



REVISIÓN [REVIEW]

SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS PARA EL ESTUDIO DE LAS ENFERMEDADES ZONÓTICAS EMERGENTES, REEMERGENTES Y OLVIDADAS EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN, MÉXICO

[CURRENT STATUS AND PERSPECTIVES FOR THE STUDY OF EMERGENT, REEMERGENT AND NEGLECTED ZONOTIC DISEASES IN THE YUCATAN PENINSULA, MEXICO]

Enrique Reyes-Novelo^{1*}, Hugo Ruíz-Piña¹, Javier Escobedo-Ortegón¹, Iván Rodríguez-Vivas², Manuel Bolio-González², Ángel Polanco-Rodríguez¹, Pablo Manrique-Saide².

¹Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi" Universidad Autónoma de Yucatán. Av. Itzaes No. 490 X 59A Centro, 97000, Mérida, Yucatán, México. ²Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán. A. P. 4-116 Col. Itzimmá, 97100. Mérida, Yucatán, México. Los autores pertenecen a la Red sobre Epidemiología de Enfermedades Zoonóticas y Transmitidas por Vector de Importancia en Salud Pública.

Email: enrique.reyes@uady.mx

*Corresponding Author

RESUMEN

Se presenta una revisión con el objetivo de integrar, describir y analizar la situación actual del conocimiento generado sobre enfermedades zoonóticas en la Península de Yucatán con el fin de establecer un marco teórico y metodológico para el planteamiento de una propuesta de investigación multidisciplinaria que responda a las problemáticas actuales y que culmine en la búsqueda y generación de programas de vigilancia epidemiológica y medidas para la prevención de estas enfermedades. A pesar de que la información recabada se limita al plano regional, las perspectivas de estudio que se plantean en este documento, son aplicables a diferentes escalas y regiones geográficas.

Palabras clave: Zoonosis; Salud; Enfermedades; Emergentes; Reemergentes; Olvidadas; Yucatán.

INTRODUCCIÓN

Las zoonosis representan un grupo de aproximadamente 200 enfermedades, muchas de ellas con repercusión como problema de salud a nivel mundial (Acha y Szyfres, 2001; 2003a; b). En años recientes se han presentado brotes de enfermedades producidas por patógenos nuevos y la reemergencia de enfermedades producidas por patógenos ya conocidos (Patz *et al.*, 2004; Rachowicz *et al.*, 2005). Numerosos estudios enfocados al estudio causal de la emergencia y reemergencia de estas zoonosis, han revelado que los factores asociados a la propagación y aumento de esta problemática se encuentran el cambio climático (Patz

SUMMARY

We present a review with the objective of integrate, describe and analyze the current state of knowledge generated about zoonotic diseases in the Yucatan Peninsula in order to establish a theoretical and methodological framework for the approach of a multidisciplinary research proposal that meets current problems and leading to the search and generation of epidemiological surveillance and measures to prevent these diseases. Although the information collected is limited to the regional level, the prospects for study that arise in this document are applicable to different scales and geographic regions.

Key words: Zoonoses; Health; Diseases; Emergent; Reemergent; Neglected; Yucatan.

et al., 2000b; WHO, 2004b), la movilidad de animales y personas (turismo y comercio) a grandes distancias en cortos periodos de tiempo (Shimshony, 2008b), la fragmentación y deforestación de selvas y bosques tropicales (Allan *et al.*, 2003; Suzán *et al.*, 2008b) principalmente para la producción agropecuaria (Manojkumar y Mrudula, 2006), la contaminación y el incremento del contacto entre animales y personas (Jensen *et al.*, 2002; Martínez-Barbabosa *et al.*, 2008) y la fauna silvestre (Chomel *et al.*, 2007; Daszak *et al.*, 2000; Friend, 2006; Kruse *et al.*, 2004).

Ante la crisis ambiental, climática y político-social del planeta, las organizaciones internacionales

relacionadas con la salud humana como la Organización Mundial de la Salud (WHO por su siglas en inglés), han llevado a cabo diversas reuniones y publicaciones con el fin de establecer lineamientos que permitan orientar tanto las investigaciones como las acciones a seguir para poder enfrentar y mitigar los brotes de enfermedades zoonóticas (Guhl y Lazdins-Helds, 2007; Meslin, 1997; Schofield, 2001; TDR-WHO, 2003; WHO, 2003; 2004a; 2006; 2007) y en especial aquellos que se dan en ambientes agropecuarios (Johnson y Thielges, 2010; WHO, 2006).

La Península de Yucatán es una región geográfica con clima tropical cálido subhúmedo, ubicada en el sureste de México e integrada por tres estados, Campeche, Quintana Roo y Yucatán. En esta región desde la década de los 60's se han realizado diversas investigaciones sobre enfermedades tropicales de origen zoonótico; sin embargo, como sucede en muchos otros países, estas enfermedades no sólo siguen siendo problemas de salud que no han podido ser controladas, sino que se ha visto un incremento en su incidencia, probablemente por factores de origen antrópico como los ya mencionados y de origen natural como los huracanes y los incendios forestales, cuyos efectos en la dinámica y patrones de transmisión aún se desconocen.

Bajo este panorama y en el contexto de las enfermedades rezagadas, así como de la emergencia y reemergencia de enfermedades, el objetivo de esta revisión es integrar y analizar la información disponible generada hasta la fecha sobre enfermedades zoonóticas en la Península de Yucatán, México que permita establecer un marco teórico y metodológico para el planteamiento de una propuesta de investigación multidisciplinaria que responda a las problemáticas actuales, que culmine en la búsqueda y generación de programas de vigilancia epidemiológica y consecuentemente, medidas para la prevención de las enfermedades zoonóticas acordes a los sistemas biológicos, sociales y económicos de la región.

EL CONTEXTO DE LAS ENFERMEDADES ZONÓTICAS EMERGENTES, REEMERGENTES Y OLVIDADAS

Las zoonosis son enfermedades que se transmiten en forma natural de los animales domésticos o silvestres a los humanos (Hubálek, 2003). Actualmente se han descrito más de 150 zoonosis que afectan a la población humana y muchas de ellas se presentan prácticamente en todo el mundo (Acha y Szyfres, 2003a). Éstas conforman un grupo complejo de padecimientos infecciosos generados por una amplia variedad de organismos entre los que se encuentran bacterias, virus, hongos, protozoos, helmintos y algunos artrópodos (Shimshony, 2008b). De forma

general se pueden clasificar en zoonosis de transmisión por contacto directo con los animales (por ejemplo Rabia, Carbunco) o por contacto indirecto como ingestión de alimentos, vías respiratorias, agua contaminada (por ejemplo Salmonelosis, Brucelosis, Leptospirosis, Hantavirus) y aquellas transmitidas por artrópodos vectores (por ejemplo Leishmaniasis, Enfermedad de Chagas, Filariasis).

Estas enfermedades son importantes debido a que aproximadamente el 60% de los patógenos que afectan al hombre son de origen zoonótico y al menos 800 patógenos son causantes de zoonosis (Woolhouse y Gowtage-Sequeria, 2005). Sin embargo, a pesar de lo anterior, muchas de las zoonosis se encuentran entre las enfermedades clasificadas como “olvidadas o rezagadas” por la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2006) y otras están en el grupo de las enfermedades identificadas como emergentes o reemergentes.

Las enfermedades emergentes se definen como nuevas infecciones que resultan de la evolución o modificación de un agente patógeno o parásito existente, que cambia su espectro de hospedadores, vector, patogenicidad o cepa; también incluyen las infecciones o enfermedades desconocidas hasta el momento de su aparición (Morse, 2004). Las enfermedades reemergentes son padecimientos conocidos que cambian o extienden su ubicación geográfica o cuya prevalencia u ocurrencia se incrementa o amenaza con aumentar considerablemente en las últimas dos décadas (Friend, 2006).

La condición de “olvidadas” se refiere principalmente a aquellas enfermedades que son importantes pero que no reciben suficiente atención para ser investigadas profundamente ni para dar tratamiento a las personas que las adquieren (Hotez, 2007), debido a esto se desconoce la magnitud de su problemática ya que no suelen distribuirse en forma uniforme, lo cual genera problemas muy localizados, baja prevalencia extendida en amplios rangos geográficos o dificultades para su diagnóstico, ya sea por compartir síntomas clínicos con otras enfermedades o porque el método de diagnóstico es caro y poco accesible, por tanto estas enfermedades se encuentran subestimadas lo que conlleva al desinterés de muchos gobiernos y agencias financiadoras para su atención, prevención o control (Hotez *et al.*, 2008; WHO, 2004a; 2006).

Es por esto que su expansión e impacto socioeconómico se encuentra constantemente en aumento, principalmente en los países en desarrollo, por lo tanto estas enfermedades continúan presionando de forma importante a los sistemas públicos de salud (Morán *et al.*, 2009), así como a los sistemas de producción pecuaria, afectando en forma negativa las

oportunidades de mejora en la expectativa y la calidad de vida, mejora alimenticia y exportación de productos de origen animal (WHO, 2006).

Lo anterior asocia a las zoonosis en forma muy estrecha con la pobreza (Hotez, 2007; 2008; Hotez *et al.*, 2008), ya que las personas que viven en dicha condición se encuentran en mayor riesgo de adquirir una enfermedad zoonótica, por convivir con animales reservorios (muchos domésticos o sinantrópicos) y por el poco o nulo desarrollo de infraestructura pública como agua entubada, servicios médicos, electricidad, vivienda, entre otros (Hunt, 2007). Además, una vez enferma, la gente pobre, pocas veces tiene capacidad de recibir tratamiento adecuado, ya que las pruebas para la detección de las zoonosis, generalmente se realizan en las ciudades grandes en donde se encuentra la infraestructura médica, por tanto, en muchas ocasiones representa un gasto incosteable viajar para recibir un diagnóstico oportuno y certero o para adquirir el tratamiento. El escenario empeora cuando no solamente la gente se enferma sino también los animales domésticos, lo cual, en lugares donde se hace algún tipo de pequeña ganadería, representa un doble impacto económico. En lugares con pobreza y pobreza extrema, la tenencia de algún animal de traspatio representa ingresos adicionales de dinero para el sustento de la familia, además de servir como dinero de emergencia, ya que en caso de alguna necesidad los animales son vendidos para obtener dinero en efectivo; sin embargo, ante la presencia de una zoonosis tanto en algún miembro de la familia como en los animales de traspatio, la atención de la vida humana se ve limitada por la incapacidad de obtener dinero de la venta de los animales enfermos o muertos (WHO, 2006).

La epidemiología general de las zoonosis se sustenta en la relación que se da entre animales domésticos, silvestres o sinantrópicos reservorios de diferentes patógenos y las personas (WHO, 2006), muchas de estas enfermedades incluyen en su ciclo de transmisión a un artrópodo vector (Lemon *et al.*, 2008) que permite al patógeno llegar a las personas sin que éstas entren en contacto directo con el animal reservorio.

De acuerdo con Hubálek (2003) la transmisión de las zoonosis se da principalmente en dos tipos de ambiente: el sinantrópico considerado como el ámbito doméstico y peridoméstico del ser humano y que puede involucrar sitios urbanos, suburbanos o rurales. El otro ambiente es el exoantrópico o selvático, el cual se da fuera de ambientes humanos, y más bien en sitios en donde la estructura de la vegetación permanece natural, en resiliencia prolongada o con perturbación mínima sin fragmentación (Hubálek, 2003). A pesar de ello, algunas zoonosis suelen circular en ambos ambientes.

Adicionalmente se puede encontrar un tercer ambiente, el ecotono, definido como un sistema dinámico que compone los límites o la zona de transición entre dos sistemas ecológicos adyacentes, lo que significa que es la zona de transición que existe entre diferentes ambientes y que juega un papel importante en los ciclos de transmisión de un gran número de enfermedades zoonóticas (Despommier *et al.*, 2007); los ecotonos importantes en la epidemiología de las zoonosis son los de origen antrópico (originados por actividades humanas) y que usualmente rodean los espacios habitados o manejados por personas entre los que se encuentran los campos de cultivo, los potreros, las áreas abiertas para actividades extractivas y los asentamientos urbanos o rurales por mencionar algunos ejemplos.

