

# LA PRESENCIA DE LAS ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA BIODIVERSIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE EN MÉXICO

## PRESENCE OF EMERGING DISEASES IN THE BIODIVERSITY AND ENVIRONMENT IN MEXICO

Juan Ricardo Cruz Aviña\*<sup>1</sup>, Elsa Iracena Castañeda Roldán <sup>1,2</sup>, Eduardo Torres Ramirez<sup>1,3</sup>

1. Posgrado en Ciencias Ambientales, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Código Postal 72570, Puebla, Puebla, México.
2. Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Código Postal 72570, Puebla, Puebla, México.
3. Centro de Química, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Código Postal 72570, Puebla, Puebla, México.

**Autor de correspondencia:** [ambystomag@hotmail.com](mailto:ambystomag@hotmail.com)

### RESUMEN

Las enfermedades zoonóticas emergentes (EZE) son en la actualidad amenazas graves para la salud pública. Aproximadamente 75% de las enfermedades que han surgido en los últimos 25 años provienen de la fauna silvestre. México es un país que alberga alrededor del 10% de la riqueza biológica del planeta. Las recientes epidemias como el síndrome respiratorio agudo severo (SARS, por sus siglas en inglés) y las infecciones por virus como el virus del Nilo Occidental o la influenza aviar demuestran la presencia de las EZE en el país. Los propósitos de este trabajo son proporcionar información general sobre las EZE y valorar el impacto de éstas en la salud pública y en la salud de los animales (biodiversidad), así como determinar el impacto social que se analiza bajo el concepto de One Health. Para observar el comportamiento de estas EZE es preciso trabajar en equipo de manera multidisciplinaria con el fin de establecer marcos teóricos y metodológicos que respondan a las problemáticas actuales de salud y que culminen en la generación de programas de vigilancia epidemiológica y de protocolos y medidas para la prevención de estas enfermedades (virus sin nombre, hantavirus, H1N1, enfermedad de Lyme, leishmaniosis) de reciente aparición en México.

**Palabras Clave:** Microorganismos, Enfermedades Nuevas, Erosión Genética, Bioaerosoles, Endemismos

### ABSTRACT

Emerging zoonotic diseases (EZD) are nowadays some of the most serious public health threats. Approximately 75% of the diseases that have emerged over the last 25 years derive from wildlife. Mexico is a country that hosts about 10% of the earth's biological wealth. Recent epidemics such as SARS and viral infections such as West Nile virus or avian influenza show the presence of EZD in Mexico. This paper aims to provide the reader with a general overview on EZD and to assess the impact that these diseases have on both public and animal (biodiversity) health, as well as to determine the social impact that is analyzed under the concept of One Health. To monitor EZD's behavior it is necessary to work as a multidisciplinary team with the purpose of creating theoretical and methodological frameworks that address current health issues and result in the production of epidemiological surveillance programs and prevention protocols and measurements to prevent these diseases (unnamed virus, hantavirus, H1N1 influenza, Lyme disease, leishmaniosis) that have recently appeared in Mexico.

**Key Words:** Microorganisms, Emerging Diseases, Genetic Erosion, Bioaerosols, Endemism

## INTRODUCCIÓN

Aunque los sistemas biológicos parezcan estables, pueden ocurrir pérdidas de especies y procesos de deterioro ecológico (erosión genética) como resultado de las actividades humanas (Montira *et al.*, 2009). El término zoonosis se definió ya desde 1959 por los integrantes del Comité de Expertos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), quienes lo plantearon como “aquellas enfermedades e infecciones que se transmiten bajo condiciones naturales entre los animales y el hombre” (Matamoros *et al.*, 2000; Acha y Szyfres, 2001; Garza, 2010). Actualmente, las zoonosis representan cerca del 75% de las enfermedades infecciosas del hombre (Monsalve *et al.*, 2009). De igual manera, en 1992 el Instituto de Medicina de los Estados Unidos de América definió como Enfermedades Zoonóticas Emergentes (EZE) aquéllas cuya incidencia ha aumentado recientemente o cuya amenaza puede aumentar en el futuro (Monsalve *et al.*, 2009; Hartskeel *et al.*, 2011). Las EZE constituyen la primera causa de muerte tanto en adultos como en niños en el mundo hoy día. Más de 13 millones de personas mueren anualmente debido a las EZE y a otras enfermedades reemergentes, tales como malaria, tuberculosis, síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA), fiebre hemorrágica producida por el virus Ébola, síndrome respiratorio agudo severo (SARS), infección por el virus del Nilo Occidental y dengue. La aparición de las EZE se origina en la fauna silvestre cuando existen alteraciones humanas del

