres, como se observa en las tablas 1 y 2.

La enfermedad en los animales silvestres produce cuadros clínicos similares a los descritos en las especies domésticas: bajos índices de fertilidad, nacimientos de crías débiles, abortos e incluso trastornos oculares (44). La leptospirosis puede pasar desapercibida o presentarse en forma severa e incluso fatal. La fase aguda comienza de forma típica con fiebre e inapetencia, seguida de grados variables de hemorragia en las membranas mucosas, ictericia y orina rojiza, debida a la lisis de los glóbulos rojos, depresión, sed, deshidratación, vómito y dolor abdominal. Puede haber meningitis, neumonía, ausencia de la producción de leche y sangre en la misma (44, 45). Los microorganismos se eliminan por la orina de los individuos que se encuentran en la última etapa de la enfermedad o que mantienen un estado de infección posterior al cuadro clínico, sea éste aparente o no.

Varios grupos de investigación han estudiado la prevalencia de la infección por *Leptospira* sp., en animales silvestres han encontrado implicadas especies de roedores, edentados, carnívoros y artiodáctilos, los cuales pueden actuar como fuentes de infección (28, 46, 47). Otras investigaciones desarrolladas en la Amazonía peruana, estimaron que un tercio de los mamíferos silvestres analizados por técnicas moleculares pertenecientes al Orden Rodentia, Marsupialia, Chiroptera y Carnivora, proponen que las especies evaluadas podrían estar excretando leptospirosis patógenas en la orina, convirtiéndose en una fuente de infección para las personas y los animales domésticos que habitaban dicha región, debido a su cercanía al área urbana (47). De otra parte, varias especies de roedores pueden ser reservorios de diferentes serovares, pero las ratas en general son hospederos de mantenimiento de las serovares *Icterohaemorrhagiae* y *Copenhageni* (17).

Las especies silvestres son susceptibles a la infección por una amplia variedad de serovares de *Leptospira*, para las cuales, estos participarían como hospederos accidentales (48, 49) y que son frecuentemente reactivos a los serovares comunes de su área nativa (48). Sin embargo, los animales de orígenes ecológicos y con antecedentes epidemiológicos diferentes, que son forzados a vivir en condiciones de cautiverio pueden crear una oportunidad para la propagación de agentes infecciosos y para la exposición a diferentes serovares (39). Es importante resaltar, que estudios serológicos efectuados en animales silvestres cautivos, han permitido evidenciar la ausencia de anticuerpos contra serovares de *Leptospira* que son comúnmente detectados en animales en su ecosistema natural (39, 48). Se ha sugerido que la enfermedad se ha convertido en una preocupación primordial en las colecciones zoológicas, debido a que la mayoría de los zoológicos presentan condiciones que facilitan la exposición a roedores, zarigüeyas y otros animales de vida silvestre (19).

Colombia tiene escasa información sobre la prevalencia de la leptospirosis en la población silvestre en vida natural y confinada. Se han efectuado trabajos especialmente, en sistemas de producción porcícola, como el realizado por Giraldo (6) en el que se reporta seropositividad de 82.6 % (62/75) contra *Leptospira* en roedores sinantrópicos (*Rattus norvegicus*, *Rattus rattus*, *Mus musculus*) de planteles porcinos de la zona cafetera colombiana. Así mismo, una investigación realizada en el Urabá antioqueño colombiano, sugiere la necesidad de estudiar la leptospirosis en ambientes silvestres de la zona, debido a que es posible que estos nichos puedan albergar cepas cuya virulencia, patogénesis e importancia para la salud humana y animal, sean desconocidas, más aún, por el aumento de áreas suburbanas, áreas de invasiones rurales y semirurales para la construcción de viviendas (50).

