

Virus y bacterias encontrados en murciélagos de Guatemala

David Morán, Danilo Álvarez y Celia Cordón-Rosales

Programa de enfermedades Arbovirales y zoonosis, Centro de Estudios en Salud, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala
dmoran@ces.uvg.edu.gt

RESUMEN: En los últimos años, los murciélagos han estado implicados en numerosos eventos de enfermedades infecciosas emergentes, y son cada vez más reconocidos como importantes reservorios de virus que pueden infectar al humano y a otras especies. Los murciélagos son considerados uno de los grupos de mamíferos más relevantes en el estudio de la ecología de las enfermedades emergentes y constituyen el grupo más rico de mamíferos en Guatemala con 100 especies documentadas, sin embargo, se sabe poco acerca de la diversidad de virus y bacterias en los murciélagos del país. El propósito de esta publicación es documentar los virus y bacterias aislados de murciélagos de Guatemala. Los hallazgos incluyen el reporte del primer aislamiento del virus de rabia en el país, el cual tiene el potencial de causar muerte en animales y humanos. Los hallazgos de estos estudios son relevantes para el conocimiento del viroma y bacterioma de quirópteros, así como para la evaluación de riesgos de las enfermedades zoonóticas asociadas a murciélagos en Guatemala, principalmente rabia.

PALABRAS CLAVE: quiróptera, enfermedades infecciosas emergentes, vampiro común, rabia, centro de estudios en salud.

Virus and bacteria found in Guatemala Bats

ABSTRACT: In recent years, bats have been implicated in numerous events of emerging infectious diseases and are increasingly recognized as important reservoirs of virus that can infect humans and other species. Bats are considered one of the most important groups of mammals in the study of the ecology of emerging diseases and they are the richest group of mammals in Guatemala with 100 documented species, yet little is known about the diversity of bacteria and viruses among bats in the country. The purpose of this publication is to document the viruses and bacteria that we isolated from biological samples from bats of Guatemala. Highlights include the report of the first isolation of rabies virus

in the country, which has the potential to cause death in animals and humans. The findings of these research are relevant to the study of virome and bacteriome of bats, as well as risk assessment of zoonotic diseases associated with bats in Guatemala, mainly from rabies.

KEYWORDS: Chiroptera, emerging infectious diseases, vampire bat, rabies, Center for Health Studies.

Introducción

Los murciélagos son, después de los roedores, los mamíferos más abundantes, diversos y geográficamente distribuidos en el mundo (Simmons, 2005). La gran movilidad que tienen debido a su capacidad de volar, su amplia distribución geográfica, su comportamiento social (refugios comunales y estructura social de fisión-fusión), y la longevidad que poseen (10-20 años), los hacen reservorios ideales y fuentes de infección para varios agentes (Mühldorfer 2013; Calisher et al., 2006). Varios estudios han demostrado que los murciélagos pueden jugar un papel importante sirviendo como reservorios naturales para numerosos patógenos (Messenger et al., 2003; Calisher et al., 2006; Turmelle y Olival 2009). Su papel en epidemiología de algunas enfermedades es aún más importante debido a que los murciélagos son susceptibles a una multitud de diferentes microorganismos que incluyen virus, bacterias, hongos y parásitos (Whitaker et al., 2009; Wibbelt et al., 2009). Varios de los agentes patógenos originados en los murciélagos son infecciosos para los seres humanos y los animales domésticos.

El descubrimiento de bacterias y virus en los murciélagos ha aumentado en la última década, aunque las actividades de investigación se han enfocado predominantemente en agentes virales. Desde 1931 hasta años recientes, más de 140 virus de vertebrados incluidos en 21 familias de virus, se han aislado o

detectados en los murciélagos (Calisher et al., 2006). Muchos de estos virus fueron descubiertos después de asociarse a enfermedades y muertes de personas o animales, pero la mayoría fueron aislados o detectados por coincidencia durante estudios de vigilancia de patógenos específicos como rabia. Las secuencias genómicas de algunos de los patógenos que se han detectado en los murciélagos pueden estar vinculadas a las dietas de los murciélagos (insectos, plantas, ranas, etc.) o con la flora normal de los murciélagos (bacterias y otros microorganismos) (Mühldorfer 2012). Con el aumento de los esfuerzos para analizar el viroma y bacterioma de murciélagos, es posible que en el futuro los genomas de cientos más virus y bacterias sean detectados en murciélagos y probablemente se demostrará que este taxón es el reservorio de muchos de ellos.