Medio natural donde hay desplazamiento de microorganismos (Woolhouse, 2006; Tomley y Shirley, 2009; Hartskee *et al.*, 2011). Las EZE generalmente están asociadas con la alteración de las relaciones huésped-parásito, ocasionadas principalmente por las modificaciones ambientales o por los desequilibrios que resultan de las actividades humanas y, en menor grado, por los fenómenos naturales como huracanes o inundaciones (Patz *et al.*, 2000; Suárez y Berdasquera, 2000; Atlas y Bartha, 2001; Tomley y Shirley, 2009). La deforestación, la construcción de caminos, los cambios en los sistemas de control de agua y clima son factores que han favorecido, de manera individual o combinada, un incremento global de la morbilidad y la mortalidad de varias especies por las EZE (Montira *et al.*, 2009; Monsalve *et al.*, 2009; Hartskee *et al.*, 2011). El movimiento de los patógenos por vectores, debido al acercamiento en zonas donde habita fauna silvestre por la destrucción de sus hábitats naturales y por el cambio climático, es en resumen un modelo de convergencia, donde participan estos diferentes actores (King, 2004; Montira *et al.*, 2009). En México hay desconocimiento acerca de la prevalencia de las EZE en especies silvestres, muchas de ellas endémicas (60% del total), cuya reproducción puede incluso sufrir afectaciones negativas (erosión genética) ya que no están consideradas dentro de los programas federales de protección y supervisión (Fa y Morales, 1993; Fuller, 2007; Montira *et al.*, 2009; Monsalve *et al.*, 2009) como se ilustra en la **Figura 1**.



**Figura 1.** Se esboza la representatividad de los factores mediante un modelo que muestra la convergencia para ayudar a entender cómo los elementos interactúan para facilitar o dificultar la aparición e incidencia de las EZE (fauna salvaje-humano-microbio), generando y transmitiendo enfermedades infecciosas de esta manera. *Tomado de:* King, 2014.

• **Enfermedades emergentes y salud pública**

Las relaciones entre las EZE y la salud pública son complejas sobre todo en el caso de las que provocan enfermedades tanto en animales como en el ser humano. Por ejemplo, la tuberculosis bovina (*Mycobacterium bovis*), la rabia y la fiebre del Valle del Rift son problemas de salud con orígenes compartidos. Sin embargo, estas enfermedades suelen surgir en las poblaciones antes de ser identificadas como zoonosis. En estos casos, los métodos de detección y control requieren de un refuerzo integrado mediante expertos multidisciplinarios de ser posible (Drake, 2005; Montira *et al.*, 2009). Por otro lado, la falta de prevención genera un impacto económico local y escasez de la disponibilidad de proteínas de origen animal para el consumo

humano en el estado de Puebla. Estos problemas han propiciado escasez en la producción de huevo y aumento en el precio de la carne de cerdo y de ave en los últimos tres años (Matamoros *et al.*, 2000; FAO, 2013).

• **Roedores portadores de hantavirus y regiones de posible riesgo en México**

El síndrome pulmonar por hantavirus (SPH) es una enfermedad infecciosa aguda que se transmite al hombre por vía aérea al respirar partículas de orina y heces (bioaerosoles) de roedores de diversas especies infectados con Hantavirus. En Norteamérica, el hantavirus más impactante es el virus aludido como virus sin nombre (Peters, 1998; Young *et al.*, 2000). Hasta ahora, se han identificado varias especies de roedores portadores del virus sin nombre, los cuales son *Peromyscus leucopus*, *P. boylii*, *P. leucopus*, *Reithrodontomys megalotis*, *Neotoma mexicana*, *Sigmodon hispidus* y *Microtus mexicanus* (Childs *et al.*, 1994; Song *et al.*, 1995; Rawlings *et al.*, 1996; Wilcox y Colwell, 2005). Sin embargo, es probable que otras especies de roedores, quizá todas las especies de *Peromyscus*, sirvan como portadores de éste y otros hantavirus. Se han reportado diferentes estudios con casos de (SPH) en Centroamérica y Sudamérica (López *et al.*, 1996; Schmaljohn y Hjelle 1997), y cabe destacar que en México existen 48 especies de *Peromyscus* (Ramírez *et al.*, 2001; Sánchez *et al.*, 2005), por consiguiente el riesgo es potencial.

