

Gloria Tapia Ramírez, Consuelo Lorenzo y Silvia F. Hernández Betancourt

Roedores, murciélagos y virus: ¿nos acecha algún peligro?

Aproximadamente 60% de las enfermedades de los seres humanos fueron transmitidas por otra especie animal. Este dato cobra relevancia cuando consideramos que la modificación del 70% de la superficie terrestre ha generado condiciones en las que las barreras entre los medios silvestre y humano son cada vez más endeble, lo cual pone en riesgo a la salud humana, animal y ambiental.

Desde hace algunos años las enfermedades infecciosas emergentes (EIE), como las ocasionadas por el virus del Ébola o el Hantavirus, ocupan los titulares en los principales medios de comunicación. Estas enfermedades llaman la atención del público por los signos y síntomas que generan, por las altas tasas de mortalidad y, en algunos casos, por el número de contagios en las poblaciones humanas.

Pero más aún, el anuncio de que los principales transmisores de estos virus son los roedores o los murciélagos origina una mayor presión sobre estos animales, ya de por sí estigmatizados por su aspecto, por su cercanía a nuestros hogares, porque se les relaciona con la suciedad o por los hábitos nocturnos que tienen. Sin embargo, ¿son estos pequeños mamíferos los responsables directos de la transmisión de enfermedades potencialmente mortales para los seres humanos? ¿Cuáles son las enfermedades transmitidas por roedores y murciélagos? ¿Qué factores desencadenan estas transmisiones? ¿Estamos bajo algún tipo de riesgo?

Cuando hablamos de enfermedades transmitidas de un animal vertebrado a otro (incluidos los seres humanos), hablamos de zoonosis o, más concretamente,

Nota: este artículo fue preparado tiempo antes de la pandemia por SARS-CoV-2, razón por la cual no se aborda el tema. Las autoras consideran que hacen falta investigaciones para concluir si alguna especie de murciélago es el reservorio de este virus; por lo tanto, prefieren no aventurar conclusiones.

te, enfermedades zoonóticas. La enfermedad no es ocasionada por el animal vertebrado, sino por un patógeno que dicha especie porta. De esta manera, en las zoonosis intervienen al menos tres agentes: el patógeno (que pueden ser virus, bacterias, hongos y parásitos, como helmintos), el reservorio (el vertebrado que en condiciones naturales porta el patógeno) y un hospedero final (puede ser la humana u otra especie animal).

En la mayoría de los casos, los reservorios sólo portan el virus y no presentan ninguno de los síntomas, lo que es importante para la persistencia de muchas de estas enfermedades en el medio silvestre. Algunos ejemplos son el VIH, la fiebre hemorrágica por Ébola y el síndrome pulmonar por Hantavirus. Si las EIE incrementan su incidencia y resurgen con más virulencia, se denominan enfermedades infecciosas reemergentes, ya sea porque se vuelven resistentes a los antibióticos o porque se desarrollan en nuevas áreas geográficas (como los recientes brotes de sarampión).

Los mamíferos representan el 80% de los reservorios involucrados en la transmisión de enfermedades infecciosas; de éstos, los más comunes son los roedores y murciélagos, dos grupos que incluyen a la mayoría de las especies de mamíferos del mundo, con aproximadamente 2277 especies de roedores y 1150 especies de murciélagos. El riesgo de la transmisión de enfermedades infecciosas ocasionadas por estos virus se incrementa si tomamos en cuenta lo abundantes que son sus reservorios.

■ ¿Qué hace a estos animales especiales para la transmisión de los virus?

■ Los roedores son reservorios de 57 familias de virus; los murciélagos, de más de 15 familias de virus. Primero, estas especies han evolucionado de forma conjunta con los virus, por lo que han desarrollado resistencia inmunológica. Segundo, debido a su capacidad de reproducción, los roedores tienen muchas crías y rápidamente alcanzan grandes tamaños poblacionales, lo cual favorece el número de contactos entre individuos e incrementa la posibilidad de transmisión de los virus. Por otro lado, en



los murciélagos, la capacidad de volar representa una ventaja, ya que pueden transportar a los virus por largas distancias; además, al volar, su temperatura incrementa, lo que favorece la respuesta inmune y controla la **viremia** (esto implica que no se enfermen).

