



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

**Detección de *Trypanosoma cruzi* en grupos de mono aullador (*Alouatta pigra*,
Alouatta palliata) y mono araña (*Ateles geoffroyi*) del Sureste de México**

Rovirosa-Hernández MJ^{1,a}, García-Orduña F^{1,a}, Ramos-Ligonio A^{2,b}, Rodríguez-Landa JF^{1,a}, Guzmán-Gómez D⁴, Lagunes Merino Omar³, Aguilar-Tirado A³

¹*Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México*

²*LADISER Inmunología y Biología Molecular, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Orizaba, Veracruz, México*

³*Doctorado en Neuroetología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México*

⁴*Doctorado en Investigaciones Biomédicas, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México*

^a*Cuerpo Académico Neuroetología, U.V.*

^b*Cuerpo Académico, Inmunología y Biología Molecular Aplicada, U.V.*

e-mail: jrovirosa@uv.mx, fragarcia@uv.mx, angramos@uv.mx, juarodriguez@uv.mx,
daguzman@uv.mx, omarlagunes@hotmail.com, abrilati@hotmail.com

RESUMEN

Se ha reportado que diversas especies de primates Neotropicales son reservorios del parásito *Trypanosoma cruzi*, agente etiológico de la enfermedad de Chagas en el humano. El objetivo del estudio fue determinar la presencia *T. cruzi* mediante el método

1 | “Congreso Internacional de Investigación e Innovación 2014” Multidisciplinario, 10 y 11 de abril de 2014. México



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

de ELISA, en dos especies de mono aullador (*Alouatta palliata* y *Alouatta pigra*) en vida libre, en los estados de Tabasco y Campeche; así como en dos sub-especies de mono araña (*Ateles geoffroyi vellerosus* y *Ateles geoffroyi yucatanensis*) en condiciones de cautiverio en los estados de Veracruz, Quintana Roo y Yucatán. Se colectaron ciento veintiún muestras de suero (*A. pigra* n=20; *A. palliata* n=20; *A. g. vellerosus* n=27 y *A. g. yucatanensis* n=54). De los individuos en vida libre, resultaron con serología reactiva el 10% de *A. palliata* y el 25% de *A. pigra*; mientras que para los individuos en cautiverio de *A. g. yucatanensis* fue de 9.67%, en Yucatán y 13.04% en Quintana Roo, y *A. g. vellerosus* de Los Tuxtlas, Ver., fue de 25.93%. Nuestros resultados indican que se debe poner especial atención en el hallazgo de serología reactiva en estas especies de monos, profundizando en la caracterización de las cepas de *T. cruzi* y el papel que estas especies de primates juegan en el ciclo de vida del parásito; así como en el estudio de su efecto en la salud de los primates. Estos datos proporcionan información adicional acerca de la relación huésped-parásito-vector, favoreciendo una mejor comprensión de la dinámica de esta enfermedad en el sureste de México.

Palabras clave: *Alouatta palliata*, *Alouatta pigra*, *Ateles geoffroyi vellerosus*, *Ateles geoffroyi yucatanensis*, *Trypanosoma cruzi*, serología positiva, Chagas

I. INTRODUCCIÓN



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

Los parásitos juegan un papel importante en los ecosistemas tropicales, debido a que representan un componente activo de la diversidad biológica, ya que afectan la ecología y evolución de las interacciones entre especies, así como también, influyen en el crecimiento y regulación de las poblaciones hospederas (Esch y Fernández, 1993; Hudson, et al., 1998; Hochachka y Dhondt, 2000; Hudson, et al., 2002). Las enfermedades infecciosas causadas por parásitos pueden provocar el decline de las poblaciones silvestres (Lafferty y Gerber, 2002; de Castro y Bolker, 2005; Smith, et al. 2006), debido a que en ocasiones varios parásitos pueden infectar a diversas especies (Gog, et al. 2002; Fenton y Pedersen, 2005), lo que se ha denominado como enfermedades zoonóticas (Taylor, et al., 2001; Woolhouse, et al., 2001).