Debido a esta dinámica, la diseminación y permanencia de la transmisión de estas enfermedades dependen de las condiciones ambientales, definidas éstas como aquellas en las que el agente causal, el reservorio o el vector pueden permanecer vivos o en un estado subpatente (Friend, 2006), ya que los organismos silvestres (reservorios y/o vectores) ante la presencia o introducción de actividades e infraestructura antrópica migran o se dispersan entre los tres ambientes antes mencionados (Leishnam *et al.*, 2004; Norris, 2004; Rabinowitz *et al.*, 2005), generando cambios en la estructura de las comunidades y por consiguiente en la red de interacciones dada entre las especies y la dinámica de los ciclos de transmisión (Rabinowitz *et al.*, 2008; Ruedas *et al.*, 2004; Suzán *et al.*, 2008a). En este contexto se da la emergencia y reemergencia de muchas zoonosis, las cuales han tenido un incremento global en la morbilidad y mortalidad de animales y personas en todo el mundo (Patz *et al.*, 2000a; Pongsiri y Roman, 2007).

Aproximadamente el 75% de las enfermedades emergentes y reemergentes aparecidas en los últimos tiempos son de origen animal y casi todas ellas son potencialmente zoonóticas (Chomel *et al.*, 2007; Shimshony, 2008a; b).

Las enfermedades infecciosas emergentes han sido reconocidas como uno de los problemas más serios en salud pública en los últimos 30 años (Almeida *et al.*, 2005). Entre los principales factores que intervienen en la emergencia o reemergencia de enfermedades se han reconocido los cambios ecológicos (ya sea los de origen antrópico como agricultura, tala de bosques, contaminación o los naturales como huracanes, incendios forestales, sequías, inundaciones, variaciones climáticas), cambios demográficos o de comportamiento humano, comercio, viajes, tecnología, industria, adaptación o mutación de agentes patógenos, colapso o descuido de medidas de salud pública, entre los más importantes (Morse, 2004).

La evidencia de la relación entre estas enfermedades y el ambiente genera la necesidad de abordar su estudio desde la perspectiva eco-epidemiológica actual (Susser y Susser, 1996a; b), la cual se fundamenta en abarcar diferentes niveles de organización (molecular, individual, comunitaria y/o social) para su integración en el diseño, análisis e interpretación de su dinámica.

SITUACIÓN ACTUAL DE LAS ZONOSIS EMERGENTES, REEMERGENTES Y OLVIDADAS DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

A continuación se revisan los principales hallazgos publicados acerca de las zoonosis de importancia en salud pública y de la fauna potencial asociada a su transmisión en la península de Yucatán. El orden de cada descripción no implica mayor o menor importancia de cada una, sino solamente una forma de separar el origen de los diferentes agentes causales involucrados. La Tabla 1 resume la información sobre los vectores y reservorios de las diferentes zoonosis tratadas en este documento.

Hantavirus

Los virus del género *Hantavirus* (familia Bunyaviridae) (aproximadamente 14 diferentes virus) son reconocidos como agentes causales de la fiebre hemorrágica con síndrome renal (FHSR) y el síndrome pulmonar por hantavirus (SPH) (Schmaljohn y Hjelle, 1997). La OMS reportó para el período 1993-2004 un total de 1910 casos de SPH, en su mayoría diagnosticados en Brasil, Argentina, Chile y EUA: sin embargo, aunque México no está entre los países con mayor incidencia, la infección está presente con casos humanos reportados.

El ciclo de transmisión involucra a roedores de las subfamilias Arvicolinae y Sigmodontinae de la familia Muridae. En México se encuentran alrededor de 80 especies pertenecientes al grupo de los Múridos, principalmente de los géneros *Peromyscus*, *Reithrodontomys*, *Oligoryzomys*, *Oryzomys* y *Sigmodon*, los cuales son reservorios que presentan infección crónica persistente, generalmente sin dañarlos o matarlos. Los *Hantavirus* se propagan entre éstos y el hombre a través del contacto directo con secreciones (orina, heces y saliva) de animales infectados (Ramos, 2008).

La emergencia de infección por *Hantavirus* está asociada a cambios drásticos en el hábitat de los roedores (deforestación, cambios en el uso del suelo por actividades agropecuarias, desastres naturales) lo que genera que éstos migren a las zonas de vivienda de los humanos o que los humanos entran en contacto con los roedores en su hábitat o en lugares donde se almacenan productos agrícolas (Ruedas *et al.*, 2004; Schmaljohn y Hjelle, 1997; Suzán *et al.*, 2008a; 2008b).

De acuerdo con Ramos (2008), varios estudios en México han detectado la presencia de estos virus, en estados como Oaxaca, Zacatecas (Suzán *et al.*, 2001), Tamaulipas (Castro-Arellano *et al.*, 2009), Colima (Chu *et al.*, 2007), Guerrero y Morelos (Ramos, 2008); para estos dos últimos estados, las pruebas serológicas han determinado una seroprevalencia de 13.2% en observaciones hechas sobre diferentes especies de reservorios. Al parecer solamente Vado-Solís *et al.* (2003) reportaron evidencia de la circulación de un virus perteneciente al género *Hantavirus* en el estado de Yucatán, al encontrar reactividad serológica en humanos (0.64% de la población estudiada) de diferentes localidades del centro y sur del Estado; sin embargo, no encontraron anticuerpos contra este virus en diferentes especies de roedores analizados en el mismo estudio, debido muy probablemente al pequeño número de ejemplares capturados; no obstante, el hallazgo pone de manifiesto la necesidad de implementar vigilancia epidemiológica sobre *Hantavirus* en la región.

Virus del Nilo Occidental.

El Virus del Nilo Occidental (Virus del Oeste del Nilo, VON, West Nile Virus, WNV) pertenece a la familia de los Flaviviridae, es uno de los Arbovirus más expandidos geográficamente en el mundo, en 1999 fue reportado por primera vez en el continente Americano en la ciudad de Nueva York en donde causó la muerte de aves, caballos y humanos; y a partir de ahí se ha diseminado rápidamente hasta Sudamérica (Loroño-Pino *et al.*, 2003; Moudy *et al.*, 2007; Owen *et al.*, 2006).

Tabla 1. Vectores y reservorios de las diferentes zoonosis tratadas en esta revisión.

Enfermedad	Vector	Reservorios probables y confirmados comunes del agente etiológico	Referencias
Hantavirus		Roedores de los géneros <i>Peromyscus</i> , <i>Reithrodontomys</i> , <i>Oligoryzomys</i> , <i>Oryzomys</i> y <i>Sigmodon</i> .	Ramos (2008), Ruedas <i>et al.</i> (2004), Schmaljohn y Hjelle (1997), Suzán <i>et al.</i> (2008a; 2008b).
Virus del Nilo Occidental	Mosquitos del género <i>Culex</i>	Diferentes especies de aves migratorias.	Owen <i>et al.</i> (2006).
Rickettsiosis	Garrapatas de los géneros <i>Dermacentor</i> , <i>Rhipicephalus</i> , <i>Amblyomma</i> y pulgas como <i>Ctenocephalides felis</i> y <i>C. canis</i>	Perros (<i>Canis familiaris</i>), gatos (<i>Felis catus</i>), zarigüeyas.	Zavala-Velázquez <i>et al.</i> (2000), Zavala-Velázquez <i>et al.</i> (2002), Pérez-Osorio <i>et al.</i> (2008), Zavala-Castro <i>et al.</i> (2008).
Ehrlichiosis	Garrapatas de los géneros <i>Amblyomma</i> e <i>Ixodes</i>	Zarigüeya, ratones del género <i>Peromyscus</i> , coyote (<i>Canis latrans</i>), perro, mapache.	Parola <i>et al.</i> (2005), Rodríguez-Vivas <i>et al.</i> (2005), Jiménez-Coello <i>et al.</i> (2009).
Leptospirosis		Pequeños roedores, animales domésticos como el perro, bovinos, cerdos y zarigüeyas.	Vado-Solís <i>et al.</i> (2002b), Ruíz-Piña <i>et al.</i> (2002).
Borreliosis	Garrapatas del género <i>Ixodes</i>	Venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>), ratones del género <i>Peromyscus</i> , ardillas grises, zarigüeyas, mapaches, perros, caballos y bovinos	Acha y Szyfres (2001), Killilea <i>et al.</i> (2008), Ostfeld y Keesing (2000).
Filariasis	mosquitos de los géneros <i>Aedes</i> , <i>Culex</i> , <i>Anopheles</i> y el mosquito del manglar <i>Ochlerotatus taeniorhynchus</i>	Perros y gatos	Labarthe y Guerrero (2005), Cancrini y Gabrielli (2007), Manrique-Saide <i>et al.</i> (2008), Rodríguez-Vivas <i>et al.</i> (1994), Bolio <i>et al.</i> (2007).
Leishmaniasis	Mosquitas del género <i>Lutzomyia</i>	Mamíferos silvestres como <i>Otodylomys phyllotis</i> , <i>Oryzomys melanotis</i> , <i>Peromyscus yucatanicus</i> y <i>Sigmodon hispidus</i> , aunque algunos animales como el perro y roedores domésticos pueden comportarse también como reservorios del parásito.	Acha y Szyfres (2003 ^a), Canto-Lara <i>et al.</i> (1999), Chablé-Santos <i>et al.</i> (1995).
Enfermedad de Chagas	<i>Triatoma dimidiata</i>	Zarigüeya, zorra gris, tejón (<i>Nasua narica</i>) y mapache, roedores silvestres como <i>Oryzomys melanotis</i> , <i>Heteromys gaumeri</i> y <i>Peromyscus yucatanicus</i> , armadillo (<i>Dasyopus novemcinctus mexicanus</i>) y animales domésticos como perro, bovino, gato, burro, cerdo, así como ratas y ratones domésticos..	Ruíz-Piña y Vansberghe (2002), Zavala-Velázquez <i>et al.</i> (1996b), Ruiz-Piña y Cruz-Reyes (2002), Salazar-Schettino <i>et al.</i> (1997)..

Esta rápida expansión se explica por el ciclo de transmisión que tiene el virus, el cual involucra como reservorio a las aves migratorias y mosquitos del género *Culex* como sus vectores (Moudy *et al.*, 2007; Williams y Gingrich, 2007). Las aves son los hospederos más competentes del virus, ya que se ha visto que en ellas se amplifica y mantiene por largo tiempo la infección y son las únicas que transmiten el virus a otros mosquitos, mientras que los humanos y otros mamíferos no pueden (Gross, 2006), aunque algunos investigadores piensan que ciertos mamíferos podrían actuar como reservorios secundarios o temporales del virus (Farfán-Ale *et al.*, 2006; Marra *et al.*, 2003). Las aves migratorias han sido incriminadas por la rápida expansión del virus en el continente americano, ya que aquellas que adquieren la infección viven el tiempo suficiente para realizar al menos parte de su migración desde América del Norte hacia Centro y Sudamérica; durante este periodo, las aves están expuestas a las picaduras de mosquitos quienes adquieren el virus de la sangre de aves infectadas y lo transmiten a otras (existe evidencia que muestra inmunosupresión en las aves durante la migración, lo que favorece la infección del virus) o a hospederos ocasionales y finales como mamíferos y humanos (Owen *et al.*, 2006).

La acelerada expansión de la transmisión del virus en el continente americano ha generado que diferentes iniciativas principalmente de EUA establezcan programas de vigilancia epidemiológica en diferentes países del continente; como resultado se ha encontrado evidencia serológica reciente de la presencia del Virus del Nilo Occidental en varios estados de México como Sonora, , Nuevo León, Tabasco, Chiapas, Quintana Roo y Yucatán (Elizondo-Quiroga *et al.*, 2005; Farfán-Ale *et al.*, 2006; Farfán-Ale *et al.*, 2004; Loroño-Pino *et al.*, 2003; Marlenee *et al.*, 2004). A pesar de la evidencia serológica en caballos, otros mamíferos y algunas especies de aves migratorias, todavía se desconocen muchos aspectos del ciclo de transmisión del Virus del Nilo Occidental en el continente Americano. Un ejemplo de ello, es el papel de los mamíferos silvestres en el mantenimiento del ciclo de transmisión del virus y de su potencial dispersión al entorno humano.