• **Leptospirosis en roedores silvestres de México**

La leptospirosis es una de las zoonosis distribuidas de manera más amplia y es ocasionada por diferentes serovariedades de espiroquetas patógenas del género *Leptospira*. Numerosas especies animales

silvestres son portadoras y transmisoras de esta zoonosis. Hasta ahora, se sabe que en México algunos roedores son portadores de la enfermedad, tales como *Peromyscus leucopus*, *Liomys irroratus*, *Sigmodon hispidus*, *Baiomys musculus*, *Oryzomys alfaroi* y la especie mundialmente diseminada *Mus musculus*, que son portadores vitalicios que infectan a otros individuos de la misma especie o al ganado rural facilitando de esta manera la propagación de la bacteria. Los animales infectados eliminan las *leptospiras* principalmente a través la orina, contaminando el suelo y el agua (Perkins *et al.*, 2005; Méndez *et al.*, 2013). Nuevamente, en el estado de Puebla, particularmente en el Valle de Atlixco se ha detectado *Leptospira inrerrogans* en ganado bovino proveniente de roedores silvestres y fauna nociva (Fernández *et al.*, 1993).

#### • Enfermedad de Lyme y algunos de sus vectores silvestres en México

La enfermedad de Lyme es un tipo de EZE causada por la espiroqueta *Borrelia burgdorferi* y es la enfermedad transmitida por vector más frecuente en Estados Unidos de América y Europa. Se transmite al ser humano a través de la mordedura de garrapata del género *Ixodes* (Fayer, 2000; Wilcox y Colwell, 2005). La ninfa de la garrapata es la principal responsable de la transmisión de borreliosis al ser humano, por lo cual el antecedente de mordedura puede pasar frecuentemente desapercibido (a pesar de la necesidad de un contacto mayor a 24 horas con la misma). Los portadores animales más comunes son el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el ratón de patas blancas (*Peromyscus leucopus*) y otros mamíferos pequeños. En México se conoce poco acerca de la enfermedad de Lyme y su ciclo de

transmisión. Sin embargo, los datos que se tienen de la borreliosis han aumentado en los últimos 30 años. Hoy se sabe también que dentro de sus vectores se encuentran los mapaches (*Procyon lotor*), las ardillas (*Tamiasciurus hudsonicus*) y los ratones (*Oryzomys palustris*), pero cualquier mamífero pequeño es susceptible de ser portador (Álvarez, 1996). En el caso particular de Puebla habitan los ratones *Peromyscus bullatus*, *P. difficilis*, *P. maniculatus*, *Liomys irroratus*, *Dipodomys phillipsii*, *Reithrodontomys megalotis*, *Microtus mexicanus* y la ardilla de tierra *Xeroespermophilus perotensis* (Januszewski *et al.*, 2001; Lorenzo *et al.*, 2006), entre otros portadores potenciales de la enfermedad. Aunque el reporte de enfermedad de Lyme en México es escaso, se han presentado casos de pacientes en todos los estados de la República.

#### • Parásitos de ratones de campo (helmintos y pulgas)

Los *Siphonaptera* son insectos parásitos de vertebrados endotermos, aves y mamíferos que afectan en mayor medida al orden *Rodentia* (ratones). En México hay alrededor de 172 especies de estos roedores, las cuales son un grupo de repercusión sanitaria ya que pueden transmitir enfermedades tales como peste, enfermedad de Lyme, leptospirosis, tifoidea y helmintiasis, entre otras. Actualmente, se han registrado en la Región de Puebla dos especies de helmintos (*Caballerolecythus ibunami* y *Lamothe oxyurisackerti*) y tres de sifonápteros (*Anomiopsyllus perotensis*, *Stenistomera alpina* y *Echidnophaga gallinacea*), todos ellos presentes en los ratones silvestres *Liomys irroratus*, *Dipodomys phillipsii*,

*Peromyscus difficilis*, *P. maniculatus*, *Reithrodontomys megalotis* y *Neotoma nelsoni*, originarios de la zona de la Cuenca Oriental en el Altiplano de México (Acosta y Fernández, 2009; Falcón et al., 2012; Acosta, 2014).