La mayoría de las infecciones emergentes son zoonóticas y son transferidas entre el hombre, la fauna silvestre y los animales domésticos (Nunn y Altizer, 2006). Por consiguiente, es importante estudiar como los factores naturales y antropogénicos afectan la dinámica huésped-parásito en poblaciones de fauna silvestre (Gillespie, et al., 2005; Gillespie, et al., 2005; Gillespie y Chapman, 2006). Los agentes infecciosos que infectan a más de una especie de huéspedes son obicuos, esto es que son cosmopolitas y ocupan cualquier área geográfica. Por ejemplo, alrededor del 60% de los patógenos humanos son zoonóticos y hasta el 90% de los patógenos de animales domésticos pueden infectar a más de una especie huésped (Cleaveland, et al., 2001; Taylor, et al., 2001), como puede ocurrir en la tripanosomiasis americana.

La tripanosomiasis americana es una zoonosis muy compleja, transmitida por el parásito *Trypanosoma cruzi*, que tiene una gran variedad de cepas e infecta a través de los triatomíneos vectores a un aproximado de 150 especies incluidas en 24 familias de animales domésticos y silvestres (Schofield, et al., 1999). Recientemente, se ha mencionado que la enfermedad de Chagas humana es un hecho puramente accidental,



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

esto ha ocurrido en medida en que el hombre ha ido entrando en contacto con áreas naturales, provocando desequilibrios ecológicos y forzando a los triatominos silvestres infectados a ocupar viviendas humanas siendo ahí donde no solamente encuentra refugio, sino también suficiente alimento tanto de sangre humana como de los animales domésticos que habiten la vivienda (Guhl, et al., 2007). Se estima que en México existen alrededor de 69,000 personas infectadas por *T. cruzi* por año (Petherick, 2010).

Los tripanosomas son parásitos endémicos de la mayoría de las regiones tropicales y sus ciclos de vida implican el paso obligado a través de hospederos invertebrados que presentan diversas etapas (WHO, 2002). *Trypanosoma cruzi* responsable de la enfermedad de Chagas, se transmite por las heces infectadas de los triatominos (insectos hematófagos). Los tripanosomas son protozoos hemoflagelados de la Familia Trypanosomatidae y del Orden Kinetoplastida (Hoare y Wallace, 1966). Las personas infectadas por *T. cruzi* en ocasiones permanecen asintomáticos lo que caracteriza la forma indeterminada de la enfermedad (Moncayo, 2003). Sin embargo las personas infectadas pueden desarrollar lesiones irreversibles del Sistema Nervioso Autónomo (corazón, esófago, colón) durante la fase crónica de la enfermedad (Moncayo, 2003; Prata, 2001). En ambiente natural, los hospederos de *T. cruzi* incluyen todos los órdenes de mamíferos; pero Didelphimorpha, Xanerthra, Rodentia y Primate son los mayormente infectados (Coura, et al., 2002; Miles et al., 1979; 2003).

México cuenta con una abundante diversidad climática y biológica, lo que proporciona la oportunidad para el desarrollo de agentes etiológicos como el *T. cruzi*. A su vez, la invasión de las poblaciones humanas en los ecosistemas terrestres ha provocado el establecimiento y propagación de esta enfermedad (Cruz-Reyes y Pickering-López, 2006). Por otra parte la gran diversidad de hábitats y las malas condiciones sanitarias en muchas regiones rurales, proporciona las condiciones naturales para la transmisión, lo



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

que resulta en un aumento del riesgo de infección.

En estudios recientes se sugiere que algunos primates Neotropicales son reservorios de microorganismos patógenos para el hombre, entre los que se encuentra *T. cruzi* (Stuart, et al, 1998; Ziccardi y Lourenco-de-Oliveira, 1997). Los primates Neotropicales son en gran parte arbóreos pero desafortunadamente una serie de actividades humanas impactan directamente en su hábitat, lo que obliga a que estos logren sobrevivir en bosques fragmentados y altamente perturbados en las proximidades de asentamientos humanos; esta situación aumenta el riesgo de transmisión de la enfermedad (Chapman, et al, 2005; Daszak, et al, 2001; Dobson y Foufopoulos, 2001 ; Kowalewski y Gillespie, 2009).