Recientes estudios en Norteamérica han revelado respuesta serológica en 13 de 120 animales de varias especies de mamíferos, entre los que se puede considerar, zarigüeyas, mapaches, coatis, ratas y roedores silvestres (Dietrich *et al.*, 2005). Entre estos últimos, destacan las ardillas (*Sciurus niger*) quienes parecen estar participando como hospederos que mantienen el ciclo del virus (Root *et al.*, 2007), y que pueden ser un modelo animal para usarse como centinela para la vigilancia de la presencia del Virus del Nilo Occidental.

En el estado de Yucatán, un estudio piloto exploró la presencia de algunos patógenos zoonóticos en la mastofauna silvestre y encontró anticuerpos contra este virus en la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en la localidad de Tetiz, lo cual es importante ya que se ha visto que este es un animal frecuente en el peridomicilio rural de la región (datos no publicados). Otros mamíferos que pueden participar como potenciales hospederos del virus y que se han encontrado en el peridomicilio de localidades rurales del norte de la península son las zarigüeyas (*Didelphis virginiana*), ardillas (*Sciurus yucatenensis*), y ratones como *Peromyscus yucatanicus*, *P. leucopus* (Ruíz-Piña, 2007), lo cual es importante porque en estudios como el de Dietrich *et al.* (2005) se ha encontrado seropositividad en algunas de estas especies o especies cercanas infectadas por el virus, como por ejemplo: la zarigüeya (*Didelphis virginiana*) 75%; el mapache (*Procyon lotor*) 60%; la rata (*Rattus rattus*) 6%; la rata de campo (*Sigmodon hispidus*) 4% y la ardilla gris (*Sciurus carolinensis*) 2%.

Las evidencias publicadas hasta el momento respecto a la situación del Virus del Nilo Occidental en Yucatán, muestran que existen otros virus “parecidos” encontrados en el 70 % de muestras de mosquitos colectados en diferentes localidades de la Península, los cuales podrían estar ejerciendo una presión de competencia con el Virus del Nilo Occidental, o enmascarando la reacción serológica encontrada hasta el momento (Farfán-Ale *et al.*, 2009), por tanto, es relevante la continuidad de la investigación en el monitoreo y entendimiento de la dinámica de este virus en la región, ya que la situación geográfica de la Península y el flujo estacional de aves migratorias provenientes de Norteamérica, genera la posibilidad latente de que este virus se manifieste en la población y se convierta en un problema de salud pública.

Rickettsiosis

Son zoonosis causadas por bacterias intracelulares obligadas pertenecientes al orden Rickettsiales. La clasificación de estas bacterias se ha modificado de manera drástica en la última década, debido a la disponibilidad de nuevas herramientas genéticas y moleculares. Para fines prácticos, Parola *et al.* (2005) las organizan de acuerdo con el tipo de enfermedad que producen, de las cuales para América tropical las más importantes son: A) Rickettsias pertenecientes al género *Rickettsia*, productoras de Fiebre Manchada (Spotted Fever Group en inglés) generalmente transmitidas por garrapatas y *Rickettsia* que produce Tifus (generalmente transmitidas por pulgas), de las que existen diferentes especies patógenas, B) de los géneros *Ehrlichia* y *Anaplasma* que pertenecen a la familia Anaplasmataceae donde se encuentran las especies que producen Ehrlichiosis y Anaplasmosis.

Entre las Rickettsiosis emergentes y reemergentes que actualmente se han detectado en América tropical (incluyendo los trópicos de México) se encuentran la Fiebre Manchada de las Montañas Rocosas (Rocky Mountain Spotted Fever) causada por *Rickettsia rickettsii*, transmitida principalmente por garrapatas de los géneros *Dermacentor*, *Rhipicephalus* y *Amblyomma* (comunes en animales domésticos como el perro); el tifus de las pulgas causado por *Rickettsia felis*, transmitido principalmente por pulgas del género *Ctenocephalides* (principalmente *C. felis* y *C. canis*, pulgas del gato y del perro respectivamente) y la Ehrlichiosis Humana Monocítica (Human Monocytic Ehrlichiosis) transmitida por garrapatas de los géneros *Amblyomma* e *Ixodes* (Parola *et al.*, 2005; Pérez-Osorio *et al.*, 2008; Zavala-Castro *et al.*, 2008).

El ciclo de transmisión involucra principalmente a un mamífero ya sea silvestre, sinantrópico o doméstico; y el vector (pulgas y garrapatas) (Pérez-Osorio *et al.*, 2008). Sin embargo, parece que aún no es clara la importancia de los reservorios mamíferos, ya que las Rickettsias pueden transmitirse de forma vertical entre los vectores, por tanto una vez que una hembra adquiere la bacteria se la pasa a su progenie de forma transovárica. En el caso de la Ehrlichiosis se ha visto que los reservorios son diversos incluyendo animales domésticos y peridomésticos, como la zarigüeya (*Didelphis virginiana*), ratones del género *Peromyscus*, coyote (*Canis latrans*), perro (*Canis familiaris*), mapache (*Procyon lotor*) entre otros (Parola *et al.*, 2005) y al parecer juegan un papel relevante en el ciclo de transmisión a los humanos. Recientemente, Ruíz-Piña *et al.* (datos no publicados), determinaron la presencia de *Rickettsia felis* en dos especies de mamíferos sinantrópicos (la zarigüeya y el ratón *Peromyscus yucatanicus*), ambos con amplia distribución en la Península de Yucatán, y el último endémico a esta región del País. Esto es importante ya que en un estudio realizado por Boostrom *et al.* (2002) en EUA con *D. virginiana*, se mostró que 31.6% de personas infectadas con *Rickettsia typhi* vivían dentro del ámbito hogareño mínimo de zarigüeyas infectadas con la misma bacteria (Boostrom *et al.*, 2002). Por lo anterior, es probable que estos mamíferos (*D. virginiana* y *D. marsupialis*), tengan una participación importante en la transmisión y dispersión de esta zoonosis en el entorno rural y peridoméstico de la Península de Yucatán.

La primera evidencia de casos de rickettsiosis en Yucatán fue reportada por Zavala-Velázquez *et al.* (1996a) y un estudio posterior reveló una seroprevalencia humana de 5% en la región (Zavala-Velázquez *et al.*, 1999). Actualmente, se sabe que *Rickettsia felis* es el agente etiológico de una rickettsiosis de fiebre manchada en Yucatán y que es transmitida por la pulga *Ctenocephalides felis* presente en gatos y perros domésticos (Zavala-Velázquez *et al.*,

2000; Zavala-Velázquez *et al.*, 2002). Sin embargo también se han detectado casos de infección por *Rickettsia rickettsii* en niños (Zavala-Castro *et al.*, 2008). En el estudio de Zavala-Velázquez *et al.* (2002) se mostró la posibilidad de que uno de los reservorios de *R. felis* en Yucatán sea el perro, ya que 7.1% de los perros estudiados tuvieron anticuerpos contra antígenos de *Rickettsia* detectados mediante la técnica de inmunofluorescencia.

La Ehrlichiosis en Yucatán se ha detectado en perros infectados con *Ehrlichia canis* con una seroprevalencia de 44.1% en 120 perros estudiados (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2005), por lo que éstos autores consideran que es una región en la que este patógeno se comporta de manera endémica; sin embargo, Jiménez-Coello *et al.* (2009) difieren con el estudio de Rodríguez-Vivas *et al.* (2005) debido a que ellos encuentran una prevalencia del 8.7% en 309 perros examinados y refutan la hipótesis de que la enfermedad se presente en forma endémica. Estas diferencias al parecer se dieron por la especificidad y sensibilidad de los métodos de diagnóstico empleados en los diferentes estudios y al origen de los animales estudiados. De acuerdo con los resultados mostrados, el método serológico empleado por Jiménez-Coello *et al.* (2009) fue la prueba de anticuerpos mediante inmunofluorescencia indirecta (IFA) y la técnica de inmunoperoxidasa indirecta (IPT), mientras que Rodríguez-Vivas *et al.* (2005) emplearon una prueba comercial de ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay). Adicionalmente, Rodríguez-Vivas *et al.* (2005) identificaron la presencia de mórulas de *E. canis* en monocitos en el 5.5% de los perros estudiados.

Gongora-Biachi *et al.* (1999) realizaron el primer reporte en México de una persona proveniente del área rural de Yucatán que había sufrido “piquetes” por garrapatas y que fue diagnosticada con una infección producida por *Ehrlichia chaffeensis*, estos resultados indican que el patógeno está presente en la región y la vigilancia epidemiológica de esta enfermedad es necesaria.

Leptospirosis

Se presume que la leptospirosis es la zoonosis más diseminada en todo el mundo (Levett, 2001). Es causada por bacterias espiroquetas del género *Leptospira*, la más común en los casos humanos es *Leptospira interrogans*. La Leptospirosis se transmite de forma indirecta, el ciclo involucra a diferentes reservorios mamíferos y al humano. La bacteria se encuentra generalmente alojada en los riñones del reservorio (en los reservorios es muy poco frecuente la expresión patógena), posteriormente las espiroquetas son excretadas a través de la orina (WHO, 2003). La infección al humano es incidental cuando éste entra en

contacto directo con la orina o cuando ingiere alimentos o agua contaminados (Maciel *et al.*, 2008). Debido a las particularidades del sitio y las condiciones de la vivienda, es muy común que los animales domésticos, como el perro, se infecten con esta bacteria, principalmente por contacto o contaminación causada por animales sinantrópicos (principalmente pequeños roedores) (Levett, 2001). Una vez que el perro adquiere la bacteria, el riesgo para las personas que conviven con él aumenta, ya que pueden infectarse con la saliva o la orina del animal (Brown y Prescott, 2008). No obstante, es común la transmisión a los humanos por los roedores que invaden la vivienda o los sitios en donde se almacenan alimentos (Levett, 2001; Maciel *et al.*, 2008).

Esta enfermedad es difícil de diagnosticar clínicamente debido a que puede confundirse con otras infecciones febriles, además posee tres expresiones distintas: subclínica, anictérica y grave conocida también como Enfermedad de Weil, la cual puede ser potencialmente mortal. Se ha visto que en sitios donde se da una epidemia, la mortalidad en las personas infectadas puede llegar a un 30% (WHO, 2003); adicionalmente, la enfermedad se ha vuelto más frecuente en zonas urbanas, principalmente en los cinturones de pobreza y áreas marginadas (Maciel *et al.*, 2008; Reis *et al.*, 2008).

Zavala-Velázquez *et al.* (1998) detectaron que 14% de pacientes provenientes de Yucatán y Campeche, que habían sido diagnosticados inicialmente con Dengue fueron positivos a *Leptospira interrogans*. En un estudio posterior Vado-Solís *et al.* (2002b) analizaron 439 sueros de pacientes procedentes de 44 municipios de Yucatán y encontraron 13.9% de sus muestras con positividad a *Leptospira*, con una mayor proporción en muestras provenientes de áreas rurales (20.5%) con respecto a muestras de áreas urbanas (9.5%). Al parecer la forma anictérica es más frecuente en la región (85% de las muestras); sin embargo, la forma ictérica también está presente con el 14.8% de las muestras analizadas. En otro estudio Vado-Solís *et al.* (2002a) estimaron una incidencia o tasa de infección en humanos de 2.2/100,000 para el año 1998; 0.7/100,000 para el año 1999 y para el año 2000 estimaron 0.9/100,000 habitantes en el estado de Yucatán. Los serovares identificados en la región en los diferentes trabajos son *panama*, *pomona*, *icterohaemorrhagiae*, *wolfii* y *canicola*.