A pesar de la multitud de publicaciones sobre agentes infecciosos detectados en diferentes especies de murciélagos alrededor del mundo (Luis et al., 2013), y de que los murciélagos son el grupo más rico de mamíferos en Guatemala, con un total de 100 especies documentadas (Kraker et al. 2016), se sabe poco acerca de la diversidad de virus y bacterias en los murciélagos del país. El propósito de esta publicación es documentar los virus y bacterias que se han aislado, de murciélagos en Guatemala. La mayor parte de los hallazgos son producto de investigaciones realizadas por el grupo de zoonosis del centro de estudios en salud (CES) de la Universidad del Valle de Guatemala (UVG) en conjunto con instituciones colaboradoras, incluyendo a los centros para la prevención y control de enfermedades de los Estados Unidos de América (CDC), EcoHealth Alliance, y el laboratorio del centro de infección e inmunidad de la universidad de Columbia. Los hallazgos incluyen el primer aislamiento del virus de rabia en el país, el cual tiene el potencial de causar enfermedad y muerte en murciélagos y otros mamíferos, incluyendo los seres humanos.

Materiales y métodos

Para elaborar esta lista se realizó una revisión bibliográfica de las publicaciones sobre nuevos registros de virus y bacterias en murciélagos en Guatemala; estas publicaciones correspondieron a los trabajos realizados entre los años 2009 y 2015 por el programa de enfermedades Arbovirales y zoonosis del centro de estudios en salud de la Universidad del Valle de Guatemala. Además, incluimos los hallazgos aun no publicados que nos fueron comunicados en forma personal por nuestros asociados de las instituciones colaboradoras.

Resultados

A partir de las revisiones, se determinó que en el periodo 2009-2015 se colectaron muestras de 1,456 murciélagos pertenecientes a 29 géneros, incluyendo 41 especies, en 12 departamentos del país, pero con mayor número de muestras de la región sur oriente. Entre todas las capturas, el 56,3 % eran machos. El género más frecuentemente capturado fue *Artibeus* (n = 507), seguido por el vampiro común *Desmodus rotundus* (n = 559).

Las muestras fueron procesadas por medio de diferentes pruebas serológicas y moleculares, en número variable a través de los años, para detección de varios patógenos en diferentes laboratorios, tanto del CES como de instituciones colaboradoras. Se demostró evidencia serológica de circulación de virus de rabia en los murciélagos muestreados (n= 398, 7% positivos), siendo el gremio de murciélagos frugívoros los más prevalentes, seguidos por los insectívoros, y por último los hematófagos. Además de la evidencia serológica, se logró aislar el virus de rabia (familia *Rhabdoviridae*, género *Lyssavirus*, especie RABV) de dos vampiros (0.15% de positividad), siendo el primer aislamiento de virus rábico de Guatemala (Ellison et al., 2014).

En las muestras se encontraron otros virus incluyendo 18 coronavirus (familia *Coronaviridae*, siete del grupo 1 y 11 del grupo 2) (S. Tong comunicación personal), una nueva cepa de influenza A (familia *Orthomyxoviridae*, A H17 N10) (Tong et al. 2012), un nuevo polyomavirus (familia *Polyomaviridae*, *Pteronotus PyV*) (Tao et al. 2013), un nuevo Pegivirus y un Hepacivirus (familia *Flaviviridae*) (Quan et al. 2013); dos herpesvirus (familia *herpesviridae*), dos *Mastadenovirus* (familia *Adenoviridae*), y un *Vesiculovirus* (familia *Rhabdoviridae*) (Wray et al. 2016) Además de los virus, se aislaron e identificaron 22 filogrupos del género bacteriano *Bartonella*, siendo este el primer reporte de *Bartonella* en murciélagos en América, incluyendo cinco filogrupos no descritos anteriormente (Bai et al. 2011, Y. Bai comunicación personal). Los hallazgos virales y bacterianos por especie de murciélagos se resumen en el Cuadro 1.