En este escenario en particular se sitúan los primates mexicanos; *Alouatta pigra* o mono aullador negro, *Alouatta palliata* o mono aullador de manto y las dos sub-especies de mono araña *Ateles geoffroyi vellerosus* y *Ateles geoffroyi yucatanensis*. *A. pigra* se distribuye en los estados de Tabasco, Campeche, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo (Barrueta-Rath, et al., 2003; Estrada et al., 2002), mientras que *A. palliata* sólo se encuentra distribuido en el sur de Veracruz, Tabasco, Chiapas y al este de la Península de Yucatán (Horwich y Johnson, 1986; García-Orduña, 1995). En lo que respecta a *Ateles geoffroyi vellerosus* se distribuye en el sur de Veracruz, Tabasco, Campeche y Chiapas (Estrada, et al., 2004; Kellogg y Goldman, 1944), *Ateles geoffroyi yucatanensis* su distribución se limita a la Península de Yucatán (Silva-López, et al., 1995; Konstant, et al., 1985).

Se reporta que los primates albergan diversos agentes patógenos, los cuales pueden infectar animales domésticos y al hombre (Stuart, et al., 1998). Esta susceptibilidad a la infección tiene la posibilidad de transmisión entre especies en los



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

sistemas forestales perturbados donde los monos experimentan un elevado traslape espacial temporal con el ganado y el hombre (Kowalewski y Gillespie, 2009). Por ejemplo se reporta que diversos grupos de *Alouatta* se encuentran habitando junto y dentro de plantaciones de cacao (Muñoz, et al., 2006), pastizales e incluso dentro de pequeños asentamientos humanos (Estrada et al., 2006; García-Orduña y Cortés-Ortiz ob. pers.) o áreas altamente perturbadas con muy pequeños fragmentos de vegetación (Bicca-Marques y Calegaro-Marques, 1995). Incluso se ha observado, que estos primates pueden desplazarse por el suelo y beber agua de ríos y lagunas (Bravo y Sallenave, 2003; Pozo-Montuy y Serio-Silva, 2007).

Por otra parte, estos primates no sólo sufren la pérdida de su hábitat natural, también se enfrentan al tráfico ilegal y la caza furtiva sobre todo de individuos inmaduros, para ser vendidos como mascotas. Su caza y cautiverio provoca impactos en las poblaciones naturales, que junto a otros factores tiene a muchas de ellas al límite de extinguirse. Además su desplazamiento natural o forzado puede implicar que como vector provoque el incremento de enfermedades zoonóticas de riesgo en las regiones donde sean establecidos. El contacto directo o indirecto con las heces, orina, restos de alimento o pelaje, podría servir como un agente dispersor de bacterias, virus, hongos o ectoparásitos que afecten la salud (Gómez-Ruíz, 2010).

Ahora bien, cuando estos individuos crecen generalmente ya no se facilita su manipulación dada su naturaleza silvestre, por lo que son entregados voluntariamente y/o decomisados a distintas entidades encargadas del manejo de fauna silvestre en el país. A la larga, este porcentaje creciente de individuos hace en muchos casos imposible su manutención y alojamiento, por lo que es necesario la liberación a su ambiente natural. Sin embargo, existen varios peligros inherentes a los procesos de liberación de fauna cautiva, que incluye la contaminación con patógenos lo que representa un riesgo para las



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

poblaciones silvestres.

Con base en lo anterior, se propuso realizar un muestreo serológico a grupos de primates no humanos en nuestro país, tanto en vida libre como en condiciones de cautiverio. El estudio se realizó bajo las directrices institucionales de la Universidad Veracruzana, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT; Permiso Oficial # SGPA/DGVS/03293/10) y de acuerdo a los lineamientos éticos establecidos por la Sociedad Americana de Primatología para el manejo de los primates no humanos.

II. METODOLOGÍA

Se muestrearon dos poblaciones de monos aulladores; 8 individuos *A. pigra* y 20 de *A. palliata* en fragmentos de selva de las localidades de Carlos Green y Pochitocal, en el estado de Tabasco (área de simpatria de ambas especies). En la reserva del Tormento en el estado de Campeche se colectaron muestras de 12 individuos más de *A. pigra*. La toma de muestra de monos araña se realizó en los Centros para la Conservación e Investigación de la Fauna Silvestre CIVS de SEMARNAT, donde albergan individuos de la sub especie *Ateles geoffroyi yucatanensis*, muestreando 23 individuos en San Felipe Bacalar, Quintana Roo y 31 en San Bartolomé Tekax, Yucatán. Mientras que para *Ateles geoffroyi vellerosus* se colectaron 27 muestras de individuos alojados en la Unidad de Manejo para Conservación de la Vida Silvestre en Pipiapan, Veracruz.

