

2013-07-01

Pérdida de biodiversidad: un factor determinante en el aumento de enfermedades infecciosas compartidas entre humanos y animales

Diego Soler-Tovar

Universidad de La Salle, Bogotá, diegosoler@unisalle.edu.co

Patricia Hernández-Rodríguez

Universidad de La Salle, Bogotá, phernandez@unisalle.edu.co

Ludy C. Pabón

Universidad de La Salle, Bogotá, lupabon@unisalle.edu.co

Ana Isabel Tenjo Morales

Universidad de La Salle, Bogotá, atenjo@unisalle.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/bi>

Citación recomendada

Soler-Tovar, Diego; Hernández-Rodríguez, Patricia; Pabón, Ludy C.; and Tenjo Morales, Ana Isabel (2013)

"Pérdida de biodiversidad: un factor determinante en el aumento de enfermedades infecciosas compartidas entre humanos y animales," *Biodiversidad Colombia*: No. 2 , Article 6.

Disponible en:

This Artículo de Divulgación is brought to you for free and open access by the Revistas descontinuadas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Biodiversidad Colombia by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Diego Soler-Tovar
Médico veterinario, MSc.
diegosoler@unisalle.edu.co

Patricia Hernández-Rodríguez
Bióloga, MSc.
phernandez@unisalle.edu.co

Ludy C. Pabón
Química, MSc.
lupabon@unisalle.edu.co

Ana Isabel Tenjo Morales
Licenciada en Matemáticas, MSc.
atenjo@unisalle.edu.co



PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD:

un factor determinante en el aumento de enfermedades infecciosas compartidas entre humanos y animales

LAS ENFERMEDADES zoonóticas son el resultado de la transmisión de patógenos por parte de animales vertebrados al hombre o viceversa. La relación entre pérdida de la biodiversidad y estas enfermedades se ha considerado un problema crítico, consecuencia del crecimiento y el comportamiento de la población humana. Se ha demostrado que las perturbaciones en los ecosistemas afectan la dinámica de tales enfermedades a escala local. Por lo tanto, al proteger los recursos naturales y garantizar el mantenimiento de la biodiversidad se minimizaría el riesgo de transmisión de este tipo de enfermedades y se protegería la salud humana.

Nota: a menos que se indique lo contrario, todas las fotos y las figuras son de los autores.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades zoonóticas son el resultado de la transmisión directa o indirecta de agentes patógenos (virus y priones, bacterias, hongos, protozoarios y helmintos), por animales vertebrados al hombre o viceversa provocando una infección (Kirk y Bonagura, 1994). La posibilidad de infección de un agente zoonótico depende de la cantidad de animales infectados en el entorno, de las rutas de transmisión de la enfermedad, del tipo y extensión del contacto del ser humano con los animales, de la vulnerabilidad del ser humano a la infección, del conocimiento y manejo de la enfermedad, así como de la asociación de diferentes vectores en la transmisión de agentes zoonóticos (Chitty y Hendricks, 2007).

AGENTE ZONÓTICO

...

Agente etiológico de una enfermedad o infección que se da en los animales y que es transmisible al hombre en condiciones naturales.

ENFERMEDADES INFECCIOSAS EMERGENTES Y REEMERGENTES

Las enfermedades infecciosas incluyen dos grupos de enfermedades:

- Las emergentes, causadas por agentes previamente desconocidos que se reconocen por su tasa de incremento (como el síndrome de inmunodeficiencia adquirida [sida], la encefalitis del virus Nipah, el síndrome agudo respiratorio severo [SARS] y la influenza aviar H5N1).
- Las consideradas reemergentes, que son enfermedades previamente descritas, cuyos agentes manifiestan resistencia a medicamentos, tienen formas más virulentas, distribución geográfica generalizada (tuberculosis, malaria, viruela del simio y virus del oeste del Nilo) o incrementan su frecuencia por efecto del cambio climático o desastres naturales (leptospirosis, entre otras) (Mills, 2006; Xue *et al.*, 2010).

EMERGENCIA

...

Condición de una enfermedad en la cual se incrementa su incidencia, se expande geográficamente, amplía sus huéspedes, es reconocida como nueva o es causada por nuevos organismos patógenos.

La presencia repentina en algunas regiones de enfermedades zoonóticas está en aumento, y uno de los factores más importantes en su ocurrencia es la rápida expansión poblacional, que ha provocado la incursión de humanos dentro de hábitats naturales y remotos que eran habitados exclusivamente por animales silvestres (Mills, 2006; Wolfe *et al.*, 2005).