La mayoría de virus detectados y/o aislados provenían de muestras de animales colectados en la región sur del país, a diferencia de la bacteria *Bartonella*, la cual se encontró en más regiones geográficas

Discusión de resultados y conclusiones

En Guatemala se ha encontrado evidencia de exposición a algunos patógenos infecciosos en poblaciones de murciélagos. En la década de 1970, se reportaron anticuerpos contra virus de la encefalitis equina venezolana (VEE) en varias especies de murciélagos en Guatemala (Seymour et al., 1978). En otro estudio posterior se detectaron anticuerpos neutralizantes contra VEE, estomatitis vesicular, encefalitis equina oriental, encefalitis equina occidental, encefalitis de San Luis, virus Tacaribe y Río Bravo en otras poblaciones de murciélagos en Guatemala (Ubico y McLean 2006). En 2005 se reportó histoplasmosis (enfermedad producida por un hongo asociado con heces de murciélagos), en turistas que visitaron cuevas de murciélagos en Guatemala (Nygard et al. 2006).

Las publicaciones de nuevos hallazgos en los murciélagos de Guatemala refuerzan el conocimiento que se tiene de este taxón como hospedero de una gran diversidad de virus y bacterias. Los virus encontrados en las muestras pertenecen a siete de las 21 familias virales que se han reportado en murciélagos (Calisher et al. 2006). De estas siete familias, tres (*Rhabdoviridae*, *Adenoviridae* y *Coronaviridae*) han sido reportadas en murciélagos de América (Lima et al. 2013; Constantine, 2009; Carrington et al. 2008; Brandao et al. 2008; Dominguez et al. 2007; Rupprecht et al. 2002); tres (*Herpesviridae*, *Flaviviridae* y

Polyomaviridae) representan el primer reporte para Centro América; y una (*Orthomyxoviridae*) se ha reportado en murciélagos una vez (L'Vov et al. 1979), y fue un reporte de una cepa conocida de influenza A H3N2. El virus aislado de *Sturmira lilium* de Guatemala es un virus de influenza A, completamente nuevo para el mundo (H17N10). El reporte de este nuevo virus desencadenó la búsqueda en otras especies de murciélagos derivando en el descubrimiento de otro nuevo virus de influenza A en murciélagos de Perú (Tong et al. 2013). Estos resultados demuestran que la diversidad viral en las especies de murciélagos de Guatemala es comparable a la diversidad viral en murciélagos de otros países (Ellison et al. 2014; Tong et al. 2013; Tao et al. 2013; Quan et al. 2013; Constantine 2009; Carrington et al. 2008; Brandao et al. 2008)

En relación a las bacterias, solamente se hicieron pruebas de laboratorio para *Bartonella* y *Brucella*, siendo posible detectar y aislar únicamente *Bartonella*. Sin embargo, este fue el primer reporte de este género bacteriano en murciélagos en América. La diversidad de filogrupos de *Bartonella* encontrada en las especies de murciélagos de Guatemala es comparable con lo reportado en las especies de murciélagos de Kenia y en Perú (Kosoy et al., 2010; Bai et al., 2012).

Teniendo en cuenta la diversidad y el potencial zoonótico de los virus y bacterias detectados en nuestro país hasta el momento, el riesgo infeccioso evidente de los murciélagos en Guatemala es la rabia.

La Rabia es una encefalitis mortal causada por varios lyssavirus, y en Latinoamérica es provocada específicamente por el virus de rabia (RABV) (Rupprecht et al., 2002). Debido a que anualmente ocurren casos de rabia, principalmente en perros y ganado bovino (también se reportan casos de mortalidad humana), la rabia se considera endémica en Guatemala. (Vigilato et al., 2013). Los casos humanos y en perros se relacionan epidemiológicamente a la variante canina del RABV, y los casos en ganado bovino se relacionan epidemiológicamente a la variante de murciélago vampiro del RABV. A pesar de que la disminución en la incidencia de rabia en humanos en Guatemala (OPS 2005) apunta a la eficacia de prevenciones pasadas y presentes contra la rabia a través de vacunas y esfuerzos de educación enfocados en la interacción entre humanos y perros, los casos de ganado bovino han ido aumentando (OIE 2013). Esto coincide con la tendencia latinoamericana en donde los casos de rabia transmitida por murciélagos han superado a los casos asociados a perros (Vigilato et al., 2013). El hallazgo del virus, y la evidencia de la circulación del virus entre las poblaciones de murciélagos en nuestro país son el resultado más interesante desde el punto de vista de salud pública humana y animal, y provee una herramienta para crear conciencia local del posible riesgo de rabia asociada con exposición a murciélagos. Esta información debe ser utilizada en los sistemas de vigilancia actual, tanto en salud humana como en salud animal, así como en los análisis epidemiológicos, y en las acciones de prevención y control que se realizan en los casos de rabia en el país.