Tabla 1. Trabajos publicados que relacionan especies silvestres (en su medio natural), en la cadena epidemiológica de Leptospira

Especie	Papel en la cadena epidemiológica	<i>Leptospira interrogans</i>	País	Prevalencia	Referencias
Zarigueya "cola de cepillo" (<i>Trichosurus vulpecula</i>)	Hospedero de mantenimiento	<i>balcanica</i> (Serogrupo Hebdomadis)	Nueva Zelanda	SR	(31)
Pecarí de collar (jabalí) (<i>Tayassu tajacu</i>)	Sugestivos como hospedadores de mantenimiento o portadores	Serogrupos: Icterohaemorrhagiae Cynopteri Australis	Amazonía peruana	86.4 %	(32)
Pecarí de collar (jabalí) (<i>Tayassu tajacu</i>)		Butembo, autumnalis	Amazonía	9.8 % MAT	(33)
Murciélago hematófago (<i>Desmodus rotundus</i>)	Hospedadores de mantenimiento	Serovares: Pyrogenes, Shermani and Javanica	Botucatu (Brasil)	7.8% MAT	(30)
Armadillos (<i>Dasybus novemcinctus</i> , <i>D. hybridus</i> , <i>Cabassous tatouay</i>)	Hospedadores accidentales	Serovar: Autumnalis <i>Grippothyphosa Hardjo, Patoc</i>	Botucatu (Brasil)	9.68 % MAT	(34)
Monos (<i>Callithrix jacchus</i>)	Modelo para estudios clínicos	<i>copenhageni</i>	Brasil	IE	(35)
Mamíferos de cinco especies	Reservorios	<i>Pomona, wolffi, Icterohaemorrhagiae</i>	Mato Grosso do Sul (Brasil)	20.3 % IQ y MAT	(36)
Monos neotropicales (<i>Cebus Apella</i>)	Posibles portadores	<i>canicola</i>	Brasil	IE	(28)
Monos neotropicales (<i>Cebus Apella nigrinus</i>)	Posibles portadores	Shermani, andamana, <i>grippothyphosa</i>	Ribeirão Preto	60 % MAT	(28)
Mono cornudo (<i>Cebus apella</i>)	Portadores asintomáticos	<i>Pomona, brasiliensis, mini, grippothyphosa, fluminense, autumnalis</i>	Estado Tocantins (Brasil)	16.1 % MAT	(38)
Ratas (<i>Rattus norvegicus</i>)	Reservorios sinantrópicos, portadores	<i>icterohaemorrhagiae copenhageni</i>	Salvador (Brasil)	80.3% CA	(18)

*IQ: Inmunohistoquímica; MAT: Microaglutinación; CA: cultivo y aislamiento; IE: infección experimental; SR: sin reporte.

Tabla 2. Trabajos publicados que relacionan especies silvestres (en cautiverio), en la cadena epidemiológica de *Leptospira* sp.

Especie	Papel en la cadena epidemiológica	<i>Leptospira interrogans</i>	País	Prevalencia	Referencias
<i>ANIMALES EN CAUTIVERIO (ZOOLOGICOS)</i>					
Felinos silvestres, géneros: <i>Felis</i> , <i>Felix</i> , <i>herpailurus</i> , <i>Leopardus</i> , <i>Panthera</i> , <i>Puma</i>	Hospedadores accidentales	Serovares: <i>Hardjo</i> , <i>Pomona</i>	Zoológico de Rio de Janeiro (Brasil)	13.3 % MAT	(19)
Mamíferos (38 especies)	Hospederos accidentales	<i>Icterohaemorrhagiae</i>	Zoológico de Rio de Janeiro (Brasil)	37.7 % MAT	(39)
Réptiles, peces, aves y mamíferos	Hospederos accidentales	<i>Icterohaemorrhagiae</i> , <i>panama</i> , <i>canicola</i> , <i>patoc</i> , <i>andamana</i>	Zoológico Ribeirão Preto (Brasil)	26.5 % MAT	(40)
Primates y felinos	Hospederos accidentales	<i>copenhageni</i>	Zoológico de Aracaju (Brasil)	12.5 % MAT	(41)
Animales silvestres en cautiverio	Portadores y H. accidentales	<i>Icterohaemorrhagiae</i> , <i>copenhageni</i> , <i>catellonis</i> , <i>grippotyphosa</i>	Zoológico de São Paulo (Brasil)	19.5 % MAT	(42)
Primates no humanos – Monos capuchinos (<i>Cebus apella</i> , <i>C. albifrons</i> , <i>C. capuchinus</i>)	Portadores	Serovar: <i>Copenhageni</i> / <i>Icterohaemorrhagiae</i>	Centro de Rehabilitación de fauna silvestre (Colombia)	<i>Brote</i> PCR-C	(43)