Figura 1. a) Reptil (*Cnemidophorus l. lemniscatus*). b) Ave (*Tyrannus melancholicus*). c) Mamífero (*Sciurus granatensis*)

Fuente: a) Óscar Ramos b y c) Diego Soler-Tovar.

De las más de 175 enfermedades descritas como emergentes, el 75% se considera zoonóticas. Los reservorios de estas enfermedades son una amplia variedad de vertebrados como anfibios, reptiles (figura 1a) (infecciones por *Salmonella*), aves (figura 1b) (virus del oeste del Nilo e influenza aviar) y mamíferos (figura 1c) (fiebres hemorrágicas) (Mills, 2006; Wolfe *et al.*, 2005).

FRAGMENTACIÓN DE BOSQUES, INVASIÓN HUMANA E INTERCAMBIO DE PATÓGENOS

En las últimas décadas, el planeta ha experimentado una crisis de extinción sin precedentes en términos de magnitud. Las tasas de extinciones globales proyectadas hablan del 50% de especies en cerca de cien años; sin embargo, aunque las consecuencias en los seres humanos están poco documentadas (Ostfeld, 2009; Wolfe *et al.*, 2005), los cambios antropogénicos sobre los hábitats pueden

RESERVARIO

...

Población de seres vivos (generalmente vertebrados) que aloja de forma crónica un organismo patógeno, lo que permite su propagación.

**INTERACCIÓN ECOLÓGICA
ATÍPICA**

...

Interacciones poco frecuentes originadas naturalmente, o más frecuentes propiciadas por la actividad humana, entre los organismos de un ecosistema, lo que facilita el salto de especies de organismos patógenos.

FRAGMENTACIÓN

...

Proceso dinámico mediante el cual un determinado hábitat va quedando reducido a parches o islas de menor tamaño, más o menos conectadas entre sí en una matriz de hábitat diferentes al original.

reducir la biodiversidad y permitir el contacto estrecho de las personas con la vida silvestre, lo que incrementa el riesgo en la transmisión de enfermedades zoonóticas (Pongsiri *et al.*, 2009). Adicionalmente, la pérdida de biodiversidad incrementa el intercambio de patógenos zoonóticos, debido a las interacciones ecológicas atípicas entre especies, que facilitan la transmisión de enfermedades infecciosas (Pongsiri *et al.*, 2009; Wolfe *et al.*, 2005).

La relación entre pérdida de la biodiversidad y las enfermedades infecciosas se ha considerado un problema crítico, como consecuencia del crecimiento y el comportamiento de la población humana. Se ha demostrado que las perturbaciones en dichos hábitats pueden afectar la dinámica de enfermedades infecciosas a escala local, donde la fragmentación influye fuertemente sobre la tasa de infección cruzada entre especies (Ostfeld, 2009; Pongsiri *et al.*, 2009).

Las causas y las consecuencias de la pérdida de la biodiversidad se han discutido ampliamente por la comunidad ecologista y conservacionista, mientras que el tema de la emergencia y el incremento en la incidencia (número de casos nuevos de la enfermedad en un tiempo, lugar y población determinada) de las enfermedades infecciosas de tipo zoonótico se limita a profesionales vinculados con la salud pública. Por esto el trabajo y la investigación interdisciplinar son importantes para entender el papel que desempeña la pérdida de la biodiversidad en la emergencia de enfermedades infecciosas (Mills, 2006; Wolfe *et al.*, 2005; Paga *et al.*, 2012).

La biodiversidad puede proteger la salud humana al reducir el riesgo de ciertas enfermedades infecciosas (Ostfeld, 2009; Wolfe *et al.*, 2005), porque regula la transmisión de patógenos por diferentes mecanismos como: a) reducción de la densidad de la población de un reservorio natural para los patógenos, b) reducción de la densidad de la población de vectores artrópodos para patógenos, y c) reducción de las tasas de contacto entre vectores y reservorios o entre reservorios.

El fenómeno por el cual la pérdida de la diversidad biológica aumenta el riesgo de enfermedades ha sido estudiado especialmente para las enfermedades comparadas entre humanos y animales (zoonosis). Se han postulado dos mecanismos: efecto de dilución y estrategia de historia natural, para explicar cómo la biodiversidad regula la transmisión de enfermedades infecciosas emergentes zoonóticas. Veamos:

Hipótesis del efecto dilución

Modelo que describe la pérdida de la biodiversidad asociada con un incremento de las infecciones, debido a que los cambios en el ecosistema favorecen la presencia de zoonosis (Paga *et al.*, 2012). En este modelo se requieren especies de vectores generalistas, la transmisión oral del patógeno por el vector y la existencia de diferencias en la competencia (capacidad de ser infectado por el agente patógeno) de los reservorios (Ostfeld y Keesing, 2000; Ostfeld, 2009; Pongsiri *et al.*, 2009; Wood y Lafferty, 2013). Por lo anterior, los patógenos pueden ser transmitidos de manera más eficiente en comunidades de baja diversidad de reservorios, ya que facilita la adaptación y la supervivencia de los patógenos a menos especies de vertebrados —por lo tanto a

menos poblaciones— en un área geográfica particular (Mills, 2006; Ostfeld y Keesing, 2000; Ostfeld, 2009). Esto ha sido demostrado en los recientes brotes de enfermedades infecciosas, en los que se observan hábitats altamente perturbados por actividades humanas con reducción de la biodiversidad y presencia de especies oportunistas que causan infecciones (Mills, 2006).

Estrategias de historia natural

La mayoría de roedores que pueden estar involucrados en la ocurrencia de fiebres hemorrágicas se consideran especies oportunistas; es decir, tienen una alta adaptabilidad a un amplio número de hábitats y pueden sobrevivir con una variedad de fuentes alimenticias. Esto explica que pueden subsistir en hábitats con perturbaciones, ligados a la agricultura y a la conversión de bosques en pastizales (figura 2). Estos cambios alteran la dinámica de estas especies y les permite introducirse en las fuentes alimenticias asociadas a las viviendas humanas. A esto se suma que estas especies tienen un promedio de vida alta, mayor fecundidad y se desarrollan rápidamente (Cruz-Reyes, 2009; Kim *et al.*, 2009; Mills, 2006; Pongsiri *et al.*, 2009).

VECTOR GENERALISTA

...

Organismo que transporta agentes patógenos, que puede vivir en muchos lugares diferentes, ingerir gran variedad de alimentos y tolerar diversas condiciones ambientales.



Figura 2. a) Hábitats con perturbaciones, ligados a la producción agrícola y b) a la conversión a pasturas con fines de ganadería

Fuente: Diego Soler-Tovar.

ENFERMEDADES CUYA OCURRENCIA SE RELACIONA CON LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD

Entre las enfermedades que cumplen con algunos de los mecanismos descritos previamente y de las cuales se tiene evidencia de que su ocurrencia se relaciona con la pérdida de la biodiversidad se encuentran: la encefalitis del oeste del Nilo, la enfermedad de Lyme, las fiebres hemorrágicas, la malaria y la esquistosomiasis, entre otras.

Encefalitis del oeste del Nilo

Es una enfermedad causada por un *Flavivirus*, transmitido por mosquitos a varios grupos de vertebrados, incluidos los humanos. Los vectores predominantes son mosquitos *Culex* y los principales reservorios son aves del orden Passeriformes (canoras), que se caracterizan por ser competentes en la dispersión del virus al tener una amplia distribución geográfica, ser relativamente abundantes y con gran capacidad de adap-

tarse y recuperarse frente a perturbaciones antropogénicas como la urbanización (Ostfeld, 2009; Pongsiri *et al.*, 2009; Soler-Tovar y Vera, 2011). Por el contrario, en hábitats con menos afectaciones estas especies de reservorios tienden a ser menos comunes o incluso ausentes (Ostfeld, 2009; Pongsiri *et al.*, 2009).

Enfermedad de Lyme

Es una zoonosis bacteriana cuyo agente etiológico es una bacteria en forma de espiral, la espiroqueta *Borrelia burgdorferi* y es transmitida por garrapatas (figura 3). Tanto la prevalencia de la infección como la abundancia de la garrapata vector son críticas en la determinación de la tasa de exposición humana. De esta manera, por ejemplo, en Norteamérica, el vector principal es la garrapata *Ixodes scapularis* que se alimenta de pequeños roedores, los cuales son abundantes en hábitats con baja diversidad, lo que facilita la supervivencia y la reproducción de la garrapata y, por consiguiente, aumenta la

frecuencia de la enfermedad al incrementar el número de vectores que transmiten la bacteria que ocasiona esta zoonosis (Ostfeld y Keesing, 2000; Ostfeld, 2009; Pongsiri *et al.*, 2009; Wood y Lafferty, 2013).

Fiebres hemorrágicas transmitidas por roedores

Son enfermedades febriles hemorrágicas virales y bacterianas. Las primeras se asocian con los géneros *Arenavirus* y *Hantavirus* (Kim *et al.*, 2009; Mills, 2006). Generalmente, cada virus se asocia con una especie de huésped roedor en la cual se establece como una infección crónica y persistente que disemina el virus en el ambiente por medio de la orina, las heces y la saliva por largos periodos; se transmite a los humanos por inhalación de aerosoles (Cruz-Reyes, 2009; Kim *et al.*, 2009; Mills, 2006; Pongsiri *et al.*, 2009).