Los roedores y murciélagos que pueden transmitir virus a los seres humanos tienen hábitos periurbanos; es decir, son animales que desarrollan su vida en la periferia de las casas, lo cual aumenta su interacción con la gente y la probabilidad de transmisión. Se ha documentado que los virus portados por roedores o por murciélagos son especie-específicos; esto es, cada especie de reservorio portará un tipo único y diferente de virus. Pero, además, los reservorios no portan sólo una especie de virus, sino que en una sola especie de reservorio se encontrará más de un tipo de virus que puede o no ocasionar alguna enfermedad infecciosa.

■ ¿Cómo ocurre la transmisión de virus hacia los humanos?

■ Se han sugerido dos rutas de transmisión de los virus que causan enfermedades infecciosas: en la

Viremia
Presencia de partículas virales infecciosas en la sangre.

primera, el roedor o el murciélago secreta pequeñas partículas del virus a través de sus excretas, orina o saliva (partículas aerolizadas). Cuando estas partículas son inhaladas por las personas, entran en contacto con sus mucosas, y por vía sanguínea pueden dar origen a la infección. Este tipo de contagio puede ocurrir cuando la gente limpia o barre sitios o nidos donde viven estos animales, ya que ahí orinan y defecan. En tanto, la segunda ruta de infección documentada es por contacto directo con fluidos, como saliva, mucosidades o sangre, o mediante mordeduras de individuos portadores, que suceden al momento de la preparación de estos animales para ser consumidos, práctica que aún llevan a cabo algunos grupos humanos.

■ **Enfermedades infecciosas emergentes transmitidas por murciélagos o roedores**

■ Los múltiples brotes epidémicos por EIE han llevado a que especialistas de distintas disciplinas –como biología, medicina, veterinaria, epidemiología, bacteriología, virología, entre otras– realicen investigaciones para descubrir las rutas de transmisión de los virus. Estas investigaciones incluyen, además, aspectos de la ecología de los reservorios, las causas y, en algunos casos, las medidas preventivas o paliativas. A partir de dichos estudios se sabe con precisión cuáles son los reservorios y las rutas de transmisión de muchas de las principales enfermedades emergentes o reemergentes, como las **fiebres hemorrágicas virales** (FHV), transmitidas principalmente por roedores y murciélagos (véanse la Tabla 1 y la Figura 1), que son las que cobran más vidas humanas en un menor tiempo.

Por ejemplo, la enfermedad que ocasiona el virus del Ébola es una de las mejor documentadas; su principal reservorio son los murciélagos frugívoros de la familia Pteropodidae. La mortalidad ocasionada por este virus impulsó en su momento investigaciones detalladas sobre los hábitos de las personas en las localidades donde los brotes de la epidemia ocurrían. Se supo entonces que, en algunos poblados rurales de República Democrática del Congo, los murciélagos de la familia Pteropodidae realizan migraciones

y en la época de fructificación de ciertas especies de árboles, son muy abundantes. Se identificó también que, debido a su gran tamaño y abundancia, los murciélagos representaban una buena, y probablemente única, fuente de proteína para los pobladores de esos lugares. Posteriormente, se descubrió que cuando la gente manipulaba a los murciélagos en la preparación para su consumo, se ponía en contacto con fluidos corporales, como sangre, saliva y mucosidades, entre otros, contaminados con el virus Ébola, y por eso se infectaban.

Estas historias son comunes en las localidades rurales que viven con carencia o poco acceso a servicios básicos: agua potable, drenaje o luz eléctrica. La transmisión de enfermedades emergentes es común debido a que la población tiene contacto directo con la fauna silvestre, de la cual hace un uso intensivo, lo mismo que de los recursos vegetales. Varios de los primeros brotes epidémicos por este tipo de enfermedades tuvieron lugar entre las décadas de 1960 y 1970, y fueron registrados por primera vez en el continente africano, donde las condiciones antes descritas son las que prevalecen, aunque luego aparecieron brotes también en otros continentes.