Existen cuatro estudios sobre los reservorios de este patógeno en Yucatán. Vado-Solís *et al.* (2002b) analizaron muestras serológicas de cerdos, perros, roedores, bovinos y zarigüeyas y encontraron que los seropositivos más frecuentes son los cerdos (25%), los perros (19%) y los roedores (15%). Es importante remarcar que la zarigüeya tuvo una seroprevalencia de 5%, tanto en el estudio de Vado-Solís *et al.* (2002b)

como en el de Ruíz-Piña *et al.* (2002) lo cual parece interesante ya que es un animal común en el peridomicilio de la región. Recientemente se sumó el trabajo de Jiménez-Coello *et al.* (2008a) en el que reportan una seroprevalencia del 35% en 400 perros de la ciudad de Mérida, analizados mediante una prueba de microaglutinación y una prueba de ELISA. En otro estudio realizado Yucatán, Segura-Correa *et al.* (2003) estudiaron la seroprevalencia en 734 bovinos a *Leptospira interrogans* usando una prueba de microaglutinación y encontraron 13 serovares en los bovinos estudiados y una seroprevalencia de 62.8% a uno o más serovares, siendo *hardjo* (54.1%) y *tarassovi* (53.3%) los más comunes.

Es importante resaltar la carencia de estudios sobre otros mamíferos silvestres o sinantrópicos en la región ya que en México, los estudios dirigidos a reservorios de *Leptospira* se han enfocado en mamíferos domésticos y de traspatio por lo tanto, es probable que los mamíferos sinantrópicos o silvestres, actúen como reservorios de serovares diferentes a los que circulan en sitios habitados por personas o que únicamente circulan en áreas selváticas como sugiere el trabajo de Ruíz-Piña *et al.* (2002) pero que podrían llegar al entorno humano por la presión a los sistemas naturales ejercida por el crecimiento de las comunidades humanas.

Borreliosis o Enfermedad de Lyme

Esta enfermedad es causada por una bacteria del grupo de las espiroquetas de nombre *Borrelia burgdorferi*, la cual es transmitida por garrapatas del género *Ixodes*. El ciclo involucra tanto animales silvestres (venado cola blanca, ratones del género *Peromyscus*, ardillas grises, zarigüeyas y mapaches), como animales domésticos (perros, caballos, bovinos), los cuales generalmente permanecen asintomáticos. La transmisión se presenta cuando una garrapata infectada con la bacteria se alimenta de alguna persona. La infección en las garrapatas es adquirida a través de la picadura a un reservorio, pues a pesar de que se ha visto que la espiroqueta es transmitida a una pequeña proporción de los huevos, ésta no se transmite en forma vertical entre las garrapatas (Acha y Szyfres, 2001; Killilea *et al.*, 2008; Ostfeld y Keesing, 2000).

De acuerdo con Acha y Szyfres (2001) los animales silvestres son los principales responsables del mantenimiento de la infección en focos naturales, mientras que los animales domésticos, principalmente los perros y algunas aves pueden actuar como reservorios secundarios y como dispersores de las garrapatas. Al parecer el humano es un hospedero accidental y generalmente es un hospedero definitivo.

Un estudio seroepidemiológico humano reciente, reveló prevalencias de 7.3 y 15% contra *B. burgdorferi*

en la ciudad de México y en algunos estados del noreste de México (Gordillo-Pérez *et al.*, 2007; Skinner-Taylor *et al.*, 2007b). Con base en lo anterior, considerando los antecedentes de reactividad serológica en mamíferos silvestres como el venado cola blanca (Martínez *et al.*, 1999) y la presencia del género *Ixodes* en diferentes partes de México incluyendo la Península de Yucatán (Skinner-Taylor *et al.*, 2007a) es muy probable la existencia de zonas endémicas de la Enfermedad de Lyme en el País. El único reporte del género *Borrelia* en Yucatán, fue realizado por Rodríguez-Vivas *et al.* (1996) en hemolinfas de la garrapata del bovino *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Aunque en Yucatán aún no existen reportes publicados de Borreliosis en humanos, se sabe de su presencia a partir de tres casos humanos confirmados por pruebas de laboratorio y estudios clínicos en la región (Jorge Zavala-Castro, comunicación personal). La presencia de los eslabones epidemiológicos necesarios para la transmisión de esta zoonosis, hace suponer que se distribuye activamente en la región.

Filariasis

La filariasis es una enfermedad parasítica causada por nemátodos de la familia Onchocercidae, en los que se encuentran diferentes especies de géneros como *Dirofilaria*, *Filaroide*, *Filaria*, *Dipetalonema*, *Onchocerca* y *Setaria* entre los más conocidos. En Yucatán se han hecho varios reportes de parasitosis por este grupo de gusanos (no se mencionan en este trabajo), sin embargo el que se ha reportado como un riesgo importante para la población en los últimos años es la producida por *Dirofilaria immitis* (Bolio-González *et al.*, 2007; Manrique-Saide *et al.*, 2008; Rodríguez-Vivas *et al.*, 1994), conocida por causar principalmente enfermedades de tipo cardiopulmonar en diversos mamíferos, entre los que se encuentra el hombre (Araya *et al.*, 2007).

El ciclo del parásito involucra un hospedero mamífero, un díptero vector (mosquitos de los géneros *Aedes*, *Culex* y *Anopheles*) (Cancrini y Gabrielli, 2007) y el humano, el cual es considerado un hospedero accidental, cuya infección implica consecuencias a largo plazo que pueden llegar a ser mortales (Araya *et al.*, 2007; Theis, 2005). La mayor parte de los estudios sobre este parásito se centran en los perros y gatos ya que esta especie es un importante problema de salud animal (Labarthe y Guerrero, 2005), por lo que su presencia genera un riesgo latente para las personas que conviven con animales infectados ya que los mosquitos transmisores son comunes en ambientes antrópicos (Miyoshi *et al.*, 2006).

La frecuencia de la parasitosis por *D. immitis* en población humana es variable y suele manifestarse principalmente por alteraciones de la respiración

causando diversos grados de complicaciones pulmonares (Miyoshi *et al.*, 2006; Simón *et al.*, 2005). En zonas endémicas, se sabe de lesiones conocidas como “imagen de moneda” al observarse una zona circular opaca que indica la presencia de los parásitos en alguno de los lóbulos del pulmón afectado cuando se analiza una radiografía (Shah, 1999; Theis, 2005). Además, aunque con menor frecuencia, es posible observar lesiones en los ojos o también la presencia de nódulos subcutáneos debido a una migración errática del nematodo en el cuerpo (Simón *et al.*, 2005; Skidmore *et al.*, 2000).

Este parásito se encuentra ampliamente distribuido en el país (7.3% de prevalencia nacional en perros), pero con mayor prevalencia en las zonas costeras del Golfo de México (19.6% en perros) (Labarthe y Guerrero, 2005). En el Estado de Yucatán Rodríguez-Vivas *et al.* (1994) encontraron una prevalencia del 6.54% en perros de la ciudad de Mérida mientras que Bolio *et al.* (2007) encontraron entre 7 y 8.3% de prevalencia de infección por *D. immitis* en la misma ciudad. Adicionalmente, Caro-González *et al.* (en prensa) analizaron perros de la localidad costera de Celestún, y encontraron la prevalencia más elevada hasta el momento reportada para México, con 59.8% de los individuos analizados utilizando la técnica diagnóstica de reacción en cadena de la polimerasa. En un estudio previo (Manrique-Saide *et al.*, 2008) se observó que el probable vector de este nematodo en las zonas costeras de Yucatán es el mosquito del manglar *Ochlerotatus taeniorhynchus*.

Al momento, no se han reportado casos humanos por esta parasitosis, probablemente por las dificultades que existen para su diagnóstico clínico y errores en la literatura acerca de la patología y el ciclo de transmisión de esta zoonosis (Theis, 2005); sin embargo, debido a los altos porcentajes de infección observados en los mosquitos de la zona costera de Yucatán (Manrique-Saide *et al.*, 2008), la amplia distribución de éstos en la región y las prevalencias de infección en perros domésticos y callejeros antes mencionadas, no sorprendería que un estudio enfocado al diagnóstico de filariasis pulmonar en humanos podría revelar la presencia de la transmisión activa de *D. immitis*.

Leishmaniasis

Esta enfermedad es causada por protozoos intracelulares del género *Leishmania* (Trypanosomatidae), y dependiendo de la especie, se expresa como visceral (produce daños en diferentes órganos de la persona infectada) o como cutánea (daño en la piel), aunque puede extenderse a las mucosas identificándose como mucocutánea. Ambas formas se distribuyen ampliamente en el mundo, principalmente

en zonas tropicales y subtropicales (Acha y Szyfres, 2003a).

El ciclo de transmisión de esta zoonosis involucra al parásito, un reservorio silvestre que generalmente es un mamífero, aunque algunos animales como el perro y roedores domésticos pueden comportarse también como reservorios del parásito; al díptero vector (conocidos en la Península de Yucatán como moscas chicleras o “Sand flies” en inglés), el cual es una pequeña mosquita hematófaga de la familia Psychodidae, y finalmente el humano como hospedero accidental. En América, el género vector es *Lutzomyia* y la transmisión se presenta principalmente en áreas selváticas o poblaciones desarrolladas en los márgenes de la selva; sin embargo, en muchas áreas del continente ya existe transmisión urbana o suburbana (Alexander *et al.*, 2002), principalmente de Leishmaniasis visceral (Lainson, 1983; Lewis, 1974). El ciclo comienza cuando una *Lutzomyia* se alimenta de un reservorio, adquiriendo células macrófagas con los amastigotes en su interior, una vez ingerido el parásito, se liberan en el interior del vector y se transforman en formas infectivas conocidas como promastigotes, los cuales migran hacia la probosis de la mosca. Posteriormente si la mosca se alimenta de una persona, le inocula las formas infectivas, las cuales son fagocitadas por los macrófagos del sistema inmune; una vez ahí los promastigotes se transforman en amastigotes nuevamente y se replican dentro de las células, provocando la destrucción del macrófago y liberándose para infectar más células.

Las publicaciones de estudios sobre esta enfermedad en Yucatán comenzaron desde 1912 y se le conocía como úlcera de los chicleros, por la alta prevalencia que presentaban las personas que trabajaban en el interior de las selvas para extraer el látex de árboles de Zapote (*Manilkara zapota*) para la fabricación del chicle y otros artículos (Zavala-Velázquez, 1972). Este padecimiento zoonótico es conocido para la región, pero sigue siendo desatendido. Se ha visto que el agente causal en el área es *Leishmania mexicana*, la cual se manifiesta como Leishmaniasis cutánea o mucocutánea en algunos casos presentándose con mayor frecuencia en el Sur de Yucatán y en los estados de Campeche y Quintana Roo. En los estudios de Andrade-Narvaez *et al.* (2003; 1990) se considera que esta parasitosis se presenta en forma endémica en las selvas de la Península de Yucatán. Un estudio publicado (Andrade-Narvaez *et al.*, 2001) indica altos porcentajes de personas infectadas por el parásito (65.1% de 683 pacientes con lesiones cutáneas).

La mayor parte de los estudios se concentran en el estado de Campeche, abordando la prevalencia de la enfermedad, la biología e identidad de los vectores de la región y la búsqueda de reservorios (Andrade-Narvaez *et al.*, 2003; Andrade-Narvaez *et al.*, 1990; Canto-Lara *et al.*, 2007; Canto-Lara *et al.*, 1999;

Chablé-Santos *et al.*, 1995; Monroy-Ostria *et al.*, 1997; Rebollar-Téllez *et al.*, 1996).

Enfermedad de Chagas

Es una zoonosis que involucra un parásito protozoario (*Trypanosoma cruzi*); el insecto vector, el cual puede ser alguna de las especies de la familia Reduviidae, subfamilia Triatominae que se distribuyen en el Continente Americano y para el caso particular de Yucatán el vector es *Triatoma dimidiata*; un mamífero reservorio silvestre o sinantrópico (se han identificado diferentes especies, entre las que se encuentran las zarigüeyas, los perros y los roedores) y finalmente el humano (Carcavallo *et al.*, 1998a; b; 1999).

La transmisión puede ocurrir de forma selvática o sinantrópica. En ambos casos, el agente causal (*T. cruzi*) se encuentra infectando animales, principalmente mamíferos como roedores y marsupiales, de los cuales las chinches se alimentan y adquieren al parásito. La chinche suele migrar al interior de la vivienda humana donde se alimenta e infecta a las personas y/o a los animales domésticos. La transmisión de *T. cruzi* se da cuando la chinche defeca durante o poco tiempo después de alimentarse sobre su hospedero por tanto en este proceso deposita las formas infectivas del *Trypanosoma* sobre la piel (tripomastigotes metacíclicos que se encuentran en las glándulas rectales del vector) y éstas ingresan al cuerpo principalmente por las heridas o la abrasión sobre la piel del hospedero causadas al rascarse (Moncayo y Ortiz-Yanine, 2006; Zeledón, 1998).