* MAT: Microaglutinación; C: cultivo.

Los autores han trabajado con primates no humanos en un zoológico colombiano (datos no publicados), en donde se encontraron altas tasas de prevalencia de leptospirosis (25 % y 23.07 %) en animales y trabajadores respectivamente. Sin embargo, los serovares presentes en los primates y el personal fueron diferentes. Los serovares más frecuentes entre los funcionarios fueron *Bataviae*, *Gryppotyphosa* y *Hurstbridge*. En los primates predominaron los serovares *Icterohaemorrhagiae*, *Pomona* y *Ranarum*.

Las especies de primates *Ateles paniscus*, *Cebus albifrons* y *Saguinus leucopus*, fueron las que presentaron mayor reactividad. Estos resultados se deben a que existen otras fuentes de infección para el personal, por el estrecho contacto con especies de diferentes orígenes ecológicos, además de los riesgos relacionados con reservorios domésticos. Es de resaltar que en ambientes en cautiverio, los principales factores de riesgo para la leptospirosis sugeridos son: presencia de múltiples especies con diferentes

serovares y altos niveles de estrés, estrecho contacto de las especies de hábitos terrestres con la orina de animales infectados o de roedores sinantrópicos, instalaciones en inadecuadas condiciones de mantenimiento, ausencia de perfiles serológicos para el diagnóstico de la enfermedad, falta de programas de vigilancia epidemiológica activa en especies animales y el hombre, entre otros aspectos.

CONCLUSIONES

Los animales silvestres pueden participar en la cadena epidemiológica de la leptospirosis como reservorios, portadores, hospedadores de mantenimiento y hospedadores accidentales, de acuerdo a factores que tienen que ver con características propias de las especies, condiciones ambientales y susceptibilidad de los animales a la infección, siendo importante conducir estudios que permitan dilucidar el papel de cada especie en la emergencia de la enfermedad en zonas endémicas.

Debido a que las enfermedades infecciosas emergentes constituyen una seria amenaza para las especies silvestres, las investigaciones de estas

enfermedades en dichas poblaciones, pueden beneficiar los esfuerzos en la conservación y proveer una conexión entre estudios serológicos y las bien reconocidas necesidades de la detección, identificación y vigilancia epidemiológica oportuna de estas enfermedades.