• **Enfermedad de Chagas y sus portadores silvestres en México**

Los estudios sobre la transmisión de EZE en reservas de biodiversidad en México son escasos, pero sobresalen algunos trabajos en el estado de Yucatán (Barrera et al., 1992). Los marsupiales, como las zarigüeyas, llamados en México tlacuaches, y pequeños roedores (*Peromyscus yucatanicus*, *P. leocopus*, *Heteromys gaumeri*, *Ototylomys phyllotis*, *Reithrodontomys gracilis* y *Sigmodon hispidus*), considerados como portadores naturales de *Trypanosoma cruzi*, son los agentes causales de la enfermedad de Chagas, la cual afecta aproximadamente al 25% de la población humana en América Latina. También se conocen como vectores de Chagas a las especies diseminadas mundialmente *Mus musculus* y *Rattus rattus* (Wilcox y Colwell, 2005; Cabello y Cabello, 2008).

• **Virus del Nilo Occidental y sus vectores naturales en México**

El virus del Nilo Occidental (VNO) fue aislado en 1937 en Uganda (OIE, 2011). Su hábitat fue caracterizado en Egipto en 1950. Pertenece al género *Flavivirus* donde se ubican virus como la encefalitis japonesa, la fiebre amarilla y el dengue. Se caracteriza por presentar tropismo del sistema nervioso central y, en el caso de aves, también es cardiotrópico. El VNO se transmite por mosquitos de los géneros *Culex* y *Aede*. Tiene su ciclo entre aves y mosquitos. En 2002 se reportó el primer caso en México en una persona que viajó a los Estados Unidos de América. Entre las

aves silvestres que son vectores se encuentran *Phalacrocorax auritus*, *Archilochus colibris*, *Larus delawarensis* y *Zanaida macroura* (Petersen y Roehrig, 2001).

• **Enfermedades emergentes en peces endémicos de aguas interiores**

Numerosos parásitos afectan a los peces endémicos de aguas interiores, pero sólo algunas especies de helmintos son zoonóticos (Contreras et al., 2003). Los más importantes son los nematodos *Anisakis*, *Pseudoterranova*, *Capillaria*, *Gnathostoma*; los cestodos del género *Diphyllbothrium* de los cuales destacan *D. latum*; y diversos trematodos de las familias *Opisthorchiidae* (*Clonorchis* y *Opisthorchis*) y *Heterophyidae* (*Heterophyes* y *Metagonimus*). La infección en humanos está asociada con prácticas alimenticias que suponen el consumo de pescado crudo o poco cocinado. De las 506 especies conocidas de peces mexicanos de aguas interiores 169 se encuentran en riesgo latente de infecciones por EZE o por otras causas, y 25 especies están extintas. Los estados con más reportes son Chihuahua con 46, Coahuila con 35, Nuevo León con 20, Sonora con 19, Durango con 18 y Tamaulipas con 15; excepto por Sonora estos estados son principalmente lugares de la región del Río Bravo, pero todos son áridos o semiáridos. La mayoría de las extinciones han ocurrido en Nuevo León con 8 y Coahuila con 7. Las principales causas de riesgo documentadas han sido reducción o alteración del hábitat con 86, carencia de agua con 83, presencia de peces exóticos enfermos con 76, población pequeña o en reducción notable con 73 y localidades o hábitats pequeños con 57

que equivalen a endemismos muy locales (Contreras y Lozano, 1993).

- **Hongos en poblaciones de anfibios silvestres**

La disminución de poblaciones naturales de anfibios ha ocurrido desde 1980 y ahora se ha convertido en un fenómeno mundial (Blaustein y Wake, 1990). Aunque factores tales como la destrucción del hábitat, la introducción de especies exóticas, la radiación ultravioleta y los contaminantes generados por el ser humano pueden estar involucrados en esta disminución, actualmente es evidente que las enfermedades son un aspecto importante en la disminución y la extinción de especies. El hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Berger *et al.*, 1998; Lips, 1999; Lips *et al.*, 2006) es el organismo responsable de este fenómeno. Este hongo quítrido fue reportado en el estado de Puebla, el cual se obtuvo de algunas salamandras acuáticas de la especie *Ambystoma velasci* en el Lago Cráter de Axalapasco de Quechulac (Frías *et al.*, 2008).