No hay evidencia ni indicación de que los demás virus, y el conjunto de *Bartonella* encontrados, sean zoonóticos, y por lo

tanto no tienen implicación en salud pública por el momento. Además, las muestras fueron obtenidas de animales aparentemente sanos (sin manifestaciones clínicas de enfermedad), por lo tanto, esto sugiere que tampoco tiene impacto en la salud de las comunidades de murciélagos. Sin embargo, nuestros hallazgos dan lugar a más preguntas en relación a qué otros virus y bacterias conforman el viroma y bacterioma de los quirópteros del país, y del riesgo para la salud pública y salud animal que podría implicar estar en contacto con los murciélagos.

Aunque en los estudios se tomaron muestras en varios departamentos del país, la mayoría de hallazgos provinieron de comunidades del suroriente de Guatemala, lo cual se explica con el hecho de que la mayoría de las muestras fueron colectadas en esa región. Esto promueve continuar los estudios para detectar virus y bacterias, de más familias de murciélagos, en otras poblaciones y localidades en el país. Esto sirve de base para futuras investigaciones que permitan realizar análisis comparativos entre las diferentes comunidades, ecosistemas, y especies de murciélagos. Se necesitan más datos para generar información sobre la variación espacio-temporal del viroma y del bacterioma de quirópteros en Guatemala.

Agradecimiento

A Ramón Medrano, Adán Real, Jorge Paniagua, Nandy Rosales Rizzo, Luis Escobar, Alejandra Estévez, María Renee López, Gabriela Abdalla, Carmen Lucía Contreras, Bernarda Molina, María Luisa Müller, Brayan Rosales Julio Martínez, Rafael Ciraz, Kurt Duchez, Esteban Fuentes, Ana Lucía Barrios, Luis Trujillo, Manuel Barrios, Jennifer Riley y Emily Anston por su ayuda logística, en laboratorio y en campo, durante el desarrollo del proyecto. A Byron Thomae, Nery Sandoval, y al resto del personal del Ministerio de Agricultura, ganadería y alimentación de Guatemala (MAGA) por darnos información y mostrarnos sitios para capturar y tomar muestras. A Edgar Polanco, Fredy Gonzáles y al personal de La finca San Julián, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la USAC, por su apoyo en el estudio.

A Andy Burge y al personal de la Reserva Natural Privada Los Tarrales por su amable ayuda y colaboración durante el trabajo en la zona. A Fernando Martínez, Alejandro Morales y al personal del centro de rescate ARCAS, Petén, por facilitarnos el trabajo en la región. A todas las personas particulares que amablemente nos permitieron acceso a sus propiedades para coleccionar las muestras.

Bibliografía

- Bai, Y., Kosoy, M., Recuenco, S., Alvarez, D., Moran, D., Turmelle, A., Ellison, J., Garcia, D.L., Estevez, A., Lindblade, K., Rupprecht, C. (2011) *Bartonella* spp. in Bats, Guatemala Emerging Infectious Diseases 17: 1269-1272.
- Bai, Y., Recuenco, S., Gilbert, A.T., Osikowicz, L.M., Gomez, J., Rupprecht, C., Kosoy, M., (2012) *Prevalence and Diversity of Bartonella spp. in Bats in Peru* American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 87: 518-523.
- Brandão, P.E., Scheffer, K., Villarreal, L.Y., Achkar, S., Oliveira, R.D.E.N., Fahl Wde, O., Castilho, J.G., Kotait, I., Richtzenhain, L.J. (2008) *A coronavirus detected in the vampire bat Desmodus rotundus* Brazilian Journal of Infectious Diseases 12: 466-458.