Adicionalmente, se considera que las constantes modificaciones a las que se ha sometido al planeta, como deforestaciones, urbanizaciones, tecnificación de la agricultura, que devienen en el cambio climático, han provocado que se haya incrementado el

Fiebres hemorrágicas virales
 ▶ Un grupo de enfermedades causadas por múltiples familias de virus. Los síntomas incluyen fiebres altas, dolores gastrointestinales, musculares o de articulaciones, y, en los casos más graves, abundantes hemorragias.

Tabla 1. Virus portados por roedores y murciélagos, algunos de los cuales han provocado enfermedades infecciosas en humanos.

Virus portados por roedores	Virus portados por murciélagos
Chapare	SARS-Coronavirus
Guanarito	MERS-Coronavirus
Whitewater Arroyo	Rabia
Junin	Retrovirus
Lassa	Reovirus
Lujo	Influenza A
Machupo	Ébola
Hantavirus	Encefalitis Equina del Oeste
Flavivirus	Fiebre del Valle del Rift
Retrovirus	Virus del Oeste del Nilo

Con información de Wang y Cowled (2015) y Blumberg y cols. (2013).

¿Cómo se transmiten las EIE ocasionadas por virus portados por roedores?

Un roedor infectado con el virus lo secreta a través de pequeñas partículas en sus heces, orina o saliva. Estas partículas pueden ser inhaladas por las personas cuando limpian o barren un sitio en el que habitan roedores infectados.

EIE ocasionadas por virus portados por roedores:

¿Cómo se transmiten las EIE ocasionadas por virus portados por murciélagos?

● Fiebre Hemorrágica por virus Ébola (1976). Los murciélagos reservorios transmiten el virus a las personas a través de fluidos corporales como sangre, mucus o saliva, al momento de ser manipulados para su consumo.

EIE ocasionadas por virus portados por roedores:

- Síndrome Pulmonar por Hantavirus (HSP), (1993)
- Fiebre Hemorrágica con Síndrome Renal por Hantavirus (HFRS), (1978)
- Fiebre Hemorrágicas Americanas por Arenavirus, (1959)
- Fiebre Hemorrágicas Americanas por Arenavirus/HPS
- Fiebre Lassa, (1969)
- Fiebre Lassa/Fiebre Hemorrágica por virus Ébola