- **El concepto de Medicina de la Conservación**

El concepto actual de salud no sólo considera el bienestar humano, sino también abarca la salud animal y la salud de los ecosistemas. La continua modificación del medio ambiente por el ser humano ha aumentado la propagación de las EZE. Esto conduce a la integración de la medicina veterinaria, la medicina humana y las ciencias ambientales bajo el enfoque denominado Medicina de la Conservación (MC), la cual permite el estudio integral y multidisciplinario de la ecología de las

EZE como el síndrome respiratorio severo agudo, la fiebre del Nilo Occidental, la fiebre hemorrágica del Ébola, la enfermedad de Lyme, la rabia, la tripanosomiasis y la leishmaniosis. Todas estas enfermedades pueden ser abordadas desde el enfoque de la MC debido a la interacción entre fauna silvestre y doméstica y el ecosistema y el ser humano (Wilcox y Colwell, 2005; Arrivillaga y Caraballo, 2009).

- **Concepto multidisciplinario e integral One Health**

En 2004, la Sociedad de Conservación de Vida Silvestre convocó a un grupo de expertos de la Universidad Rockefeller de Nueva York y desarrolló la frase One World, One Health con el fin de promover la investigación de los efectos del uso de la tierra y de la salud de la vida silvestre en la salud humana (Herbold, 2005). Sin embargo, esta frase no es reciente. Hace casi 70 años el Dr. Calvin Schwabe (1947), en su obra titulada *Medicina veterinaria y salud humana*, se refirió a la creciente interdependencia del ser humano y de los animales, anticipando el novel concepto de One Medicine (Herbold, 2005; Dehove, 2010), replanteado hoy como One Health. Numerosas EZE surgen en las poblaciones humanas después de la exposición a un portador animal (Hammond y Diamond, 1997), después de la aparición de una mutación parasitaria, después de la resistencia al multitratamiento (Heinemann, 1999) o después de la evasión a la inmunización (Gana *et al.*, 2002). Aunque la mayoría de los datos científicos sobre la repercusión económica y sobre su manipulación que las EZE presuponen, se considera que los mayores niveles de incidencia mundial de las enfermedades se presentan en los países en desarrollo, debido a que carecen de la infraestructura y del

personal capacitado suficientes para tratar las EZE (Brooks y Hoberg, 2006). Lo mismo ocurre en el área veterinaria puesto que los controles no son lo bastante rigurosos y la prevención carece de planeación a largo plazo. También hay una crisis ecológica debido a que la mayor parte de la biodiversidad de los países mencionados anteriormente no está confinada en un área natural protegida (ANP) y conocemos poco acerca de sus enfermedades naturales, EZE, parásitos, vectores y portadores. Además, no hay protocolos de control vigentes (Brooks y Hoberg, 2006).

### CONCLUSIONES

La relación ser humano-animal está presente desde el origen mismo del proceso evolutivo; sin embargo, las relaciones entre ellos es muy variable. Por ejemplo, hoy son comunes los casos de propietarios de animales que viven en la ciudad que conservan la estructura tradicional del cuidado de los animales en su patio. Con respecto a esto, las EZE son un problema de Salud Pública en México a las cuales se les presta poca atención en comparación con otro tipo de enfermedades. Diferentes estudios empíricos y experimentales han mostrado que la interacción resultante en ambientes diversos genera escenarios de riesgo de EZE para plantas, animales y seres humanos. El efecto de la fragmentación y pérdida del hábitat (erosión genética) sobre las EZE ha sido demostrado de manera local y regional. De 1992 a 2010 la Organización Panamericana de la Salud (OPS) identificó más de 275 EZE que son transmisibles de animales a seres humanos. Las zoonosis de mayor impacto en México son rabia, leptospirosis, brucelosis, tuberculosis,

encefalitis equina y fiebre aftosa, que deben ser notificadas obligatoriamente a la Secretaría de Salud y a la SSEP. La facilidad para viajar en la actualidad ha contribuido a la diseminación de enfermedades que antes estaban restringidas a áreas específicas, como ocurrió recientemente con el SARS, los brotes de la viruela de los monos y el virus del Nilo Occidental en los Estados Unidos de América, siendo las dos últimas enfermedades nunca antes reportadas en el hemisferio norte. Los fenómenos recientes de colapsos en las colonias de abejas en Estados Unidos de América y Europa, la reducción de las poblaciones de anfibios por el hongo quítrido y los brotes de gripe aviar son problemas de estudio.