- Calisher, C.H., Childs, J.E., Field, H.E., Holmes, K.V., Schountz, T. (2006) *Bats: important reservoir hosts of emerging viruses* Clinical Microbiological Reviews 19: 531-545.
- Carrington, C.V.F., Foster, J.E., Zhu, H.C., Zhang, J.X., Smith, G.J.D., Thompson, N., Auguste, A.J., Ramkissoon, V., Adesiyun, A.A., Guan, Y. (2008) *Detection and phylogenetic analysis of group 1 coronaviruses in South American bats* Emerging Infectious Diseases 14 (12) Dispatch
- Constantine, D.G., (2009) *Bat rabies and other lyssavirus infections*: Reston, Va., U.S. Geological Survey Circular 1329, 68 p.
- Dominguez, S.R., O'Shea, T.J., Oka, L.M., Holmes, K.V. (2007) *Detection of group 1 coronaviruses in bats in North America* Emerging Infectious Diseases 13: 1295-1300.
- Ellison, J.A., Gilbert, A.T., Recuenco, S., Moran, D., Alvarez, D.A., Kuzmina, N., Garcia, D.L., Peruski, L.F., Mendonca, M.T., Lindblade, K.A., Rupprecht, C.E. (2014) *Bat rabies in Guatemala* PLoS Neglected Tropical Diseases 8, e3070.
- Kosoy, M., Bai, Y., Lynch, T., Kuzmin, I.V., Niezgodna, M., Franko, R., Agwanda, B., Breiman, R.F., Rupprecht, C.E. (2010) *Discovery of Bartonella bacteria in bats from Kenya* Emerging Infectious Diseases 16: 1875-1881.
- Kraker, C., Perez, S.G., Cajias, J.O., Echeverria, J.L. (2016) *Lista actualizada de los murciélagos (Mammalia, Chiroptera) de Guatemala* Revista Mexicana de Biodiversidad 87: 409-416.
- Lima, F.E., Cibulski, S.P., Elesbaa, F., Junior, P.C., Batista, H.B., Roehe, P.M., Franco, A.C. (2013) *First detection of adenovirus in the vampire bat (Desmodus rotundus) in Brazil* Virus Genes 47(2): 378-381.
- Luis, A.D., Hayman, D.T., O'Shea, T.J., Cryan, P.M., Gilbert, A.T., Pulliam, J.R.C., J.N. Mills, M.E. Timonin, Willis, C.K.R., Cunningham, A.A., Fooks, A.R., Rupprecht, C.E., Wood, J.L.N., Webb, C.T. (2013) *A comparison of bats and rodents as reservoirs of zoonotic viruses: are bats special?* Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 280: 20122753.
- L'Vov, D.K., Easterday, B., Hinshaw, W., Dandurov, Iu V., Arkhipov, P.N. (1979) *Isolation of strains of the Hong Kong complex (H3N2) influenza virus from Nyctalus noctula bats in Kazakhstan* Voprosy Virusologii 338-341.
- Messenger, S.L., Smith, J.S., Orciari, L.A., Yager, P.A., Rupprecht, C.E. (2003) *Emerging pattern of rabies deaths and increased viral infectivity* Emerging Infectious Diseases 9: 151-154.
- Mühlbacher, K. (2012) *Bats and Bacterial Pathogens: A Review* Zoonoses and Public Health 60: 93-103.
- Nygård, K., Brantsaeter, A., Feruglio, S., Ravn, J., Dotevall, L., Hasle, G., Myrvang, B. (2006) *Histoplasmosis among travellers to Central America* Tidsskrift for Den Norske Lægeforening 126 (21): 2838-42.
- OIE (2013) *World Animal Health Information Database* World Organization for Animal Health.
- OPS (2005) *Área de Prevención y Control de Enfermedades. Unidad de Salud Pública Veterinaria Eliminación de la rabia humana transmitida por perros en América Latina: análisis de la situación, 2004* Washington, D.C: OPS.
- Quan, P.L., Firth, C., Conte, J.M., Williams, S.H., Zambrana-Torrel, C.M., Simon, J.A., Ellison, J.A., Gilbert, A.T., Kuzmin, I.V., Niezgodna, M., Osinube, M.O.V., Recuenco, S., Markotter, W., Breiman, R.F., Kalemba, L., Malekani, J., Lindblade, K.A., Rostal, M.K., Ojeda-Flores, R., Suzan, G., Davis, L.B., Blau, D.M., Ogunkoya, A.B., Alvarez D.A., Morán, D., Ngam, S., Akaibe, D., Agwanda, B., Briese, T., Epstein, J.H., Daszak, P., Rupprecht, C.E., Holmes, E.C., Lipkin, W.I. (2013) *Bats are a major natural reservoir for hepaciviruses and pegiviruses* Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 110: 8194-8199.