De todas las enfermedades tratadas en este documento, esta es la más estudiadas en la península (de acuerdo al número de trabajos publicados). De hecho, existen revisiones sobre esta enfermedad que abarcan la península y el país, la última fue realizada por Zavala-Velázquez (2003), la cual documentó la situación de la zoonosis durante el período 1940-2002. Desde ese trabajo, se han seguido publicando diferentes estudios principalmente sobre la epidemiología, el vector, los reservorios, estudios enfocados a la terapéutica del parásito y los factores de riesgo asociados a la transmisión (Barbu *et al.*, 2009; Barrera-Pérez, 2003; Dorn *et al.*, 2009; Dumonteil y Gourbiere, 2004; Dumonteil *et al.*, 2009; Dumonteil *et al.*, 2007; Dumonteil *et al.*, 2004; Dumonteil *et al.*, 2002; Gourbiere *et al.*, 2008; Guzmán-Tapia *et al.*, 2007; Guzmán-Tapia *et al.*, 2005; Jimenez-Coello *et al.*, 2008b; León-Deniz *et al.*, 2009; Rebollar-Téllez *et al.*, 2009; Ruíz-Piña y Van-Wynsberghe, 2002; Ruíz-Piña y Cruz-Reyes, 2002; Zavala-Velázquez, 2003 entre los más relevantes para la región).

La infección de *T. cruzi* en mamíferos silvestres de Yucatán fue inicialmente explorada por Zavala-Velázquez *et al.* (1996b), y posteriormente por Ruiz-

Piña y Cruz-Reyes (2002). De las especies estudiadas en los trabajos anteriores, resalta la importancia de las zarigüeyas del género *Didelphis*, que por su comportamiento sinantrópico, son un reservorio importante del parásito en el entorno domiciliario, lo cual incrementa el riesgo de transmisión en el ambiente doméstico-peridoméstico. Otros mamíferos silvestres capturados frecuentemente en los patios de viviendas rurales de Yucatán como la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), el tejón (*Nasua narica*) y el mapache (*Procyon lotor*) parecen estar relacionadas con el flujo de esta y otras infecciones zoonóticas entre ambos ambientes (datos no publicados).

El hallazgo de amastigotes de *T. cruzi* en tres roedores silvestres de la Península de Yucatán, *Oryzomys melanotis*, *Heteromys gaumeri* y *Peromyscus yucatanicus* (Ruíz-Piña y Van-Wynsberghe, 2002), es una evidencia de que este parásito circula de manera natural en la rodentofauna de la región. Además, siendo *P. yucatanicus* y *H. gaumeri* endémicas y de amplia distribución en la Península de Yucatán (Ceballos y Oliva, 2005), se justifica aún más la realización de estudios ecológicos sobre la participación de estas especies en la dinámica de transmisión de la Tripanosomiasis americana.

Los resultados de los estudios citados, destacan la importancia de la enfermedad en la región, en donde se presenta de manera endémica y con una dinámica interesante, principalmente por la frecuencia y estacionalidad de *Triatoma dimidiata* (el principal vector en la Península) en el domicilio y peridomicilio de localidades tanto rurales como urbanas, y la falta de estudios que muestren la incidencia de la enfermedad en la población, ya que el estudio más reciente sobre la seroprevalencia es el de Farfán-Ale *et al.* (1992) en donde se encontró un 18% de individuos seropositivos para Yucatán, mientras que Barrera-Pérez *et al.* (1992) reportaron 1.44% de prevalencia de la enfermedad en un estudio realizado a 86 personas de 7 municipios de Yucatán, lo que muestra la necesidad de actualizar la situación epidemiológica de la enfermedad.

PERSPECTIVAS DE ESTUDIO SOBRE LAS ZONOSIS

El desarrollo de programas de investigación para el abordaje de enfermedades zoonóticas olvidadas, emergentes y reemergentes es primordial (WHO, 2006), ya que una de las principales razones por las que se les clasifica en estas categorías es por la falta de conocimiento (nuevas enfermedades) o por la falta de interés en ellas (Hunt, 2007; Morán *et al.*, 2009), por tanto, se desconocen factores que influyen en su dinámica de transmisión y elementos epidemiológicos importantes como prevalencia y principales indicadores de riesgo en muchas regiones.

Por lo anteriormente señalado, es visible la necesidad de impulsar y reforzar la búsqueda de métodos innovadores de tratamiento terapéutico, vacunas y establecimiento de estrategias que prevengan la transmisión de estas enfermedades tanto en animales como en humanos en el marco de los programas de salud pública y veterinaria (Morán *et al.*, 2009; WHO, 2006), así como la formación de recursos humanos capaces de reconocer, diagnosticar, prevenir y controlar enfermedades zoonóticas. Esto es una necesidad latente para el éxito de cualquier política o acción, por lo que las instituciones de investigación y de educación superior juegan un papel decisivo con la inclusión de esta temática en sus currículas (Ali, 2006; Daszak *et al.*, 2004) y con el desarrollo de espacios y escenarios que permitan a las nuevas generaciones de profesionales en ciencias de la salud y ciencias agropecuarias conocer estas enfermedades, su dinámica de transmisión, los factores involucrados en su permanencia o aparición y los elementos necesarios para su prevención y control (Daszak, 2005).

Otro aspecto relevante es el desarrollo de métodos eficientes, específicos y económicos para el diagnóstico de enfermedades zoonóticas, para la detección de estas patologías (Cooley *et al.*, 2008; Hotez *et al.*, 2008). El mejoramiento de los métodos de diagnóstico es primordial para el desarrollo de programas de vigilancia epidemiológica y monitoreo de los reservorios ya que son la base para el análisis de la información de patógenos que se encuentran circulando en la región.

Una base sólida para la generación de estrategias de control y toma de decisiones sobre estas enfermedades se sustenta en el manejo y análisis de la información a través de sistemas de información geográfica (SIG). El concepto de SIG aplicado a la salud pública involucra el diseño, desarrollo y uso de herramientas aplicadas a diferentes necesidades de descripción, de análisis epidemiológico y gestión en salud pública (Ostfeld *et al.*, 2005). Por su capacidad de integración y procesamiento de datos, los SIG tienen un gran potencial ofreciendo nuevas e importantes oportunidades para la descripción y análisis del entorno y la distribución de eventos en salud en el espacio geográfico (Pfeiffer y Hugh-Jones, 2002). Esto significa que los SIG permiten el procesamiento múltiple de datos que normalmente requiere el uso de 2 ó 3 programas computarizados al montar al sistema diversas extensiones de software como análisis espacial, análisis estadístico, análisis vecinal, etc. En este contexto los SIG pueden ser considerados como una de las tecnologías existentes más útiles para facilitar los procesos de información y de toma de decisiones en salud pública (Chanona, 2009; Lozano-Fuentes *et al.*, 2008).

Es necesario el establecimiento de una línea base que incluya todo el acervo histórico en la materia para dar inicio al diseño de una base de datos espacial y el análisis geográfico de las zoonosis emergentes y re-emergentes que hoy en día afectan a la Península de Yucatán. Lo anterior requiere establecer sinergias efectivas entre grupos de investigadores que conozcan la problemática, así como el vínculo con redes de investigadores nacionales e internacionales involucrados en el tema, para analizar metodologías integrales y realizar análisis críticos. Para esto, la propuesta es tener como punto de partida una serie de indicadores para la integración del SIG, considerando diversas escalas geográficas e indicadores como diversidad, abundancia relativa y dinámica poblacional de reservorios y vectores, prevalencias e incidencias de enfermedades, interacción entre fauna silvestre y doméstica y la integración del registro de casos humanos positivos, para la estructuración de planes de acción, propuestas de políticas públicas y toma de decisiones para el control. Resultará inevitable integrar información de tipo social y económica para una mejor comprensión de la problemática, así como los planes estatales de desarrollo incluyendo los programas de ordenamiento ecológico territorial.

Debido a la naturaleza y dinámica compleja de estas patologías y a los aspectos ya mencionados, es imperante el desarrollo de programas de investigación con enfoque multidisciplinario y transdisciplinario. Para esto, la propuesta de estudios ecosistémicos en salud (Lebel, 2003) es la que mejor se ajusta a estas necesidades ya que aborda la problemática con una visión integral de los factores que intervienen en el estudio y la búsqueda de oportunidades para la prevención o control de enfermedades mediante la participación de los diferentes actores sociales e instituciones relacionados al problema de salud (Hotez *et al.*, 2008; Hotez *et al.*, 2004). Para lograr esto, el planteamiento es fortalecer las capacidades y la organización para la investigación biomédica, agropecuaria y social, así como el mejoramiento de mecanismos para la circulación eficiente de información acerca de estas enfermedades entre los diferentes actores involucrados (sociedad, comunidad científica, instituciones públicas y privadas) para alcanzar estrategias de prevención y control efectivas que puedan llegar a convertirse en políticas de salud pública.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es producto del proyecto “Estudio multidisciplinario para la identificación de variables asociadas a la transmisión de enfermedades zoonóticas y enfermedades transmitidas por vector en Yucatán” (PROMEP 2008-103.5/09/12.58). Se agradece a Vladimir Cruz por sus comentarios a la primera versión del manuscrito.

REFERENCIAS

- Acha, P. N., Szyfres, B. 2001. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Vol I Bacteriosis y Micosis. Organización Panamericana de la Salud. E.U.A.
- Acha, P. N., Szyfres, B. 2003a. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Vol. III Parasitosis. Organización Panamericana de la Salud. E.U.A.
- Acha, P. N., Szyfres, B. 2003b. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Vol. II Clamidiosis, Rickettsiosis y virosis. Organización Panamericana de la Salud. E.U.A.
- Alexander, B., Carvalho, R. L., McCallum, H., Pereira, M. H. 2002. Role of the domestic chicken (*Gallus gallus*) in the epidemiology of urban visceral leishmaniasis in Brazil. *Emerging Infectious diseases* 8: 1480-1485.
- Ali, R. 2006. Introducing indonesian medical students to rain forest conservation and community health in the field: a practicum experience in East Kalimantan. *EcoHealth* 3: 195-203.
- Almeida, C. E., Folly-Ramos, E., Agapito-Souza, R., Magno-Esperanca, G., Pacheco, R. S., Costa, J. 2005. *Triatoma rubrovaria* (blanchard, 1843) (Hemiptera - Reduviidae - Triatominae) IV: bionomic aspects on the vector capacity of nymphs. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 100: 231-235.
- Allan, B. F., Keesing, F., Ostfeld, R. S. 2003. Effect of forest fragmentation on Lyme disease risk. *Conservation Biology* 17: 267-272.
- Andrade-Narvaez, F. J., Vargas-González, A., Canto-Lara, S. B., Damián-Centeno, A. G. 2001. Clinical picture of cutaneous Leishmaniasis due to *Leishmania (Leishmania) mexicana* in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 96: 163-167.
- Andrade-Narvaez, F. J., Canto-Lara, S. B., Van-Wynsberghe, N. R., Rebollar-Téllez, E., Vargas-González, A., Albertos-Alpuche, N. 2003. Seasonal transmission of *Leishmania (Leishmania) mexicana* in the State of Campeche, Yucatan Peninsula, Mexico. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 98: 995-998.
- Andrade-Narvaez, F. J., Simmonds-Díaz, E., Rico-Aguilar, S., Andrade-Narvaez, M., Palomo-Cetina, A., Canto-Lara, S. B., García-Miss, M. R., Madera-Sevilla, M., Albertos-Alpuche, N. 1990. Incidence of localized cutaneous