Los vínculos entre los cambios en los ecosistemas, la biodiversidad y las EZE son complejos. Estos vínculos implican otros cambios ambientales y sociales mundiales que se producen en un espacio y un tiempo determinados. Hay muchas formas en las que estos factores interactúan para tener un efecto sobre la salud del ser humano. La complejidad de los ciclos de vida, la ecología, la genética y la evolución de las EZE deben ser estudiadas y comprendidas de mejor manera. Es necesario formar equipos multidisciplinarios en diferentes niveles, que incluyan el gubernamental, enfocados en el problema, así como establecer protocolos y planes de acción a corto y mediano plazo en caso de epizootias y epidemias de EZE que pueden generar problemas serios de salud pública. Al respecto One Health promueve un esfuerzo conjunto multidisciplinario con el propósito de mejorar significativamente la salud humana, animal y ambiental.

## Agradecimientos

Posgrado en CA-ICUAP-BUAP, Proyecto Interacción Parásito Hospedero Segunda Etapa VIEP-BUAP. NAT/G/2014-2015. SSEP Departamento de Zoonosis, Juan M. Balderas, CESAPUE y SAGARPA. Efrén Vega Simont, Laboratorio de Patogenicidad Bacteriana CIM-BUAP, DICA, Miguel A. Valera y Guadalupe Tenorio. DUDESU Sonia E. Silva, Beca parcial VIEP-BUAP 2013-2015, IB UNAM. Gustavo Casas Andreu, Gabriel Barrios, Víctor Hugo Reynosa. FES I UNAM. Javier Alcocer, Miroslav Macek, Jorge Ciro y Luis Ocegüera. UAM-I José Ramírez Pulido y Gerardo Figueroa Lucero. A Ricardo Daniel Cruz Guerrero (colector). Don Lupe, Don Juan y Doña Lety de las comunidades de San Luis Atexcac y San Juan la Muralla, Municipio de Guadalupe Victoria, Puebla, México.

## Bibliografía

Acosta, G. Roxana y Fernández J. A. (2009). New species of *Anomyopsyllus* (Insecta: Siphonaptera), and noteworthy records of fleas from Nelson's woodrat, *Neotoma nelsoni* (Rodentia: Cricetidae) in the Oriental Basin, Mexico. *Journal of Parasitology*. 95: 532-535.

Acosta, G. R. (2014). Biodiversidad de Siphonaptera en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85: 345-352.

Acha, N. P. y Szyfres, B. (2001). Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Vol 1. 2ª Ed. Organización Panamericana de la Salud. Washington, D. C. Publicación Científica N° 503.

Álvarez, J. A. (2006). Detección molecular de *Borrelia burgdorferi* agente etiológico de la enfermedad de Lyme en perros y garrapatas en cuatro comunidades rurales del estado de Nuevo León. Tesis de Maestría. U.A.N.L, México, pp. 97.

Atlas, R. y Bartha, R. (2001). Ecología microbiana y microbiología ambiental. Pearson Educación S. A. (Eds.) Madrid, España, pp. 90.

Arrivillaga, J. y Caraballo, V. (2009). Medicina de la Conservación. *Rev. Biome.* 20: 55-67.

Barrera, P. et al. (1992). Prevalencia de la enfermedad de Chagas en el estado de Yucatán. *Rev Biomed.* 3 (3): 134-138.

Berger, L. et al. (1998). Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rain forests of Australia and Central America. *Proceedings of the National Academy of Science, USA*. 95: 9031-9036.

Blaustein, A. R.; Wake, D. B.; y Sousa, W. P. (1990). Amphibian Declines: judging stability, persistence, and susceptibility of population to local and global extinctions. *Conservation Biology*. 8 (1): 60-71.

Brooks, D. R. y Hoberg, E. P. (2006). Systematics and emerging infectious diseases: from management to solution. *Journal of Parasitology*. 92 (2), 426-429.

Cabello, C. y Cabello F. (2005). Zoonosis con reservorios silvestres: Amenazas a la salud pública y a la economía. *Rev Med Chile*. 136: 385-393.

Campbell, T. y Campbell, A. (2007). Emerging disease burdens and the poor in



cities of the developing world. *J. Urban Health*. 84 (1): 54–64.