- Rupprecht, C.E., Hanlon, C.A., Hemachudha, T. (2002) *Rabies re-examined* Lancet Infectious Diseases 2: 327-343.
- Seymour, C., Dickerman, R.W., Martin, M.S. (1978) *Venezuelan encephalitis virus infection in neotropical bats. I. Natural infection in a Guatemalan enzootic focus* American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 27(2 Pt 1): 290-6.
- Sikes, R.S., Gannon, W.L. (2011) *Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research* Journal of Mammalogy 92: 235-253.
- Simmons, N.B. (2005) Order Chiroptera in: Wilson, D.E., Reeder, D.M., (eds) *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference* 3rd Ed. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 312- 529.
- Smith, C.S., De Jong, C.E., Field, H.E. (2010) *Sampling small quantities from microbats* Acta Chiropterologica 12: 255-258.
- Tao, Y., Shi, M., Conrardy, C., Kuzmin, I.V., Recuenco, S., Agwanda, B., Alvarez D.A., Ellison, J.A., Gilbert, A.T., Morán, D., Niezgodna, M., Lindblade, K.A., Holmes, E.C., Breiman, R.F., Rupprecht, C.E., Tong, S. (2013) *Discovery of diverse polyomaviruses in bats and the evolutionary history of the Polyomaviridae* Journal of General Virology 94: 738-748.
- Timm, R. M., LaVal, R. K., Rodríguez-Herrera, B. (1999) [2000] *Clave de campo para los murciélagos de Costa Rica* Brenesia (Museo Nacional de Costa Rica) 52:1-32.
- Tong, S., Li, Y., Rivailler, P., Conrardy, C., Álvarez, D.A., Chen, L.M., Recuenco, S., Ellison, J.A., Davis, C.T., York, I.A., Turmelle, A.S., Morán, D., Rogers, S., Shi, M., Tao, Y., Well, M.R., Tong, K., Rowe, L.A., Sammons, S., Xu, X., Frace, M., Lindblade, K.A., Cox, N.J., Anderson, L.J., Rupprecht, C.E., Donis, R.O. (2012) *A distinct lineage of influenza A virus from bats* Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 109: 4269-4274.
- Tong, S., Zhu, X., Li, Y., Shi, M., Zhang, J., Bourgeois, M., Yang, H., Chen, X., Recuenco, S., Gómez, J., Chen, L.M., Johnson, A., Tao, Y. (2013) *New World Bats Harbor Diverse Influenza A Viruses* PLoS Pathogens 9(10): e1003657. doi:10.1371/journal.ppat.1003657.
- Turmelle, A.S., Olival, K.J. (2009) *Correlates of viral richness in bats (order Chiroptera)* EcoHealth 6: 522-539.
- Ubico, S.R., McLean, R.G. (1995) *Serologic survey of neotropical bats in Guatemala for virus antibodies* Journal of Wild Life Diseases 31 (1): 1-9.
- Vigilato, M.A.N., Cosivi, O., Knöbl, T., Clavijo, A., Silva, H.M.T. (2013) *Rabies Update for Latin America and the Caribbean* [letter] Emerging Infectious Diseases <http://dx.doi.org/10.3201/eid1904.121482>.
- Whitaker Jr, J.O., Ritz, C.M., Dick, C.W. (2009) *Collecting and preserving ectoparasites for ecological study* In: Kunz, T.H., Parsons, S. (eds) *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats* 2nd edn, pp. 806-827, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- Wibbelt, G., Speck, S., Field, H. (2009) *Methods for assessing diseases in bats*. In: Kunz, T. H., and S. Parsons (eds) *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats* 2nd edn, pp. 775-794, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- Wray, A.K., Olival, K.J., Moran, D., Lopez, M.R., Alvarez, D., Navarrete, I., Liang, E., Simmons, N.B., Lipkin, W.I., Daszak, P., Anthony, S.J. (2016) *Viral diversity, prey preference, and Bartonella prevalence in Desmodus rotundus in Guatemala* EcoHealth 13(4): 761-774.