Por otro lado, el adecuado dimensionamiento de la intensidad de infección en los ambientes de cautiverio al igual que la detección de los potenciales hospedadores y diseminadores del microorganismo entre las diferentes especies silvestres y exóticas, permiten la generación de programas de control efectivos encaminados al correcto control de los vectores y otras fuentes involucradas de manera importante en el ciclo epidemiológico de la enfermedad. Entre las medidas preventivas y de bioseguridad que se han encontrado como útiles tenemos: el manejo integral de plagas, principalmente roedores; ubicación de alimentos en lugares altos; aseo frecuente de las instalaciones y sobre todo, un excelente y exhaustivo plan de vigilancia epidemiológica, donde se incluyan, tanto muestreos serológicos frecuentes a los animales, como también evaluación post-mortem de los animales sospechosos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cutler SJ, Fooks AR, van der Poel WHM. Public Health threat of new, reemerging and neglected zoonoses in the industrialized world. *Emerg Infect Dis* 2010; 16(1):1-7.
2. Sleeman J. Wildlife zoonoses for the veterinary practitioner. *Journal of Exotic pet Medicine* 2006; 15(1):25-32.
3. Daszak P, Cunningham A, Hyatt A. Emerging infectious diseases of wildlife threats to biodiversity and human health. *Science* 2000; 287:443-449.
4. Pavlin BI, Schloegel LM, Daszak P. Risk of importing zoonotic diseases through wildlife trades, United States. *Emerg Infect Dis* 2009; 15(11):1721-1726.
5. Ferro BE, Rodríguez AL, Pérez M, Travi BL. Seroprevalencia de infección por leptospira en habitantes de barrios periféricos de Cali. *Biomédica* 2006; 26:250-257.
6. Giraldo de León G, Orrego A, Betancurth AM. Los roedores como reservorios de leptospiras en planteles porcinos de la zona central cafetera de Colombia. *Arch Med Vet* 2002; 34(1):69-78.
7. Astudillo M, González A, Batista N, Mirabal M, Menéndez J. Estudio seroepidemiológico de la leptospirosis humana en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Rev Cubana Med Trop* 2009; 61(2):1-10.
8. Romero MH, Sánchez JA, Hayek LC. Prevalencia de anticuerpos contra *Leptospira* en población urbana humana y canina del departamento del Tolima. *Rev. Salud Pública* 2010; 12(2):268-275.
9. Dobson A, Foufopoulos J. Emerging infectious pathogens of wildlife. *R Soc Lond B* 2001; 356:1001-1012.
10. Murphy FA. Emerging zoonoses: the challenge for public health and biodefense. *Prev Vet Med* 2008; 86:216-223.
11. Monsalve S, Mattar S, Gonzalez M. Zoonosis transmitidas por animales silvestres y su impacto en las enfermedades emergentes y reemergentes. *Rev. MVZ Córdoba* 2009; 14(2):1762-1773.
12. Aguirre AA. Wild canids as sentinels of ecological health: a conservation medicine perspective. *Parasit Vectors* 2009; 2(Suppl. 1):1-8.
13. Storck CH, Postic D, Lmaury I, Pérez JM. Changes in epidemiology of leptospirosis in 2003-2004, a two El Niño Southern oscillation period, Guadeloupe archipelago, French West Indies. *Epidemiol Infect* 2008; 136:1407-1415.
14. Thompson RCA, Lymbery AJ, Smith A. Parasites, emerging disease and Wildlife conservation. *Int J Parasitol* 2010; 40(10):1163-1170.
15. Bengins RG, Leighton FA, Fischer JR, Artois M, Mörner T, Tate CM. The role of wildlife in emerging and re-emerging zoonoses. *Rev Sci Tech* 2004; 23(2):497-511.
16. Bharti A, Nally J, Ricaldi JN, Matthias MA, Diaz M, Lovett MA, et al. Leptospirosis: a zoonotic disease of global importance. *The lancet* 2003; 3:757-771.
17. Levett, P. Leptospirosis: A forgotten zoonosis? *Clin Appl Immunol Rev*, 2004; (4):435-448.
18. Faria MTD, Calderwood M, Athanazio D, McBride AJA, Hartskeerl RA, Pereira MM, et al. Carriage of *Leptospira interrogans* among domestic rats from an urban setting highly endemic for leptospirosis in Brazil. *Acta Trop* 2008; 108:1-5.
19. Lilenbaum W, Monteiro RV, Albuquerque CE, Ristow P, Fraguas S, Cardoso VS, et al. tospirial antibodies in wild felines from Rio de Janeiro Zoo, Brazil. *Vet J* 2004; 168:191-193.