Childs, J. E. *et al.* (1994). Serologic and genetic identification of *Peromyscus maniculatus* as the primary rodent reservoir for a new Hantavirus in the southwestern United States. *Journal of Infectious Diseases*. 169: 1271-1280.

Contreras, B. S. *et al.* (2003). Freshwater fish at risk or extinct in México. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 12: 241–251.

Contreras, B. S. y Lozano, V. M. L. (1993). Water, endangered riches, and development perspectives in Northeastern Mexico. *Conservation Biology*. 8 (2): 379–387.

Dehove, A. (2010). One world, one health. *Transboundary and emerging diseases*. 57: 1-3.

Drake, J. M. (2005). Risk Analysis for Invasive Species and Emerging Infectious Diseases. Concepts and Applications. 153 (1): 4-19.

Fa, J. E. y Morales L. M. (1993). Patterns of mammalian diversity in Mexico. In: *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*, Ramamoorthy, T. P.; Bye, R.; Lot A.; y Fa J. (Eds.) Oxford University Press, New York, pp. 565.

FAO. (2013). Guidelines for coordinated human and animal brucellosis surveillance: [//www.fao.org/docrep/006/y4723e/y4723e00.htm](http://www.fao.org/docrep/006/y4723e/y4723e00.htm); Accessed: September 4, 2015.

Falcón, J. A.; Fernández, J. A.; y Lira G. G. (2012). Helmintos y sifonápteros parásitos de cinco especies de roedores en localidades de la Cuenca Oriental, en el centro de México. *Acta Zoológica Mexicana*. 2 (28): 287-304.

Fayer, R. (2000). Global change and emerging infectious diseases. *Journal of Parasitology*. 86 (6): 1174-1181.

Fernández, R. *et al.* (1993). Detección de anticuerpos contra *Leptospira interrogans* en bovinos de hatos lecheros en el Valle de Atlixco, Puebla, mediante la prueba de aglutinación microscópica. *Vet. Mex.* 23 (1): 47-49.

Frías, P. *et al.* (2008). Chytridiomycosis Survey in Wild and Captive Mexican Amphibians. *EcoHealth*, 5: 18-26.

Fowler, M. E. y Miller R. E. (2007). Zoo and Wild Animal Medicine Current Therapy (6th Ed.) Saunders, EE.UU. pp. 900.

Gana, K.; Alaphilippe, D.; y Bailly, N. (2002). Réalité, illusion et santé mentale: l'exemple du biais de rajeunissement de soi chez l'adulte. *Revue Internationale de Psychologie Sociale*. 15 (1): 45–82.

García, M. E. *et al.* (2014). Enfermedad de Lyme: actualizaciones. *Gaceta Médica de México*. 150-84.

Gelev, I. y Gelev, E. (2010). A new species of fish-pathogenic bacterium antigenically related to classical *Brucellae*. *Veterinary Institute*. Plovdiv, Bulgaria. 141: 573-578.

Januszewski, M. C. *et al.* (2001). Experimental infection of non-target species of rodents and birds with *Brucella abortus* strain RB51 vaccine. *Journal of wildlife diseases*. 37: 532-537.

Harrison, I. J. and Stiasny M. L. J. (1995). The quiet crisis: a preliminary listing of freshwater fishes of the World that are either extinct or “missing in action”. In MecPhee, R. D. E. (Eds.) *Extinctions in Near Time: Causes, Contexts, and*

Consequences. pp. 271-331. Plenum Press, New York and London. pp. 970.

Hartskeerl, R. A.; Collares, Pereira M.; y Ellis, W. A. (2011). Emergence, control, and re-emerging leptospirosis: dynamics of infection in the changing world. *Clin Microbiol Infect.* 17: 494-501.

Hammond, K. A. y Diamond, J. (1997). Maximal sustained energy budgets in humans and animals. *Nature.* 6624 (386): 457-462.

Herbold, J. R. (2005). Emerging Zoonotic Diseases: An Opportunity to Apply the Concepts of Nidality and One-Medicine. *Environ. Health Prev. Med.* 10: 260-262.

Jones, K. E. et al. (2008). Global trends in emerging infectious diseases. *Nature.* 7181 (451): 990-993.