Para la obtención de las muestras, los individuos de vida libre fueron anestesiados con hidrocloreto de ketamina en una dosis de (10-15 mg/Kg). Los individuos en cautiverio fueron anestesiados con una combinación de 1:1 de Soletil – Xilacina (4mg/Kg).



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
 Multidisciplinario
 10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
 ISBN: 978-607-95635

Posteriormente, con una jeringa se colectaron 2.5 ml de sangre de la vena femoral de cada individuo y se centrifugo a 2400 rpm para la obtención de suero. Mediante el método de ELISA se determinó la seroprevalencia de *T. cruzi*. Los resultados fueron analizados por una prueba *chi-cuadrada* para evaluar las diferencias en la tasa de seroprevalencia entre las especies. Los datos de proporción se presentan con un intervalo de confianza de 95%.

III. RESULTADOS

La prevalencia de anticuerpos para *T. cruzi* en monos aulladores fue de 17.5%, la cual se presentó de la siguiente manera:

Localidad de colecta		Especie		Serología Activa a <i>T. cruzi</i>		
Tabasco	Campeche	<i>A. palliata</i>	<i>A. pigra</i>	<i>A. palliata</i>	<i>A. pigra</i>	Positivos a <i>T. cruzi</i>
Carlos Green (n=3)		1	2	0/1 (50%)	1/2 (50%)	1/3 (33.33%)
Pochitocal (n=25)		19	6	2/19 (10.53%)	2/6 (33.33%)	4/25 (16%)
	Tormento (n=12)	0	12	-	2/12 (16.67%)	2/12 (16.67%)
Total		20	20	2/20	5/20	7/40



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
 Multidisciplinario
 10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
 ISBN: 978-607-95635

(10%)	(25%)	(17.5%)
-------	-------	---------

En los monos araña la prevalencia de anticuerpos para *T. cruzi* fue de 16.04%:

Localidad de colecta	Especie		Serología
	<i>A. g yucatanensis</i>	<i>A.g. vellerosus</i>	Positivos a <i>T. cruzi</i>
Bacalar			3/23
(n=23)	23	0	(13.04%)
Tekax			3/31
(n=31)	31	0	(9.68%)
Pipiapan			7/27
(n=27)	0	27	(25.93%)
Total	54	27	13/81 (16.04%)

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Cabe resaltar que estos datos son de los primeros que reportan la presencia de *T. cruzi* en primates mexicanos en vida libre, como en condiciones de cautiverio. De acuerdo a los resultados encontrados en las dos especies de monos aulladores, indican que *A. pigra* presenta un mayor porcentaje de infección de *T. cruzi*, independientemente de su



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

localización. Esto sugiere que probablemente *A. pigra* es más susceptible a enfermedades infecciosas parasitarias que *A. palliata* (Roviroso, et al., 2013). Con respecto a los monos araña los resultados sugieren que *A. g. vellerosus* es más susceptible que *A. g. yucatanensis*, encontrando mayor prevalencia en los individuos de la región de Papiapan, Veracruz (Roviroso, et al., en proceso)

Muchos mamíferos son reservorios del agente etiológico de varias enfermedades y poseen un papel importante en el mantenimiento e interacción de los ciclos internos, peridomésticos y silvestres de la enfermedad de Chagas (Barreto, 1964; Dantas-Torres, 2007; Telford y Tonn, 1982). En el ciclo infeccioso, el parásito puede infectar a cualquier mamífero, estos individuos infectados se convierten en reservorios los cuales si se localizan cercanos a asentamientos humanos se puede iniciar a que ocurra el ciclo de transmisión domiciliario del parásito en las viviendas (Kirchhoff, 2011).

Se ha reportado la presencia de tripanosomas como *T. minasense* en primates, pero la mayoría no son de importancia para la salud humana (Chinchilla, et al., 2005). Sin embargo, la infección por *T. cruzi*, si lo es para humanos, y se ha reportado este agente etiológico en varias especies de primates Neotropicales (Lisboa, et al, 2006; Monteiro, et al, 2006), que incluye a los monos aulladores (*A. caraya*, Funayama y Barreto, 1970; Travi, et al, 1986; *A. seniculus*, de Thoisy, et al, 2001). No obstante, la prevalencia de infección por *T. cruzi* en monos mexicanos (*A. palliata*, *A. pigra*, *A. g. vellerosus* y *A. g. yucatanensis*) no había sido reportada. Este hallazgo de serología positiva para *T. cruzi* sugiere que estos monos se pueden infectar de manera natural con el parásito y probablemente desarrollar una enfermedad asintomática, sirviendo solamente como reservorio (Lisboa, et al, 2006;. Marinkelle, 1982).