- leishmaniasis (Chiclero's ulcer) in Mexico. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 84: 219-220.
- Araya, J., Kawabata, Y., Tomichi, N., Kaneko, K., Hayashi, K., Iwabuchi, K., Terasaki, Y., Kawashima, T., Watanabe, M. 2007. Allergic inflammatory reaction is involved in necrosis of human pulmonary dirofilariasis. Histopathology 51: 484-490.
- Barbu, C., Dumonteil, E., Gourbière, S. 2009. Optimization of Control Strategies for Non-Domiciliated *Triatoma dimidiata*, Chagas Disease Vector in the Yucatán Peninsula, Mexico. PLoS Neglected Tropical Diseases 3: e416.
- Barrera-Pérez, M. 2003. Dinámica poblacional de *Triatoma dimidiata*, vector de la enfermedad de Chagas, en la Península de Yucatán, México. Tesis de Doctorado. Universidad de Colima. México.
- Barrera-Pérez, M., Rodríguez-Félix, M. E., Guzmán-Marín, E., Zavala-Velázquez, J. 1992. Prevalencia de la Enfermedad de Chagas en el Estado de Yucatán. Revista Biomedica 3: 133-139.
- Bolio-González, M. E., Rodríguez-Vivas, R. I., Sauri-Arceo, C. H., Gutierrez-Blanco, E., Ortega-Pacheco, A., Colin-Flores, R. F. 2007. Prevalence of the *Dirofilaria immitis* infection in dogs from Merida, Yucatan, Mexico. Veterinary Parasitology 148: 166-169.
- Boostrom, A., Beier, M. S., Macaluso, J. A., Macaluso, K. R., Sprenger, D., Hayes, J., Radulovic, S., Azad, A. F. 2002. Geographic association of *Rickettsia felis*-infected Opossums with human Murine Typhus, Texas. Emerging Infectious diseases 8: 549-334.
- Brown, K., Prescott, J. 2008. Leptospirosis in the family dog: a public health perspective. Canadian Medical Association Journal 178: 399-401.
- Cancrini, G., Gabrielli, S. 2007. Vectors of *Dirofilaria* nematodes: biology, behavior and host/parasite relationships. University of Zagreb. Croatia.
- Canto-Lara, S. B., Bote-Sánchez, M. D., Rebollar-Téllez, E., Andrade-Narvaez, F. J. 2007. Detection and identification of Leishmania kDNA in *Lutzomyia olmeca olmeca* and *Lutzomyia cruciata* (Diptera: Psychodidae) by Polymerase Chain Reaction in Southern Mexico. Entomological News 118: 217-222.
- Canto-Lara, S. B., Van-Wynsberghe, N. R., Vargas-González, A., Ojeda-Farfán, F. F., Andrade-Narvaez, F. J. 1999. Use of monoclonal antibodies for the identification of *Leishmania* spp. isolated from humans and wild rodents in the State of Campeche, Mexico. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 94: 305-309.
- Carcavallo, R. U., Galíndez-Girón, I., Jurberg, J., Lent, H. 1998a. Atlas of Chagas disease vectors in the Americas Vol. II. Editora Fiocruz. Brazil.
- Carcavallo, R. U., Galíndez-Girón, I., Jurberg, J., Lent, H. 1998b. Atlas of Chagas' disease vectors in the Americas Vol. I. Editora Fiocruz. Brazil.
- Carcavallo, R. U., Galíndez-Girón, I., Jurberg, J., Lent, H. 1999. Atlas of Chagas' disease vectors in the Americas Vol. III. Editora Fiocruz. Brazil.
- Caro-González, J. A., Bolio-González, M. E., Escobedo-Ortegon, F., Manrique-Saide, P., Rodríguez-Vivas, R. I., Rodríguez-Buenfil, J. C., Sauri-Arceo, C. H. 2010. Prevalence of *Dirofilaria immitis* infection in dogs from Celestun, Mexico, using PCR test. Vector-Borne and Zoonotic Diseases. In press.
- Castro-Arellano, I., Suzan, G., Leon, R. F., Jimenez, R. M., Lacher, T. E., Jr. 2009. Survey for antibody to hantaviruses in Tamaulipas, Mexico. Journal of Wildlife Diseases 45: 207-212.
- Ceballos, G., Oliva, G. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica - Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. México.
- Cooley, G., Etheridge, R. D., Boehlke, C., Bundy, B., Weatherly, D. B., Minning, T., Haney, M., Postan, M., Laucella, S., Tarleton, R. L. 2008. High Throughput selection of effective serodiagnostics for *Trypanosoma cruzi* infection. PLoS Neglected Tropical Diseases 2: e316.
- Chablé-Santos, J. B., Van-Wynsberghe, N. R., Canto-Lara, S. B., Andrade-Narvaez, F. J. 1995. Isolation of *Leishmania (L.) mexicana* from wild rodents and their possible role in the transmission of localized cutaneous leishmaniasis in the state of Campeche, Mexico. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 53: 141-145.
- Chanona, J. 2009. Belize health information goes digital. Bulletin of the World Health Organization 87: 87-88.
- Chomel, B. B., Belotto, A., Francois-Xavier, M. 2007. Wildlife, exotic pets, and emerging zoonoses. Emerging Infectious diseases 13: 6-11.
- Chu, Y. K., Owen, R., Sánchez-Hernández, C., Romero-Almaraz, M. L., Jonsson, C. B. 2007. Genetic characterization and phylogeny of a Hantavirus

- from Western Mexico. *Virus Research* 131: 180-188.
- Daszak, P. 2005. Emerging infectious diseases and the socio-ecological dimension. *EcoHealth* 2: 239-240.
- Daszak, P., Cunningham, A. A., Hyatt, A. D. 2000. Emerging Infectious Diseases of Wildlife--Threats to Biodiversity and Human Health. *Science* 287: 443-449.
- Daszak, P., Tabor, G. M., Kilpatrick, A. M., Epstein, J., Plowright, R. 2004. Conservation Medicine and a New Agenda for Emerging Diseases. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1026: 1-11.
- Despommier, D., Ellis, B. R., Wilcox, B. A. 2007. The role of ecotones in emerging infectious diseases. *EcoHealth* 3: 281-289.
- Dietrich, G., Monteneri, J. A., Panella, N., Langevin, S., Lasater, S. E., Klenk, K., Kile, J. C., Komar, N. 2005. Serologic evidence of West Nile Virus infection in free ranging mammals, Slidell, Louisiana, 2002. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 5: 288-292.
- Dorn, P. L., Calderón, C. I., Melgar, S., Moguel, B., Solorzano, E., Dumonteil, E., Rodas, A., de la Rúa, N., Garnica, R., Monroy, C. M. 2009. Two distinct *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811) taxa are found in sympatry in Guatemala and Mexico. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 3: e393.
- Dumonteil, E., Gourbiere, S. 2004. Predicting *Triatoma dimidiata* abundance and infection rate: a risk map for natural transmission of Chagas disease in the Yucatan Peninsula of Mexico. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 70: 514-519.
- Dumonteil, E., Ramírez-Sierra, M. J., Ferral, J., Euán-García, M., Chavez-Núñez, L. 2009. Usefulness of Community Participation for the Fine Temporal Monitoring of House Infestation by Non-Domiciliated Triatomines. *Journal of Parasitology* 95: 469-471.
- Dumonteil, E., Tripet, F., Ramírez-Sierra, M., Payet, V., Lanzaro, G., Menu, F. 2007. Assessment of *Triatoma dimidiata* dispersal in the Yucatan Peninsula of Mexico by morphometry and microsatellite markers. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 76: 930-937.
- Dumonteil, E., Ruíz-Piña, H., Rodríguez-Félix, E., Barrera-Pérez, M., Ramírez-Sierra, M., Rabinovich, J. E., Menu, F. 2004. Re-infestation of houses by *Triatoma dimidiata* after intradomicile insecticide application in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 99: 253-256.
- Dumonteil, E., Gourbiere, S., Barrera-Pérez, M., Rodríguez-Félix, E., Ruíz-Piña, H., Baños-López, O., Ramírez-Sierra, M., Menu, F., Rabinovich, J. E. 2002. Geographic distribution of *Triatoma dimidiata* and transmission dynamics of *Trypanosoma cruzi* in the Yucatan Peninsula of Mexico. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 67: 176-183.
- Elizondo-Quiroga, D., Davies, C. T., Fernández-Salas, I., Escobar-López, R., Velasco-Olmos, D., Soto-Gastelum, L. C., Avilés-Acosta, M., Elizondo-Quiroga, A., González-Rojas, J. I., Contreras-Cordero, J. F., Guzman, H., Rosa, A. T., Blitvich, B. J., Barrett, A. D. T., Beaty, B. J., Tesh, R. B. 2005. West Nile Virus isolation in human and mosquitoes, Mexico. *Emerging Infectious Diseases* 11: 1449-1452.
- Farfán-Ale, J. A., Loroño-Pino, M. A., Flores-Flores, L. F., Rosado-Paredes, E. P., Arjona-Torres, A. 1992. Prevalencia de anticuerpos contra *Toxoplasma gondii* y *Trypanosoma cruzi* en el Estado de Yucatán, México. *Revista Biomedica* 3: 8-12.
- Farfán-Ale, J. A., Loroño-Pino, M. A., García-Rejón, J., Hovav, E., Powers, A. M., Lin, M., Dorman, K. S., Platt, K. B., Bartholomay, L. C., Soto, V., Beaty, B. J., Lanciotti, R. S., Blitvich, B. J. 2009. Detection of RNA from a novel West Nile-like virus and high prevalence of an insect-specific Flavivirus in mosquitoes in the Yucatan Peninsula of Mexico. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 80: 85-95.
- Farfán-Ale, J. A., Blitvich, B. J., Marlenee, N. L., Loroño-Pino, M. A., Puerto, F. I., García-Rejón, J., Rosado-Paredes, E. P., Flores-Flores, L. F., Ortega-Salazar, A., Chávez-Medina, J., Cremieux-Grimaldi, J. C., Correa-Morales, F., Hernández-Gaona, G., Méndez-Galván, J. F., Beaty, B. J. 2006. Antibodies to West Nile Virus in asymptomatic mammals, birds and reptiles in the Yucatan peninsula of Mexico. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 74: 908-914.
- Farfán-Ale, J. A., Blitvich, B. J., Loroño-Pino, M. A., Marlenee, N. L., Rosado-Paredes, E. P., García-Rejón, J., Flores-Flores, L. F., Chulim-Perera, L., López-Urbe, M., Pérez-Mendoza, G., Sánchez-Herrera, I., Santamaría, W., Moo-Huchim, J., Gubler, D. J., Cropp, B. C., Calisher, C. H., Beaty, B. J. 2004. Longitudinal studies of West Nile Virus infections in avians, Yucatan state, Mexico. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 4: 3-14.