Cuadro 1. Virus y bacterias encontrados por especie de murciélago, Guatemala 2009 - 2015

Especie	Bartonella	Influenza A	Polyomavirus	Pegi y hepaci virus	Rabia anticuerpos	Rabia aislamiento	Coronavirus	Herpesvirus	Adenovirus	Rhabdovirus
<i>Anoura geoffroyi</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Artibeus aztecus</i>	NA	0/1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Artibeus jamaicensis</i>	17/53	0/241	0/12	0/16	3/123	0/123	3/12	NA	NA	NA
<i>Artibeus lituratus</i>	10/34	0/53	0/1	0/2	2/35	0/35	0/1	NA	NA	NA
<i>Artibeus phaeotis</i>	NA	0/10	NA	NA	2/22	0/22	NA	NA	NA	NA
<i>Artibeus toltecus</i>	0/1	0/2	NA	0/1	0/2	0/2	NA	NA	NA	NA
<i>Bauerus dubiaquercus</i>	0/1	0/1	0/1	NA	NA	NA	0/1	NA	NA	NA
<i>Carollia castanea</i>	0/1	0/2	0/1	NA	0/2	0/2	0/1	NA	NA	NA
<i>Carollia perspicillata</i>	8/19	0/45	0/2	0/4	2/25	0/25	0/2	NA	NA	NA
<i>Carollia sowelli</i>	NA	NA	NA	NA	0/4	0/4	NA	NA	NA	NA
<i>Centurio senex</i>	NA	0/6	NA	NA	0/1	0/1	NA	NA	NA	NA
<i>Chiroderma salvini</i>	4/3	0/59	NA	NA	0/10	0/10	NA	NA	NA	NA
<i>Chiroderma villosum</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Desmodus rotundus</i>	52/96	0/206	0/22	1/30	10/131	2/131	5/22	35/396	14/396	43/396
<i>Enchisthenes hartii</i>	NA	0/8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Eptesicus fuscus</i>	NA	0/6	NA	NA	0/5	0/5	NA	NA	NA	NA
<i>Glossophaga comissarisi</i>	NA	0/1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Glossophaga soricina</i>	4/19	0/78	0/8	0/1	4/39	0/39	1/8	NA	NA	NA
<i>Lasivurus ega</i>	NA	NA	NA	NA	0/1	0/1	NA	NA	NA	NA
<i>Lonchorhina aurita</i>	NA	NA	NA	NA	0/1	0/1	NA	NA	NA	NA
<i>Lophostoma evotis</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Macrophyllum macrophyllum</i>	NA	0/2	NA	NA	0/2	0/2	NA	NA	NA	NA
<i>Micronycteris microtis</i>	1/3	0/25	0/8	NA	1/3	0/3	1/8	NA	NA	NA
<i>Molossus sinaloae</i>	NA	NA	NA	0/2	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Mormoops megalophylla</i>	0/1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Myotis elegans</i>	0/2	0/5	0/1	NA	1/2	0/2	0/1	NA	NA	NA
<i>Myotis keasi</i>	NA	0/1	NA	NA	0/1	0/1	NA	NA	NA	NA
<i>Myotis nigritans</i>	0/1	0/4	0/1	NA	1/4	0/4	0/1	NA	NA	NA
<i>Noctilio leporinus</i>	NA	0/5	NA	NA	0/1	0/1	NA	NA	NA	NA
<i>Phyllostomus discolor</i>	10/11	0/11	0/2	NA	3/9	0/9	0/2	NA	NA	NA
<i>Platyrhinus helleri</i>	NA	0/13	0/1	0/1	0/16	0/16	0/1	NA	NA	NA
<i>Pteronotus davyi</i>	8/11	0/19	1/17	NA	6/15	0/15	3/17	NA	NA	NA
<i>Pteronotus pamellii</i>	NA	NA	NA	NA	0/1	0/1	NA	NA	NA	NA
<i>Pteronotus personatus</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Stumira lilium</i>	11/16	3/180	0/20	1/13	3/88	0/88	5/20	NA	NA	NA
<i>Stumira ludovici</i>	0/2	0/2	NA	NA	0/2	0/2	NA	NA	NA	NA
<i>Tonatia sauraphila</i>	NA	0/1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Trachops cirrhosus</i>	NA	NA	NA	NA	0/1	0/1	NA	NA	NA	NA
<i>Uroderma bilobatum</i>	2/2	0/1	NA	0/1	0/3	0/3	NA	NA	NA	NA
<i>Vampiresa nymphaea</i>	NA	0/7	NA	NA	0/3	0/3	NA	NA	NA	NA
<i>Vampyroides caraccioli</i>	NA	0/1	NA	NA	0/1	0/1	NA	NA	NA	NA

NA= no analizadas