Aunque los primates Neotropicales parecen estar comúnmente infectados con *T.*



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

T. cruzi, parece que esta infección no necesariamente tienen un impacto significativo en la salud de los primates (de Thoisy, et al., 2001). Sólo ha sido reportado un caso fatal por *T. cruzi* en un chimpancé durante la fase aguda de la enfermedad (Bommineni, et al, 2009). La importancia de las enfermedades infecciosas emergentes es que son zoonóticas y se transfieren fácilmente entre los seres humanos, la fauna silvestre y los animales domésticos (Nunn y Altizer, 2006). Lo que sugiere que la infección en el hombre por *T. cruzi* podría aumentar, con la creciente interacción entre los humanos y primates no-humanos (Kowalewski y Gillespie, 2009).

T. cruzi se transmite principalmente a través de la sangre (por insectos), lo que sugiere que si los monos se infectan por estos parásitos, la enfermedad podría ser potencialmente transmitida al hombre y a los animales domésticos. A su vez, los primates podrían estar sirviendo como reservorios y un aporte nutricional para el vector (Cantolara, et al., 1998, González, et al., 2011). Muchas especies de parásitos y sus huéspedes potenciales, han coexistido durante mucho tiempo (Nunn y Altizer, 2006), pero no es claro aún cuáles son las consecuencias, si es que las hay, si la exposición constante a los parásitos puede tener influencia en la supervivencia de poblaciones silvestres o en cautiverio de los primates (Gillespie, 2006;. Gillespie, et al, 2004).

La incesante alteración del hábitat de los primates, no sólo afecta su conservación, también potencia la probabilidad de transmitir enfermedades entre los primates no humanos y el hombre (Lilly, et al, 2002; Wolfe, et al, 1998]. El hallazgo encontrado en la serología positiva para *T. cruzi* en los monos aulladores y araña, merecen una atención especial debido a que *T. cruzi* es un parásito de importancia para la salud pública. Por consiguiente, es necesario realizar estudios específicos sobre las cepas de parásitos presentes en estos monos, así como el papel que estas especies de primates desempeñan en el ciclo de vida de los parásitos para proporcionar más información sobre



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

la relación huésped-parásito-vector y para proporcionar una mejor comprensión de la dinámica de la transmisión de esta enfermedad en nuestro país.

Agradecimientos: Los autores agradecen al equipo de la Universidad Veracruzana que ayudó en la captura y toma de muestras de los primates. El estudio fue financiado por FOMIX-CONACyT, Veracruz; México (2008-C02-108783) y por la Fundación Nacional de Ciencia (BCS 0962807). También se recibió un apoyo parcial por parte del Programa de Fortalecimiento Académico del Posgrado de Alta Calidad (I010/458/2013, C-703/2013).

V. BIBLIOGRAFIA

Barreto M (1964). Reservorios do *Trypanosoma cruzi* nas Américas. Rev Bras Malariol Doencas Trop 16:27–48.

Barrueta-Rath T, Estrada A, Pozo C, Calmé S. (2003). Reconocimiento demográfico de *Alouatta pigra* y *Ateles geoffroyi* en la reserva El Tormento, Campeche, México. Neotrop Primates 11(3):163–167.

Bicca-Marques JC, Calegaro-Marques C (1995). Locomotion of black howlers in hábitat with discontinuous canopy. Folia Primatol 64:55–61.

Bommineni YR, Dick EJ, Jr., Estep JS, Van de Berg JL, Hubbard GB (2009). Fatal acute Chagas disease in a chimpanzee. J Med Primatol 38:247–251.

Bravo SP, Sallenave A (2003). Foraging behavior and activity patterns of *Alouatta caraya* in the northeastern Argentinean flooded forest. Int J Primatol 24:825–846.