20. Góngora A, Parra JL, Aponte LH, Gómez LA. Seroprevalencia de *Leptospira* spp. en grupos de población de Villavicencio, Colombia. Rev. Salud Pública 2008; 10(2):269-278.
21. Lau C, Smythe L, Weintein P. Leptospirosis: an emerging disease in travellers. Travel Med Infect Dis 2010; 8:33-39.
22. Gatti M, Arias D, Rosetti C, Selva S, Copes J, Laplace R et al. Investigación de leptospirosis en lagos del zoológico de la Plata, Argentina. Analecta Vet 2004; 24(1):18-20.
23. Levett, P. Leptospirosis. Clin Microbiol Rev 2001; 14(2):296-326.
24. Céspedes M. Leptospirosis: enfermedad zoonótica reemergente. Rev Perú Med Exp Salud Pública 2005; 4:290-307.
25. Adler B, de la Peña M. Leptospira and leptospirosis. Vet Microbiol 2009 (in press 2009).
26. Romero MH, Astudillo M, Quintero ME. Seroprevalencia y serotipificación de leptospirosis canina en el municipio de Buenaventura (Valle del Cauca). Biosalud 2007; 8:71-76.
27. Orrego A, Giraldo G, Ríos B, Valencia P. Leptospirosis en personas de riesgo de quince explotaciones porcinas y de la Central de Sacrificio de Manizales, Colombia. Arch Med Vet 2003; 35(2):205-213.
28. Scarcelli E, Piatti RM, Fedullo JDL, Façal S, Cardoso MV, Castro V, et al. *Leptospira* spp. detection by polymerase chain reaction (PCR) in clinical samples of captive black-capped capuchin monkey (*Cebus apella*). Braz J Microbiol 2003; 34:143-146.
29. Jori F, Galvez H, Mendoza P, Céspedes M, Mayor P. Monitoring leptospirosis seroprevalence in a colony of captive collared peccaries (*Tayassu tajacu*) from the Peruvian Amazon. Res Vet Sci 2009; 86(3):383-387.
30. Zetun CB, Hoffmann JL, Silva RC, Souza LC, Langoni H. *Leptospira* spp. and *Toxoplasma gondii* antibodies in vampire bats (*Desmodus rotundus*) in Botucatu region, sp, Brazil. J Venom Anim Toxins Incl Trop Dis. 2009; 15(3):547-552.
31. Day TD, Waas JR, O'Connor CE, Carey PW, Matthews LR, Pearson AJ. J Wildlife Dis 1997; 33(2):254-260.
32. Jori F, Galvez H, Mendoza P, Céspedes M, Mayor P. Monitoring leptospirosis seroprevalence in a colony of captive collared peccaries (*Tayassu tajacu*) from the Peruvian Amazon. Res Vet Sci 2009; 86(3):383-387.
33. Mayor P, Le Pendu Y, Guimarães DA, da Silva JV, Tabares HL, Tello M, et al. A health evaluation in a colony of captive collared peccaries (*Tayassu tajacu*) in the eastern Amazon. Res Vet Sci 2006; 81:246-253.
34. Costa da Silva R, Zetun CB, Bosco SM, Bagagli E, Rosa PS, Langoni H. *Toxoplasma gondii* and *Leptospira* spp. infection in free-ranging armadillos. Vet Parasitol 2008; 157:291-293.
35. Pereira MM, da Silva JJP, Pinto MA, da Silva MF, Machado MP, Lenzi HL, et al. Experimental leptospirosis in marmoset monkeys (*Callithrix jacchus*): A new model for studies of severe pulmonary leptospirosis. Am J Trop Med Hyg 2005; 72(1):13-20.
36. Girio RJS, Garcia FLP, Filho MM, Mathias LA, Herreira RCP, Alessi AC, et al. Pesquisa de anticorpos contra *Leptospira* spp. em animais silvestres e em estado feral da região de Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil. Utilização da técnica de imunohistoquímica para detecção do agente. Cienc Rural 2003; 34(1):165-169.