- Friend, M. 2006. Disease emergence and resurgence: the wildlife-human connection. United States Geological Survey, United States Fish and Wildlife Service. Reston, USA.
- Góngora-Biachi, R. A., Zavala-Velázquez, J., Castro-Sansores, C. J., González-Martínez, P. 1999. First case of human Ehrlichiosis in Mexico. *Emerging Infectious diseases* 5: 481.
- Gordillo-Pérez, G., Torres, J., Solórzano-Santos, F., Martino, S., Lipsker, D., Velázquez, E., Ramón, G., Onofre, M., Jaulhac, B. 2007. *Borrelia burgdorferi* infection and cutaneous Lyme disease, Mexico. *Emerging Infectious diseases* 13: 1556-1558.
- Gourbiere, S., Dumonteil, E., Rabinovich, J. E., Minkoue, R., Menu, F. 2008. Demographic and dispersal constraints for domestic infestation by non-domiciliated Chagas disease vectors in the Yucatan Peninsula, Mexico. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 78: 133-139.
- Gross, L. 2006. A new model for predict outbreaks of West Nile Virus. *PloS Biology* 4: 476-477.
- Guhl, F., Lazdins-Helds, J. K. 2007. Reporte del grupo de trabajo científico sobre la enfermedad de Chagas. World Health Organization. Buenos Aires, Argentina.
- Guzmán-Tapia, Y., Ramírez-Sierra, M., Dumonteil, E. 2007. Urban infestation of *Triatoma dimidiata* in the city of Mérida, Yucatán, México. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 7: 597-606.
- Guzmán-Tapia, Y., Ramírez-Sierra, M., Escobedo-Ortegón, J., Dumonteil, E. 2005. Effect of hurricane Isidore on *Triatoma dimidiata* distribution and Chagas disease transmission risk in the Yucatan Peninsula of Mexico. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 73: 1019-1025.
- Hotez, P. J. 2007. Neglected diseases and poverty in "the other America": the greatest health disparity in the United States? *PLoS Neglected Tropical Diseases* 1: e149.
- Hotez, P. J. 2008. Neglected infections of poverty in the United States of America. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 2: e256.
- Hotez, P. J., Bottazzi, M. E., Franco-Paredes, C., Ault, S. K., Periago, M. R. 2008. The neglected tropical diseases of Latin America and the Caribbean: a review of disease burden and distribution and a road map for control and elimination. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 2: e300.
- Hotez, P. J., Remme, J. H. F., Buss, P., Alleyne, G., Morel, C. M., Breman, J. G. 2004. Combating tropical infectious diseases: report of the disease control priorities in developing countries project. *Clinical infectious diseases* 38: 871-878.
- Hubálek, Z. 2003. Emerging human infectious diseases: Anthroponoses, Zoonoses, and Sapronoses. *Emerging Infectious diseases* 9: 403-404.
- Hunt, P. 2007. Neglected diseases: a human rights analysis. World Health Organization. France.
- Jensen, P. K., Ensink, J. H. J., Jayasinghe, G., van-der-Hoek, W., Cairncross, S., Dalsgaard, A. 2002. Domestic transmission routes of pathogens: the problem of in-house contamination of drinking water during storage in developing countries. *Tropical Medicine and International Health* 7: 604-609.
- Jimenez-Coello, M., Vado-Solís, I., Cárdenas-Marrufo, M. F., Rodríguez-Buenfil, J. C., Ortega-Pacheco, A. 2008a. Serological survey of canine leptospirosis in the tropics of Yucatan Mexico using two different tests. *Acta Tropica* 106: 22-26.
- Jimenez-Coello, M., Pérez-Osorio, C. E., Vado-Solís, I., Rodríguez-Buenfil, J. C., Ortega-Pacheco, A. 2009. Serological Survey of *Ehrlichia canis* in Stray Dogs from Yucatan, Mexico, Using Two Different Diagnostic Tests. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 9: 209-212.
- Jimenez-Coello, M., Poot-Cob, M., Ortega-Pacheco, A., Guzman-Marin, E., Ramos-Ligonio, A., Sauri-Arceo, C. H., Acosta-Viana, K. Y. 2008b. American Trypanosomiasis in dogs from an urban and rural area of Yucatan, Mexico. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 8: 755-762.
- Johnson, P. T. J., Thielges, D. W. 2010. Diversity, decoys and the dilution effect: how ecological communities affect disease risk. *Journal of Experimental Biology* 213: 961-970.
- Killilea, M. E., Swei, A., Lane, R. S., Briggs, C. J., Ostfeld, R. S. 2008. Spatial dynamics of Lyme disease: a review. *EcoHealth* 5: 167-195.
- Kruse, H., Kirkemo, A., Handeland, K. 2004. Wildlife as source of zoonotic infections. *Emerging Infectious diseases* 10: 2067-2072.
- Labarthe, N., Guerrero, J. 2005. Epidemiology of heartworm: What is happening in South America and Mexico? *Veterinary Parasitology* 133: 149-156.

- Lainson, R. 1983. The american Leishmaniasis: some observations on their ecology and epidemiology. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 77: 569-596.
- Lebel, J. 2003. *Health: an ecosystem approach*. International Development Research Center. Canada.
- Leishnam, P. T., Lester, P. J., Slaney, D. P., Weinstein, P. 2004. Anthropogenic landscape change and vectors in New Zealand: effects of shade and nutrient levels on mosquito productivity. *EcoHealth* 1: 306-316.
- Lemon, S. M., Sparling, P. F., Hamburg, M. A., Relman, D. A., Choffnes, E. R., Mack, A. 2008. *Vector-borne diseases. Understanding the environmental, human health, and ecological connections*. The National Academies Press. Washington, USA.
- León-Deniz, L. V., Dumonteil, E., Moo-Puc, R., Freile-Pelegrin, Y. 2009. Antitrypanosomal in vitro activity of tropical marine algae extracts. *Pharmaceutical Biology* 47: 864-871.
- Levett, P. N. 2001. Leptospirosis. *Clinical Microbiology Reviews* 14: 296-326.
- Lewis, D. J. 1974. The biology of Phlebotomidae in relation to Leishmaniasis. *Annual Review of Entomology* 19: 363-384.
- Loroño-Pino, M. A., Blitvich, B. J., Farfán-Ale, J. A., Puerto, F. I., Blanco, J. M., Marlenee, N. L., Rosado-Paredes, E. P., García-Rejón, J., Gubler, D. J., Calisher, C. H., Beaty, B. J. 2003. Serologic evidence of West Nile Virus infection in horses, Yucatan state, Mexico. *Emerging Infectious diseases* 9: 857-859.
- Lozano-Fuentes, S., Elizondo-Quiroga, D., Farfán-Ale, J. A., Loroño-Pino, M. A., Garcia-Rejon, J., Gomez-Carro, S., Lira-Zumbardo, V., Najera-Vazquez, R., Fernandez-Salas, I., Calderon-Martinez, J., Dominguez-Galera, M., Mis-Avila, P., Morris, N., Coleman, M., Moore, C. G., Beaty, B. J., Eisen, L. 2008. Use of Google Earth to strengthen public health capacity and facilitate management of vector-borne diseases in resource-poor environments. *Bulletin of the World Health Organization* 86: 718-725.
- Maciel, E. A. P., Carvalho, A. L. F., Nascimento, S. F., Matos, R. B., Gouveia, E. L., Reis, M. G., Ko, A. I. 2008. Household transmission of *Leptospira* infection in urban slum communities. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 2: e154.
- Manojkumar, R., Mrudula, V. 2006. Emerging viral diseases of zoonotic importances-review. *International Journal of Tropical Medicine* 1: 162-166.
- Manrique-Saide, P., Bolio-González, M. E., Sauri-Arceo, C. H., Dzib-Florez, S., Zapata-Peniche, A. 2008. *Ochlerotatus taeniorhynchus*: a probable vector of *Dirofilaria immitis* in coastal areas of Yucatan, Mexico. *Journal of Medical Entomology* 45: 169-171.
- Marlenee, N. L., Loroño-Pino, M. A., Beaty, B. J., Blitvich, B. J., Fernández-Salas, I., Contreras-Cordero, J. F., González-Rojas, J. I. 2004. Detection of antibodies to West Nile and Saint Luis encephalitis viruses in horses. *Salud Pública de México* 46: 373-374.
- Marra, P. P., Griffing, S. M., McLean, R. G. 2003. West Nile Virus and wildlife health. *Emerging Infectious diseases* 9: 898-899.
- Martínez-Barbabosa, I., Gutiérrez-Cárdenas, E. M., Alpízar-Sosa, E. A., Pimienta-Lastra, R. 2008. Contaminación parasitaria en heces de perros, recolectadas en calles de la ciudad de San Cristobal de Las Casas, Chiapas, México. *Veterinaria México* 39: 173-180.
- Martínez, A., Salinas, A., Martínez, F., Cantú, A., Miller, D. K. 1999. Serosurvey for selected disease agents in White-tailed deer from Mexico. *Journal of Wildlife Diseases* 35: 799-803.
- Meslin, F. X. 1997. Global aspects of emerging and potential zoonoses: a WHO perspective. *Emerging Infectious diseases* 3: 223-228.
- Miyoshi, T., Tsubouchi, H., Iwasaki, A., Shiraishi, T., Nabeshima, K., Shirakusa, T. 2006. Human pulmonary dirofilariasis: A case report and review of the recent Japanese literature. *Respirology* 11: 343-347.
- Moncayo, A., Ortiz-Yanine, M. I. 2006. An update on Chagas disease (Human American Trypanosomiasis). *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 100: 663-677.
- Monroy-Ostria, A., Sosa-Cabrera, T., Rivas-Sanchez, B., Ruiz-Tuyu, R., Mendoza-Gonzalez, A. R., Favila-Castillo, L. 1997. Seroepidemiological studies of cutaneous Leishmaniasis in the Campeche State of Mexico. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 92: 21-26.
- Morán, M., Guzmán, J., Ropars, A. L., McDonald, A., Jameson, N., Omune, B., Ryan, S., Wu, L. 2009. Neglected disease research and development: how much are we really spending? *PLoS Medicine* 6: e1000030.

- Morse, S. S. 2004. Factors and determinants of disease emergence. *Revue Scientifique et Technique Office International des Epizooties* 23: 443-451.
- Moudy, R. M., Meola, M. A., Morin, L. L. L., Ebel, G. D., Kramer, L. D. 2007. A newly emergent genotype of West Nile Virus in transmitted earlier and more efficiently by *Culex* mosquitoes. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 77: 365-370.
- Norris, D. E. 2004. Mosquito-borne diseases as a consequence of land use change. *EcoHealth* 1: 19-24.
- Ostfeld, R. S., Keesing, F. 2000. Biodiversity and disease risk: the case of Lyme disease. *Conservation Biology* 14: 722-728.
- Ostfeld, R. S., Glass, G. E., Keesing, F. 2005. Spatial epidemiology: an emerging (or re-emerging) discipline. *Trends in Ecology and Evolution* 20: 328-336.
- Owen, J., Moore, F., Panella, N., Edwards, E., Bru, R., Hughes, M., Komar, N. 2006. Migrating birds as dispersal vehicles for West Nile Virus. *EcoHealth* 3: 79-85.
- Parola, P., Davoust, B., Raoult, D. 2005. Tick- and flea-borne rickettsial emerging zoonoses. *Veterinary Research* 36: 469-492.
- Patz, J. A., Engelberg, D., Last, J. 2000a. The effects of changing weather on public health. *Annual Review of Public Health* 21: 271-307.
- Patz, J. A., Graczyk, T. K., Geller, N., Vittor, A. Y. 2000b. Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. *International Journal for Parasitology* 30: 1395-1405.
- Patz, J. A., Daszak, P., Tabor, G. M., Aguirre, A. A., Pearl, M., Epstein, J., Wolfe, N. D., Kilpatrick, A. M., Foutopoulos, J., Molyneux, D. H., Bradley, D. J. 2004. Unhealthy landscapes: policy recommendations on land use change and infectious disease emergence. *Environmental Health Perspectives* 112: 1092-1098.
- Pérez-Osorio, C. E., Zavala-Velázquez, J., Arias-León, J. J., Zavala-Castro, J. 2008. *Rickettsia felis* as emergent global threat for humans. *Emerging Infectious Diseases* 14: 1019-1023.
- Pfeiffer, D. U., Hugh-Jones, M. 2002. Geographical information systems as a tool in epidemiological assessment and wildlife disease management. *Revue Scientifique et Technique Office International des Epizooties* 21: 91-102.
- Pongsiri, M. J., Roman, J. 2007. Examining the links between biodiversity and human health: an interdisciplinary research initiative at the U.S. Environmental Protection Agency. *EcoHealth* 4: 82-85.
- Rabinowitz, P. M., Odofin, L., Dein, F. J. 2008. From "us vs. them" to "shared risk": can animals help link environmental factors to human health? *EcoHealth* 5: 224-229.
- Rabinowitz, P. M., Gordon, Z., Holmes, R., Taylor, B., Wilcox, M., Chudnov, D., Nadkarni, P., Dein, F. J. 2005. Animals as sentinels of human environmental health hazards: an evidence-based analysis. *EcoHealth* 2: 26-37.
- Rachowicz, L. J., Hero, J. M., Alford, R. A., Taylor, J. W., Morgan, J. A. T., Vredenburg, V. T., Collins, J. P., Briggs, C. J. 2005. The novel and endemic pathogen hypotheses: competing explanations for the origin of emergence infectious disease of wildlife. *Conservation Biology* 19: 1441-1448.
- Ramos, C. 2008. Los hantavirus causantes de la fiebre hemorrágica con síndrome renal y del síndrome pulmonar. *Salud Pública de México* 50: 334-340.
- Rebollar-Téllez, E., Ramírez-Fraire, A., Andrade-Narvaez, F. J. 1996. A two years study on vectors of cutaneous Leishmaniasis. Evidence for sylvatic transmission cycle in the state of Campeche, Mexico. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 91: 555-560.
- Rebollar-Téllez, E., Reyes-Villanueva, F., Escobedo-Ortegón, J., Balam-Briceño, P., May-Concha, I. 2009. Abundance and nightly activity behavior of a sylvan population of *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) from the Yucatan, Mexico. *Journal of Vector Ecology* 34: 304-310.
- Reis, R. B., Ribeiro, G. S., Felzemburgh, R. D. M., Santana, F. S., Mohr, S., Melendez, A. X. T. O., Queiroz, A., Santos, A. C., Ravines, R. R., Tassinari, W. S., Carvalho, M. S., Reis, M. G., Ko, A. I. 2008. Impact of environment and social gradient of *Leptospira* infection in urban slums. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 2: e228.
- Rodríguez-Vivas, R. I., Albornoz, R. E. F., Bolio-González, M. E. 2005. *Ehrlichia canis* in dogs in Yucatan, Mexico: seroprevalence, prevalence of infection and associated factors. *Veterinary Parasitology* 127: 75-79.
- Rodríguez-Vivas, R. I., Domínguez, A. J. L., Solís, R. F. A., Cob, G. L. A. 1994. Prevalencia de *Dirofilaria immitis* en perros callejeros de la