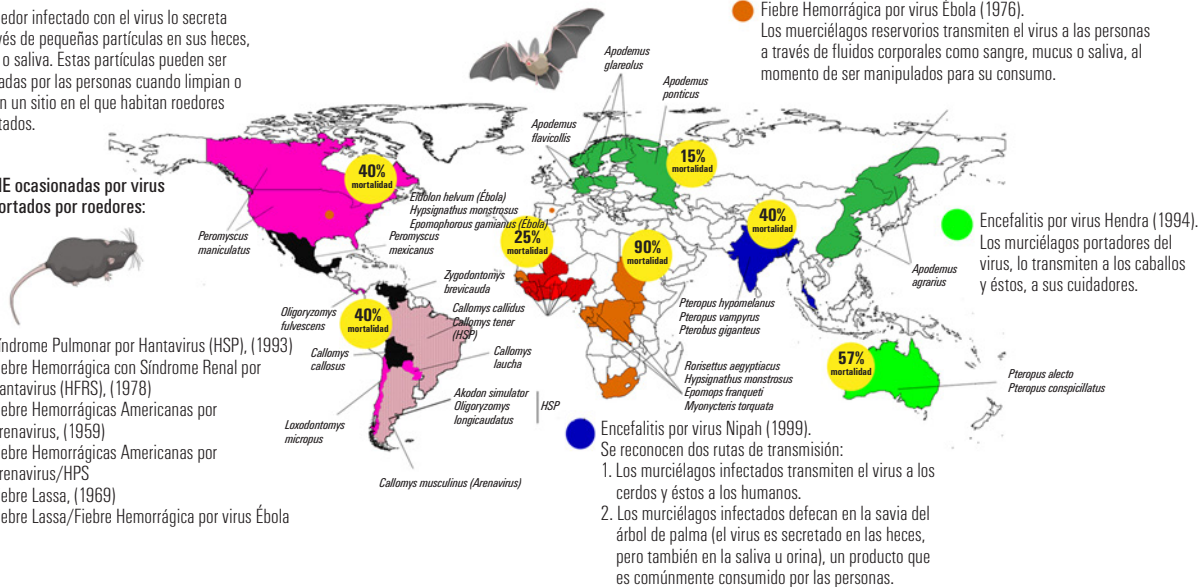


Figura 1. Distribución geográfica de las enfermedades infecciosas emergentes (EIE) ocasionadas por virus portados por roedores o murciélagos y que han ocasionado brotes epidémicos en el mundo. Se incluye una breve descripción de la ruta de transmisión, los porcentajes de mortalidad y los nombres de las especies que son reservorios de los virus causantes de las EIE.

contacto con los animales que fungen como reservorios de virus que pueden causar EIE; pero no sólo eso, ya que otras actividades humanas, como los vuelos trasatlánticos y el comercio internacional, hacen de nuestro mundo un lugar cada vez mejor conectado, que mueve no sólo personas, sino también enfermedades y los virus, bacterias, hongos o parásitos que las provocan.

Asimismo, se ha documentado que los brotes epidémicos no sólo están relacionados con las actividades humanas, sino también con la propia ecología de los reservorios (que igualmente cambia al modificarse el ambiente donde viven). Se conoce, por ejemplo, que en el caso de los roedores que son reservorios de virus que ocasionan fiebres hemorrágicas, los brotes epidémicos coinciden con la temporada de cosecha, cuando hay más alimento disponible y cuando las poblaciones de estos animales incrementan. Se puede suponer que, al haber más roedores en una población, el número de contactos con las personas aumenta, y con ello incrementa la prevalencia del virus, así como la probabilidad de transmisión a la población humana.

■ ¿Qué ocurre en México?

■ En México se habla de dos episodios de brotes epidémicos por EIE asociadas a roedores. El primero aconteció después de la Conquista y tuvo repeticiones entre 1547 y 1642. Se ha sugerido que lo que se supone fue una fiebre hemorrágica viral tuvo su origen en un arenavirus, una familia de virus que hasta hace algunos años se consideraban portados exclusivamente por roedores, aunque ahora se sabe que también algunas especies de reptiles son reservorios. No obstante, se considera que el reservorio de los virus que produjeron aquellas fiebres podría ser una especie de roedor **cricétido**. Los brotes ocurrieron en el centro del país y, junto a otras enfermedades virales desconocidas para la población indígena (como sarampión y viruela), diezmaron a casi la mitad de la población en ese entonces (Acuna-Soto y cols., 2000).

El otro brote epidémico ocurrió en Chiapas en 1967 durante la temporada de lluvias, cuando se registraron 20 decesos (tanto de niños como de adultos). Esta epidemia se ha atribuido también a un arenavirus, cuyo reservorio fue el roedor *Peromyscus mexicanus*, que pertenece a la familia de los cricéti-

◀ **Cricétidos**

Familia de roedores (*Cricetidae*) que tiene casi 600 especies, incluidos hámsteres, ratas campestres, lemmings (*Lemmings*) y ratones de América. Es la segunda familia de mamíferos más numerosa en el mundo.

dos, muy abundante en el estado. Se ha establecido que las prácticas agrícolas de roza, tumba y quema dejaron grandes extensiones de terreno sin la cobertura vegetal original, lo que se sumó al hecho de que, unos tres años antes de la epidemia, grandes extensiones de selva fueron eliminadas para realizar actividades agrícolas y ganaderas. También ocurrieron fuertes fumigaciones para combatir la malaria, las cuales acabaron con la población de gatos; ambos factores provocaron un incremento en el número de roedores. Asimismo, se sugiere que la práctica de consumir roedores –extendida en la población tzeltal que vive en Chiapas– pudo ser un factor más para la transmisión del patógeno. Recientemente no se han registrado nuevos casos, pero el riesgo permanece, pues en el sureste mexicano se ha confirmado la presencia de al menos 27 especies de roedores y más de 40 de murciélagos que son portadoras de distintos virus zoonóticos potenciales causantes de EIE.