Canto-Lara SB, Cardenas-Maruffo MF, Vargas-Gonzalez A, Andrade-Narvaez F (1998). Isoenzyme characterization of *Leishmania* isolated from human cases with localized cutaneous leishmaniasis from the State of Campeche, Yucatan Peninsula, Mexico. Am J



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

Trop Med Hyg 58:444–447.

Chapman CA, Gillespie TR, Goldberg TL (2005). Primates and the ecology of their infectious diseases: how will antropogenic change affect host-parasite interactions? *Evol Antropol* 14:134–144.

Chinchilla M, Troyo A, Guerrero OM, Gutierrez-Espeleta GA, Sánchez R (2005). Presencia de *Trypanosoma minasense* (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) en *Alouatta palliata* (Primates: Cebidae) de Costa Rica. *Parasitol Latinoam* 60:90–92.

Cleaveland S, Laurenson MK, Taylor LH (2001) Diseases of humans and their domestic mammals: pathogen characteristics, host range and the risk of emergence. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 356:991–999.

Coura JR, Junqueira AC, Fernandez O, Valente SA, Miles MA (2002). Emerging Chagas disease in Amazonian Brazil. *Trends Parasitol* 18:171–176.

Cruz-Reyes A, Pickering-López JM (2006). Chagas disease in Mexico: an analysis of geographical distribution during the past 76 years – A Review. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 101(4):345–354.

Dantas-Torres F. (2007). The role of dogs as reservoirs of *Leishmania* parasites, with emphasis on *Leishmania (Leishmania) infantum* and *Leishmania (Viannia) braziliensis*. *Vet Parasitol* 149:139–146

de Thoisy B, Vogel I, Reynes JM, Pouliquen JF, Carme B, Kazanji M, Vié JC (2001). Health evaluation of translocated free-ranging primates in French Guiana. *Am J Primatol* 54:1–16

Dobson A, Foufopoulos J (2001). Emerging infectious pathogens of wildlife. *Philos Trans R Soc Lond B* 356:1001–1012.

de Castro F, Bolker B. (2005). Mechanisms of disease-induced extinction. *Ecology Letters* 8:117–126.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

Esch G, Fernandez JC (1993). A Functional Biology of Parasitism: Ecological and Evolutionary Implications. London: Chapman and Hall.

Estrada A, Saenz J, Harvey C, Naranjo E, Muñoz D, Rosales-Meda M (2006). Primates in agroecosystems: conservation value of some agricultural practices in Mesoamerican landscapes. En: Estrada A, Garber PA, Pavelka MSM, Luecke L, editors. New perspectives in the study of Mesoamerican primates: distribution, ecology, behavior and conservation. New York: Springer. p 437–470.

Estrada A, Luecke L, Van Belle S, Barrueta E, Rosales MM (2004). Survey of black howler (*Alouatta pigra*) and spider (*Ateles geoffroyi*) monkeys in the Mayan sites of Calakmul and Yaxchilán, México and Tikal, Guatemala.

Estrada A, Castellanos L, Mendoza A, Pacheco R (2002). Población, ecología y comportamiento de monos aulladores (*Alouatta pigra*) en Palenque, Chiapas, México En: Lakamha, Boletín Informativo del Museo de sitio y Zona Arqueológica de Palenque (CONACULTA-INAH) 3:9–15.

Fenton, A, Pedersen AB (2005). Community epidemiology in theory and practice: a conceptual framework for classifying disease threats in human and wild populations. Emerging Infectious Disease 11:1815–1821.

Funayama GK, Baretto MP (1970). Estudos sobre reservatorios e vetores silvestres do *Trypanosoma cruzi*. XLII. Infecção natural do simio *Alouatta caraya* (Humboldt, 1812) pelo *T. cruzi*. Rev Inst Med Trop São Paulo 12(4):257–265.

García-Orduña F (1995). Fragmentación del hábitat y demografía de primates en la región de Los Tuxtlas, Ver. En: Rodríguez-Luna E, Cortés-Ortiz L, Martínez-Contreras J, eds. Estudios perinatólogicos en México. México: Universidad Veracruzana (Ed). vol II. p 61–80.

Gillespie TR, Chapman CA (2006). Prediction of parasite infection dynamics in primate metapopulations based on attributes of forest fragmentation. Conservation Biology



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

20:441–448.

Gillespie TR, Chapman CA, Greiner EC (2005). Effects of logging on gastrointestinal parasite infections and infection risk in African primates. *Journal of Applied Ecology* 42:699–707.