37. Morosini de Andrade T. Títulos de Anticorpos contra *Leptospira* spp. e análise bioquímica no soro sangüíneo em macaco Prego (*Cebus apella nigrilus*) [Tesis Doctoral]. Jaboticabal: Universidad Estatal Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias; 2007.
38. Souza Júnior MF, Lobato ZIP, Lobato FCF, Moreira EC, de Oliveira RR, Leite GG, et al. Presença de anticorpos da clase IgM de *Leptospira interrogans* em animais silvestres do Estado do Tocantins, 2002. Rev Soc Bras Med Trop 2006; 39(3): 292-294.
39. Lilenbaum W, Monteiro RV, Ristow P, Fraguas S, Cardoso VS, Fedullo LPL. Leptospirosis antibodies in mammals from Rio de Janeiro Zoo, Brazil. Res Vet Sci 2002; 73:319-321.
40. Silva C, Gírio RJ da S, Guerra-Neto G, Brich M, Santana LA, Amâncio FH, et al. Anticorpos anti-*Leptospira* spp. Em animais selvagens do zoológico municipal de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo State, Brazil. Braz J Vet Res Anim Sci 2010; 47(3):237-242.
41. Pimentel JS, Gennari SM, Dubey J, Marvulo MFV, Vasconcellos SA, Morais ZM, et al. Inquérito sorológico para toxoplasmose e leptospirose em mamíferos selvagens neotropicais do Zoológico de Aracaju, Sergipe. Pesq Vet Bras 2009; 29(12):1009-1014.
42. Corrêa SHR, Vasconcellos SA, Morais Z, Teixeira AA, Dias RA, Guimarães MADB, et al. Epidemiologia da leptospirose em animais silvestres na Fundação Parque Zoológico de São Paulo. Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci 2004; 41:189-193.
43. Szonyi B, Agudelo-Flórez P, Ramírez M, Moreno N, Ko Albert I. An outbreak of severe leptospirosis in capuchin (*Cebu's*) monkeys. Vet J 2010.
44. Luna MA, Moles LP, Torres JI, Gual F. Investigación serológica de leptospirosis en fauna silvestre mantenida en cautiverio en el zoológico de Chapultepec de la ciudad de México. Vet Méx1996; 27(3):229-234.
45. Neto-Guerra G. Freqüência de anticorpos contra *Leptospira* spp. em felídeos neotropicais em cativeiro no brasil [Tesis Mestre]. Jaboticabal: Universidad Estatal Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias; 2006.
46. Esteves FM, Guerra-Neto G, Gírio RJ da S, Silva-Vergara ML, Carvalho AC de FB. Detecção de anticorpos para *Leptospira* spp. em animais e funcionarios do zoológico municipal de Uberaba, MG. Arq. Inst Biol 2005; 72(3):283-288.
47. Bunnell JE, Hice CL, Watts DM, Montruel V, Tesh RB, Vinetz JM. Detection of pathogenic *Leptospira* spp. Infections among mammals captured in the Peruvian Amazon Basin region. Am J Trop Med Hyg 2000; 63(5,6):255-258.
48. Lilenbaum W, Vargas R, Moraes IA, Ferreira ARM, Pissinatti A. Leptospiral antibodies in captive lion tamarins (*Leontopithecus* sp.) in Brazil. Vet J 2005; 169(2):462-464.
49. Chapman CA, Gillespie TR, Goldberg TL. Primates and the ecology of their infectious diseases: How will anthropogenic change affect host-parasite interactions? Evol Anthropol 2005; 14:134-144.
50. Agudelo-Flórez P, Restrepo-Jaramillo BN, Arboleda-Naranjo M. Situación de la leptospirosis en el Urabá antioqueño colombiano: estudio seroepidemiológico y factores de riesgo en población general urbana. Cad. Saude Publica 2007; 23(9):2094-2102.