■ **Factores que desencadenan estas transmisiones**

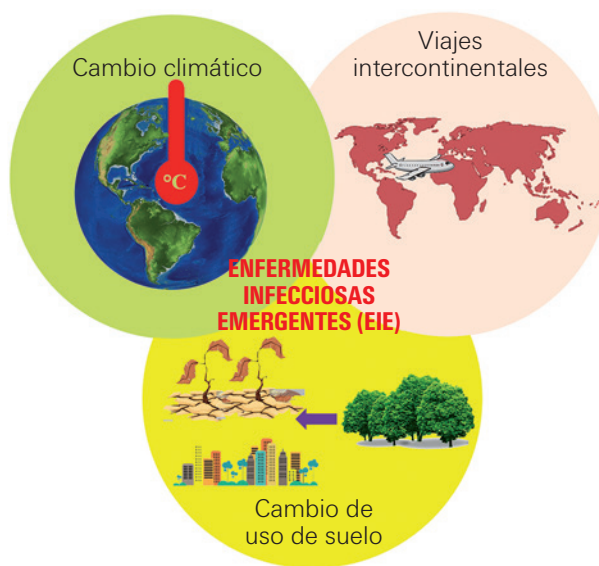
■ La aparición de este tipo de EIE está relacionada con dos factores principales: primero, la presencia del reservorio, la cual está fuertemente ligada a las condiciones ambientales de precipitación, temperatura y tipo de vegetación; segundo, el disturbio ambiental, que modifica las distribuciones de las especies que son reservorios. Sin embargo, no son los únicos factores y, de hecho, éstos se entrelazan con una serie de otras circunstancias en el mundo, que van desde la globalización, el uso de nuevas tecnologías en las actividades agrícolas, el estilo de vida actual (que incluye viajes trasatlánticos), hasta el cambio climático (véase la Figura 2). Todos en conjunto forman una especie de caja de Pandora que requiere nuestra atención.

Actualmente los disturbios ambientales son el principal motor de cambio de los paisajes naturales. Un disturbio ambiental es “cualquier evento relativamente discreto en el tiempo que rompe la estructura del ecosistema, la comunidad o la población y cambia la disponibilidad de recursos, de sustrato o el ambiente físico” (Turner, 2010). Ejemplos de dis-

turbios ambientales provocados por las actividades antropogénicas son la deforestación, la minería, la ganadería intensiva y, en general, los cambios de uso de suelo. Los disturbios muchas veces generan pérdida de biodiversidad, lo que deriva en un incremento en la proporción de especies de mamíferos generalistas (especies que se alimentan de diferentes frutos, semillas e insectos); por lo consiguiente, disminuye la diversidad de especies de mamíferos especialistas (que tienen requerimientos de hábitat y alimentación restringidos). Lo anterior incrementa el riesgo de EIE de origen zoonótico. La nueva dinámica a la que dan paso los disturbios en estos ambientes propicia la oportunidad de que los virus infecten a un nuevo hospedero incidental (animales domésticos o seres humanos) y se produzca un brote epidémico.

■ **¿Estamos bajo algún tipo de riesgo?**

■ La investigadora estadounidense Barbara A. Han y sus colaboradores (2015) proponen que en los países ubicados de la región tropical del mundo, entre los 40°N y 40°S (donde se incluye México), existe mayor riesgo de desarrollo de EIE de origen zoonótico. En esta zona de riesgo están los países biológicamente más biodiversos, en vías de desarrollo y con tasas de marginación y crecimiento poblacional humano



■ **Figura 2.** Factores que inciden en la emergencia de enfermedades infecciosas.

más elevadas. Además, existe una correlación entre la emergencia de enfermedades zoonóticas y las altas densidades poblacionales humanas; los especialistas en ecología de las enfermedades proponen que entre más personas haya en un área, la transmisión de EIE se verá mayormente favorecida (Han y cols., 2015). Por lo anterior, al haber altas tasas de marginación y pobreza, será casi imposible realizar el diagnóstico oportuno.