Gillespie TR, Greiner EC, Chapman CA (2005). Gastrointestinal parasites of the colobin monkeys of Uganda. *Journal of Parasitology* 91:569–573.

Gillespie TR, Greiner EC, Chapman C. (2004). Gastrointestinal parasites of the guenons of western Uganda. *J Parasitol* 90:1356–1360

Gog JR, Woodroffe R, Swinton J. (2002). Disease in endangered metapopulations: the importance of alternative hosts. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 269:671– 676.

González C, Rebollar-Télez EA, Ibáñez-Bernal S, Becker- Fauser I, Martínez-Meyer E, Peterson AT, Sánchez-Cordero V (2011). Current knowledge of *Leishmania* vectors in Mexico: how geographic distributions of species relate to transmission areas. *Am J Trop Med Hyg* 85:839–846.

Guhl F, Aguilera G, Pinto N, Vergara D (2007). Actualización de la distribución geográfica y ecoepidemiología de la fauna triatóminas (Reduviidae: Triatominae) en Colombia. *Biomédica* 27(Supl 1):143-162.

Hochachka VW, Dhondt AA (2000). Density-dependent decline of host abundance resulting from a new infectious disease. *Proceedings of the National Academy of Science* 97:5303–5306.

Hoare CA, Wallace FG (1966). Developmental stages of trypanosomatid flagellates: a new terminology. *Nature* 244:69– 70.

Horwich RH, Johnson ED (1986). Geographical distribution of the black howler (*Alouata pigra*) in Central America. *Primates* 27(1):53–62.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

Hudson PJ, Rizzoli A, Grenfell BT, Heesterbeek H, Dobson AP (2002). The Ecology of Wildlife Disease. Oxford: Oxford University Press.

Hudson PJ, Dobson AP, Newborn D (1998). Prevention of population cycles by parasite removal. *Science* 282:2256–2258.

Kellogg R, Goldman EA (1944). Review of the spider monkeys. *Proc. U. S. Nat.*

Mus. 96:1–45.

Kirchhoff LV (2011). Trypanosomiasis (Chagas disease). En: Weiss LM, Tanowitz HB, Kirchhoff LV, editors. *Advances in parasitology: Chagas disease, Part A*. Amsterdam: Elsevier Academic Press. vol. 75. p 1–19.

Konstant W, Mittermeier RA, Nash SD (1985). Spider monkeys in captivity and in the wild. *Primate Conserv.* (5):82–109

Kowalewski MM, Gillespie TR (2009). Ecological and anthropogenic influences on patterns of parasitism in free-ranging primates: a meta-analysis of Genus *Alouatta*. En: Garber PA, Estrada A, Bica-Marquez JC, Heymann EW, Strier B, editors. *South American primates: comparative perspectives in the study of behavior, ecology and conservation*. New York: Springer Press. vol. 17. p 433– 461.

Lafferty KD, Gerber LR (2002). Good medicine for conservation biology: the intersection of epidemiology and conservation theory. *Conservation Biology* 16:593–604.

Lilly AA, Mehlman PT, Doran D (2002). Intestinal parasites in gorillas, chimpanzees, and humans at Mondika Research site, Dzanga-Ndoki National Park, Central African Republic. *Int J Primatol* 23:555–573

Lisboa CV, Mangia RH, Luz SL, Kluczkovski A, Jr., Ferreira LF, Ribeiro CT, Fernandes O, Jansen AM (2006). Stable infection of primates with *Trypanosoma cruzi* I and II. *Parasitology* 133:603–611.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

Marinkelle CJ (1982). The prevalence of *Trypanosoma (Schizotrypanum) cruzi* infection in Colombian monkeys and marmosets. *Ann Trop Med Parasitol* 76:121–124.

McGrew WC, Tutin CEG, Collins DA, File SK (1989). Intestinal parasites of sympatric *Pan troglodytes* and *Papio* spp. at two sites: Gombe (Tanzania) and Mt. Assirik (Senegal). *American Journal of Primatology* 17(2):147–155.

Miles MA, Feliciangeli MD, de Arias AR. (2003). American trypanosomiasis (Chagas' disease) and the role of molecular epidemiology in guiding control strategies. *Br Med J* 28:1444–1448.