Labruna, M. B. et al. (2000). Ticks (Acari: Ixodidae) associated with rural dogs in Uruará, eastern Amazon, Brazil. *Journal of medical entomology.* 37: 774-776.

Kumate, R. J. (2009). Pandemia de influenza A (H1N1). *Cirugía y Cirujanos,* 3 (77): 165-166.

Lassuy, D. R. (1995). Introduced species as a factor in extinction and endangerment of native fish species. *Am. Fish. Soc. Symp.* 15: 391-396.

Lira, G. et al. (2008). Helminth parasites of atherinopsid freshwater fishes (Osteichthyes: Atheriniformes) from central Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad,* 2 (79): 325-331.

Lips, K. R. (1999). Mass mortality and population declines of anurans at an ups land site in western Panama. *Conservation Biology.* 13: 117-125.

Lips, K. R. et al. (2006). Emerging infectious disease and the loss of biodiversity in a Neotropical amphibian community. *Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America.* 103: 3165-3170.

Lorenzo, C. et al. (2006). Colecciones Mastozoológicas de México. AMM-IB UNAM, pp. 572.

Montira, R. et al. (2009). Biodiversity Loss Affects Global Disease Ecology. *Bioscience,* 59: 945-954.

Méndez, C. et al. (2013). Pesquisa serológica de *Leptospira* en roedores silvestres, bovinos, equinos y caninos en el noreste de México. *Rev Salud Anim.* 35 (1): 25-32.

Monsalve, S.; Mattar, S.; y González, M. (2009). Zoonosis transmitidas por animales silvestres y su impacto en las enfermedades emergentes y reemergentes. *Rev MVZ Cordoba.* 2 (14): 1762-1773.

Patz, J. A. et al. (2000). Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. *International journal for parasitology.* 30: 1395-1405.

Perkins, A. et al. (2005). The role of mammals in emerging zoonoses. *Mammal Study,* 30: S67-S71.

Peters, C. J. (1998). Hantavirus pulmonary syndrome in the Americas. *Emerging infections.* 17-64.

Petersen, L. R. and Roehrig, J. T. (2001). West Nile virus: a reemerging global pathogen. *Rev Biomed.* 12 (3): 1.

Ramírez, P. J. et al. (2001). Los *Peromyscus* (rodentia: muridae) en la colección de mamíferos de la Universidad

Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa (UAMI). *Acta Zool. Mex.* (83): 83-114.

Rawlings, J. A. *et al.* (1996). Co-circulation of multiple Hantaviruses in Texas with characterization of the small (S) genome of a previously undescribed virus of cotton rats (*Sigmodon hispidus*). *Am J Trop Med Hyg.* 55: 672-679.

Sánchez, V. C. *et al.* (2005). Distribución de roedores reservorios del virus causante del síndrome pulmonar por hantavirus y regiones de posible riesgo en México. *Acta zoológica mexicana*, 21 (3): 79-91.

Song, W. *et al.* (1995). Vista virus: a genetically novel hantavirus of the California vole *Microtus californicus*. *J Gen Virol.* 76: 3195-3199.

Shine, C.; Williams, N.; and Gündling, L. (2000). A guide to designing legal and institutional frameworks on alien invasive species. IUCN, Gland. 18-25.

Suárez, L. C. L. y Berdasquera C. D. (2000). Enfermedades emergentes y reemergentes: factores causales y vigilancia. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 6 (16): 593-597.

Schmaljohn, C. and Hjelle, B. (1997). Hantaviruses: a global disease problem. *Emerging infectious diseases*, 3 (2): 95.

Smith, Hobart, M. (1941). An analysis of the biote provinces of Mexico, as indicated by the distribution of the lizards of the genus *Sceloporus*. *Herpetofauna of Mexico*, II. pp. 700.

Tomley, F. M. and Shirley, M. W. (2009). Livestock infectious diseases and zoonoses. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 364 (1530): 2637-2642.

Young, J. C. *et al.* (2000). The incubation period of hantavirus pulmonary syndrome. *The American Journal of tropical medicine and hygiene.* 62: 714-717.

Wilcox, B. A. y Colwell, R. R. (2005). Emerging and Reemerging Infectious Diseases Biocomplexity as an Interdisciplinary Paradigm. *EcoHealth.* 2: 244-257.

Woolhouse, M. E. J. (1986). Where do emerging pathogens come from? *Microbe.* 1: 511-515.