Asimismo, de acuerdo con el zoólogo británico Peter Daszak (2000), es necesario realizar estudios multidisciplinarios que conduzcan al entendimiento de cómo los cambios ambientales, las actividades humanas, los modos de producción agrícola, la demografía y la economía alteran la transmisión de patógenos en el ciclo de interacción humanos-vida silvestre, ya que la presencia de reservorios, y los virus que portan, representa una amenaza para la biodiversidad y, en consecuencia, para la salud y el bienestar de la especie humana.

Es necesario comprender de manera anticipada la respuesta ecológica de los reservorios de virus causantes de EIE en un ambiente que está en constante cambio, por lo que se reconoce la urgencia de generar conocimiento sobre cómo el disturbio ambiental ocasionado por las actividades antropogénicas ha resultado en cambios de los ambientes naturales, y cómo éstos afectan a las poblaciones y la distribu-

ción de pequeños mamíferos que son reservorios de virus. Si se logra entender la ecología de los reservorios y su relación con las enfermedades que transmiten, será más fácil identificar las áreas de riesgo potencial de las enfermedades virales endémicas, lo que permitirá tener un conocimiento preciso de los riesgos para las poblaciones humanas y plantear estrategias de control.

Por último, es importante destacar que los roedores y murciélagos cumplen un papel fundamental en los ecosistemas al ser dispersores de semillas y de polen, así como consumidores de insectos que podrían ser transmisores de otras enfermedades. Por estas razones, es importante preservar su ambiente y procurar su conservación.

Gloria Tapia Ramírez

Programa de Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable de El Colegio de la Frontera Sur.
gloria.tapia@estudianteposgrado.ecosur.mx

Consuelo Lorenzo

El Colegio de la Frontera Sur.
clorenzo@ecosur.mx

Silvia F. Hernández Betancourt

Universidad Autónoma de Yucatán.
hbetanc@correo.uady.mx

Referencias específicas

- Acuna-Soto, R., L. Calderón Romero y J. H. Maguire (2000), "Large epidemics of hemorrhagic fevers in Mexico 1545-1815", *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 62:733-739.
- Blumberg, L., D. Enria y D. G. Bausch (2013), "Viral Haemorrhagic Fevers", en J. Farrar, P. J. Hotez, T. Junghanss, G. Kang, D. Lallo y N. White (comps.), *Manson's Tropical Diseases*, China, Elsevier Health Sciences, pp. 171-194.
- Daszak, P. (2000), "Emerging Infectious Diseases of Wildlife-Threats to Biodiversity and Human Health", *Science*, 287(5452):443-449.
- Han, B. A., J. P. Schmidt, S. E. Bowden y J. M. Drake (2015), "Rodent reservoirs of future zoonotic diseases", *Proceedings of National Academy of Sciences*, 112:7039-7044.
- Jones, K. E., N. G. Patel, M. A. Levy, *et al.* (2008), "Global trends in emerging infectious diseases", *Nature*, 451(7181):990-993.
- Kaslow, R. A., L. R. Stamberry y J. W. LeDuc (2014), *Viral Infections of Humans: Epidemiology and Control*, Estados Unidos de América, Springer.
- Morse, S. S., J. A. Mazet, M. Woolhouse, C. R. Parrish, D. Carroll, W. B. Karesh, C. Zambrana-Torrel, W. I. Lipkin y P. Daszak (2012), "Prediction and prevention of the next pandemic zoonosis", *Lancet*, 380(9857):1956-1965.
- Turner, M. G. (2010), "Disturbances and landscapes dynamics in changing world", *Ecology*, 91:2833-2849.
- Wang, L. y C. Cowled (2015), *Bats and viruses: a new frontier of emerging infectious diseases*, Estados Unidos de América, Wiley Blackwell.