Miles MA, Marsden PD, Pettitt LE, Draper CC, Watson S, Seah SK, Hutt MS, Fowler JM (1979). Experimental *Trypanosoma cruzi* infection in rhesus monkeys 111. Electrocardiographic and histopathological findings. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 73:528–532.

Moncayo A (2003). Chagas disease: current epidemiological trends after the interruption of vectorial and transfusional transmission in the southern cone countries. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 95:577–591.

Monteiro RV, Baldez J, Dietz J, Baker A, Lisboa CV, Jansen AM (2006). Clinical, biochemical and electrocardiographic aspects of *Trypanosoma cruzi* infection in free-ranging golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*). *J Med Primatol* 35:48–55.

Muller-Graf CDM, Collins DA, Woolhouse MEJ (1997). *Schistosoma mansoni* infection in a natural population of olive baboons (*Papio cynocephalus anubis*) in Gombe Stream National Park. *Parasitology* 115:621–627.

Muñoz D, Estrada A, Naranjo E, Ochoa S (2006). Foraging ecology of howler monkeys in a cacao (*Theobroma cacao*) plantation in Comalcalco, Mexico. *Am J Primatol* 68:127–142.

Nunn CL, Altizer SM (2006). *Infectious Diseases in Primates: Behavior, Ecology and Evolution*. New York: Oxford University Press.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

Pedersen AB, Altizer SM, Poss M, Cunningham AA, Nunn CL (2005). Patterns of host specificity and transmission among parasites of wild primates. *International Journal for Parasitology* 35:647–657.

Petherick A. (2010). Country by country. *Nature* 465:S10–S11.

Pozo-Montuy G, Serio-Silva JC (2007). Movement and resource use by a group of *Alouatta pigra* in a forest fragment in Balancán, México. *Primates* 48:102–107.

Prata A (2001). Clinical and epidemiological aspects of Chagas disease. *Lancet Infect Dis* 1:92–100.

Rovirosa-Hernández MJ, Cortes-Ortíz L, García-Orduña F, Guzmán-Gómez D, López-Monteón A, Caba M, Ramos-Ligonio A (2013). Seroprevalence of *Trypanosoma cruzi* and *Leishmania mexicana* in free-ranging howler monkeys in southeastern Mexico. *Am J Primatol* 75:161-169.

Schofield CJ, Diotaiuti L, Dujardin JP (1999). The process of domestication in triatominae. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 94(Suppl.1):375-8.

Silva-López G, Motta-Gill J, Sánchez-Hernández, AI (1996). Taxonomic notes on *Ateles geoffroyi*. *Neotrop. Primates* 4(2):41–44.

Smith KF, Sax DF, Lafferty KD (2006). Evidence for the role of infectious disease in species extinction and endangerment. *Conservation Biology* 20:1349–1357.

Stuart M, Pendergast V, Rumpfelt S, Pierberg S, Greenspan L, Glander K, Clarke M (1998). Parasites of wild howlers (*Alouatta* spp.). *Int J Primatol* 19:493–512.

Stuart MD, Greenspan LL, Glander KE, Clarke M (1990). A coprological survey of parasites of wild mantled howling monkeys, *Alouatta palliata palliata*. *Journal of Wildlife Disease* 26:547–549.

Taylor LH, Latham SM, Woolhouse ME. Risk factors for human disease emergence. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2001;356: 983–9.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

Telford S, Tonn R (1982). Dynamics of *Trypanosoma cruzi* in populations of a primary reservoir, *Didelphis marsupialis* in the highland of Venezuela. Bol Of Sanit Panam 93:341–364.

Travi BL, Colillas OJ, Segura EL (1986). Natural trypanosome infection in Neotropical monkeys with special reference to *Saimiri sciureus*. En: Taub, DM, King, FA, editors. Current perspectives in primate biology. New York: Van Nostrand Reinhold. p 296–306.

Wolfe ND, Escalante AA, Karesh WB, Kilbourn A, Spielman A, Lal AA (1998). Wild primate populations in emerging infectious disease research: the missing link? Emerg Infect Dis 4:149–158.

Woolhouse MEJ, Taylor LH, Haydon DT. Population biology of multi-host pathogens. Science. 2001;292:1109–12.

World Health Organization (2002). Control of Chagas disease (2nd edition). Technical Reports Series 905. Geneva: WHO