- ciudad de Mérida, Yucatán, México. *Veterinaria México* 25: 145-148.
- Rodríguez-Vivas, R. I., Cen, A. F., Domínguez, A. J. L., Cob, G. L. A., Solís-Calderón, J. J. 1996. Detección de espiroquetas del género *Borrelia* en hemolinfas de teleoginas de *Boophilus microplus* en el Estado de Yucatán, México. *Veterinaria México* 27: 187-188.
- Root, J. J., Oesterle, P. T., Sullivan, H. J., Hall, J. S., Marlenee, N. L., McLean, R. G., Monteneri, J. A., Clark, L. 2007. Squirrel (*Sciurus niger*) associations with West Nile Virus. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 76: 782-784.
- Ruedas, L., Salazar-Bravo, J., Tinnin, D. S., Armién, B., Cáceres, L., García, A., Ávila, M., Gracia, F., Suzán, G., Peters, C. J., Yates, T. L., Mills, J. N. 2004. Community ecology of small mammal population in Panama following an outbreak of hantavirus pulmonary syndrome. *Journal of Vector Ecology* 29: 177-191.
- Ruíz-Piña, H. 2007. Estudio parasitológico y poblacional de los reservorios marsupiales (*Didelphis* spp.) de *Trypanosoma (Schizotrypanum) cruzi* en Dzidzilché, Yucatán, México. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Ruíz-Piña, H., Van-Wynsberghe, N. R. 2002. Infección natural con *Trypanosoma cruzi* en roedores silvestres de la Península de Yucatán. VI Congreso Nacional de Mastozología. Oaxaca, Oaxaca. Sociedad Mexicana de Mastozología. México.
- Ruíz-Piña, H., Cruz-Reyes, A. 2002. The Opossum *Didelphis virginiana* as a synanthropic reservoir of *Trypanosoma cruzi* in Dzidzilché, Yucatan, Mexico. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 97: 613-620.
- Ruíz-Piña, H., Puc-Franco, M. Á., Flores-Abuxapqui, J., Vado-Solís, I., Cárdenas-Marrufo, M. F. 2002. Isolation of *Salmonella enterica* and serologic reactivity to *Leptospira interrogans* in Opossums (*Didelphis virginiana*) from Yucatan, Mexico. *Revista del Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo* 44: 235-237.
- Salazar-Schettino, P. M., Bucio, M. I., Cabrera-Bravo, M., Bautista, J. 1997. First case of natural infection in pigs. Review of *Trypanosoma cruzi* reservoirs in Mexico. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 92: 499-502.
- Schmaljohn, C., Hjelle, B. 1997. Hantaviruses: a global disease problem. *Emerging Infectious diseases* 3: 95-104.
- Schofield, C. J. 2001. Field testing and evaluation of insecticides for indoor residual spraying against domestic vectors of Chagas disease. World Health Organization. Geneva.
- Segura-Correa, V. M., Solís-Calderón, J. J., Segura-Correa, J. C. 2003. Seroprevalence and risk factors for leptospiral antibodies among cattle in the state of Yucatan, Mexico. *Tropical Animal Health and Production* 35: 293-299.
- Shah, M. 1999. Human pulmonary dirofilariasis: review of the literature. *Southern Medical Journal* 92: 276-279.
- Shimshony, A. 2008a. Zoonoses transmitted by cats highlight importance of proper care. *Infectious Disease News* 21(4): 9-12.
- Shimshony, A. 2008b. Zoonoses remain a significant concern in modern medicine. *Infectious Disease News* 21(1): 8.
- Simón, F., López-Belmonte, J., Marcos-Atxutegi, C., Morchón, R., Martín-Pacho, J. R. 2005. What is happening outside North America regarding human dirofilariasis? *Veterinary Parasitology* 133: 181-189.
- Skidmore, P. J., Dooley, D. P., DeWitt, C. 2000. Human extrapulmonary dirofilariasis in Texas. *Southern Medical Journal* 93: 1009-1010.
- Skinner-Taylor, C. M., Flores-González, M., Colunga-Pedraza, I. J., Salinas-Palacios, C. K., Garza-Elizondo, M. A. 2007a. Enfermedad de Lyme. *Medicina Universitaria* 9: 24-32.
- Skinner-Taylor, C. M., Flores-González, M., Esquivel-Valerio, J. A., Salinas-Meléndez, J. A., Salinas-Palacios, C. K., Rodríguez-Amado, J., Garza-Elizondo, M. A. 2007b. Evidencia de la Enfermedad de Lyme en una población de alto riesgo del Noreste de México. *Medicina Universitaria* 9: 105-111.
- Susser, M., Susser, E. 1996a. Choosing a future for epidemiology: I. eras and paradigms. *American Journal of Public Health* 86: 668-673.
- Susser, M., Susser, E. 1996b. Choosing a future for epidemiology: II. From black box to chinese boxes and eco-epidemiology. *American Journal of Public Health* 86: 674-677.
- Suzán, G., Ceballos, G., Mills, J. N., Ksiazek, T. G., Yates, T. L. 2001. Serologic evidence of hantavirus infection in sigmodontine rodents in Mexico. *Journal of Wildlife Diseases* 37: 391-393.
- Suzán, G., Armién, A., Mills, J. N., Marcé, E., Ceballos, G., Ávila, M., Salazar-Bravo, J., Ruedas, L.,

- Armién, B., Yates, T. L. 2008a. Epidemiological considerations of rodent community composition in fragmented landscapes in Panama. *Journal of Mammalogy* 89: 684-690.
- Suzán, G., Marcé, E., Giermakowski, J. T., Armién, B., Pascale, J., Mills, J. N., Ceballos, G., Gómez, A., Aguirre, A. A., Salazar-Bravo, J., Armién, A., Parmenter, R., Yates, T. L. 2008b. The effect of habitat fragmentation and species diversity loss on Hantavirus prevalence in Panama. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1149: 80-83.
- TDR-WHO. 2003. Report of the scientific working group meeting on insect vectors and human health. Organization, W. H. Tropical Disease Research. Geneva.
- Theis, J. H. 2005. Public health aspects of dirofilariasis in the United States. *Veterinary Parasitology* 133: 157-180.
- Vado-Solís, I., Cárdenas-Marrufo, M. F., Laviada-Molina, H., Vargas-Puerto, F., Jiménez-Delgadillo, B. Zavala-Velázquez, J. 2002a. Estudio de casos clínicos e incidencia de Leptospirosis Humana en el Estado de Yucatán, México durante el período 1998 a 2000. *Revista Biomedica* 13: 157-164.
- Vado-Solís, I., Cárdenas-Marrufo, M. F., Jiménez-Delgadillo, B., Alzina-López, A., Laviada-Molina, H., Suarez-Solís, V., Zavala-Velázquez, J. 2002b. Clinical-epidemiological study of leptorpirosis in humans and reservoirs in Yucatan, Mexico. *Revista del Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo* 44: 335-340.
- Vado-Solís, I., Pérez-Osorio, C. E., Lara-Lara, J., Ruíz-Piña, H., Cárdenas-Marrufo, M. F., Milazzo, M. L., Fulhorst, C. F., Zavala-Velázquez, J. 2003. Evidencia serológica de infección por Hantavirus en población humana del Estado de Yucatán, México. *Revista Biomedica* 14: 221-225.
- WHO. 2003. Human Leptospirosis: guidance for diagnosis, surveillance and control. Organization, W. H. World Health Organization - International Leptospirosis Society. Malta.
- WHO. 2004a. Report of the WHO/FAO/OIE joint consultation on emerging zoonotic diseases. Organization, W. H. WHO/FAO/OIE. Geneva.
- WHO. 2004b. Using climate to predict infectious disease outbreaks: a review. World Health Organization. Geneva.
- WHO. 2006. The control of neglected zoonotic diseases. A route to poverty alleviation. Organization, W. H. World Health Organization. Geneva.
- WHO. 2007. Rabies and envenomings. A neglected public health issue. World Health Organization. Geneva.
- Williams, G. M., Gingrich, J. B. 2007. Comparison of lighth traps, gravid traps, and resting boxes for West Nile Virus surveillance. *Journal of Vector Ecology* 32: 285-291.
- Woolhouse, M. E. J., Gowtage-Sequeria, S. 2005. Host range and emerging and reemerging pathogens. *Emerging Infectious diseases* 11: 1842-1847.
- Zavala-Castro, J., Dzul-Rosado, K., Arias-León, J. J., Walker, D. H., Zavala-Velázquez, J. 2008. An increase in human cases of Spotted Fever Rickettsiosis in Yucatan, Mexico, involving children. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 79: 907-910.
- Zavala-Velázquez, J. 1972. Leishmaniasis en Yucatán. *Gaceta Médica de México* 104: 1-7.
- Zavala-Velázquez, J. 2003. La enfermedad de Chagas en el Estado de Yucatán, México. (1940-2002). *Revista Biomedica* 14: 35-43.
- Zavala-Velázquez, J., Xue-Jie, Y., Walker, D. H. 1996a. Unrecognized spotted fever group Rickettsiosis masquerading as dengue fever in Mexico. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 55: 157-159.
- Zavala-Velázquez, J., Barrera-Pérez, M., Rodríguez-Félix, E., Guzmán-Marín, E., Ruíz-Piña, H. 1996b. Infection by *Trypanosoma cruzi* in mammals in Yucatan, Mexico: a serological and parasitological study. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo* 38: 289-292.
- Zavala-Velázquez, J., Ruiz-Sosa, J., Vado-Solís, I., Billings, A. N., Walker, D. H. 1999. Serologic study of the prevalence of Rickettsiosis in Yucatán: Evidence for a prevalent spotted fever group Rickettsiosis. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 61: 405-408.
- Zavala-Velázquez, J., Ruiz-Sosa, J., Sánchez-Eliás, R. A., Becerra-Carmona, G., Walker, D. H. 2000. *Rickettsia felis* Rickettsiosis in Yucatán. *The Lancet* 356: 1079-1080.
- Zavala-Velázquez, J., Vado-Solís, I., Rodríguez-Félix, E., Rodríguez-Angulo, E. M., Barrera-Pérez, M., Guzmán-Marín, E. 1998. Leptospirosis anictérica en un brote epidémico de Dengue en la Península de Yucatán. *Revista Biomedica* 9: 78-83.

Zavala-Velázquez, J., Zavala-Castro, J., Vado-Solís, I., Ruiz-Sosa, J., Morón, C. G., Bouyer, D. H., Walker, D. H. 2002. Identification of *Ctenocephalides felis* fleas as a host of *Rickettsia felis*, the agent of a spotted fever Rickettsiosis in Yucatán, Mexico. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 2: 69-75.

Zeledón, R. 1998. Infection of the insect host by *Trypanosoma cruzi*. In: Carcavallo, R. U., Galíndez-Girón, I., Jurberg, J., Lent, H. (ed.). *Atlas of Chagas disease vectors in the Americas* Vol. I. Editora Fiocruz. Brazil. pp. 271-287.

Submitted March 16, 2010 – Accepted April 20, 2010
Revised received May 26, 2010