Dentro de las segundas se destaca el género *Leptospira* que ocasiona leptospirosis, una enfermedad con cuadro febril hemorrágico, en la cual los roedores son el principal reservorio de la bacteria. Las leptospirosis patógenas pueden ser eliminadas por la orina de los reservorios, sobrevivir en el suelo y agua e infectar a los humanos.

Esta enfermedad zoonótica tiene una distribución mundial y es considerada una enfermedad reemergente que se relaciona con factores como el crecimiento poblacional, la urbanización rápida y desordenada, los sistemas sanitarios deficientes, las invasiones humanas a los bosques tropicales, el cambio climático, las inundaciones, la deforestación, el implemento de sistemas intensivos de agricultura y producción animal. Estos factores permiten que los reservorios naturales modifiquen las condiciones del ambiente, lo que favorece el aumento en la transmisión de la bacteria en zonas urbanas o marginales (Xue *et al.*, 2010; Hernández-Rodríguez *et al.*, 2011).

Malaria

Es una enfermedad infecciosa causada por el parásito *Plasmodium* que se transmite al ser humano por la picadura de mosquitos anofeles. La pérdida en la diversidad de plantas por la alteración del hábitat, la fragmentación y la deforestación pueden incrementar el riesgo de la transmisión de malaria,



Figura 3. Ejemplo de garrapata del género *Amblyomma*, también involucradas en la transmisión de enfermedades zoonóticas
Fuente: Diego Soler-Tovar.

ya que estos factores aumentan la supervivencia, la densidad y la distribución del mosquito al incrementar la disponibilidad de superficies de agua, lo que genera nuevos sitios de reproducción. Además, los cambios en la temperatura pueden conducir al aumento de la supervivencia de las larvas de los mosquitos (Pongsiri *et al.*, 2009).

Esquistosomiasis

Es una enfermedad parasitaria que infecta humanos por el contacto de la piel con el estadio larval del gusano (*Shistosoma*) que se desarrolla en los caracoles de agua dulce. Al disminuir las poblaciones de los peces predadores de dichos caracoles, aumenta la transmisión de este parásito. Esta pérdida de predadores puede ser causada por la sobrepesca que provoca un incremento a el número de caracoles de agua y la subsecuente diseminación de esquistosomiasis (Pongsiri *et al.*, 2009).

BIODIVERSIDAD Y POLÍTICAS DE SALUD HUMANA

Los vínculos entre la biodiversidad y la salud humana son frecuentemente complejos e involucran factores regionales y globales, como la migración humana y el cambio climático, actuando relativamente por largos periodos (Pongsiri *et al.*, 2009). Desde la escala del paisaje, la conservación de la biodiversidad de los bosques y otras áreas silvestres pueden mitigar las enfermedades y resultar en el bienestar económico, medido bajo indicadores como las exportaciones, las importaciones y la inversión nacional (Pongsiri *et al.*, 2009; Wolfe *et al.*, 2005). Por lo anterior, las políticas de uso de la tierra deben ser modificadas para que ayuden a minimizar o prevenir los potenciales efectos adversos para la salud —como la abundancia de vectores importantes en la transmisión de enfermedades infecciosas y el contacto con humanos—. Al mismo tiempo, las medidas de control tradicionales usadas por las poblaciones humanas deben ser basadas en estrategias ambientalmente amigables para el control de los vectores y los reservorios (Ostfeld y Keesing, 2000; Pongsiri *et al.*, 2009).

CONCLUSIONES

Los efectos de la actividad humana alteran los ecosistemas y ello ocasiona pérdida de biodiversidad, lo cual favorece el incremento de la densidad poblacional de algunas especies de vectores (mosquitos, garrapatas o caracoles) y especies de reservorios principales (ratones, ratas o musarañas) que participan en la transmisión de enfermedades zoonóticas. Igualmente, el suministro de alimentos asociados con la agricultura, la siembra de forrajes exóticos o la expansión de especies de plantas pueden contribuir al éxito reproductivo de estas especies que favorecen la transmisión de estas enfermedades.

La relación entre biodiversidad y enfermedades es un fenómeno complejo que requiere mayor información para entender la dinámica de las zoonosis, especialmente en regiones megadiversas. Por lo tanto, es necesario conocer la distribución de los patógenos en poblaciones de huéspedes, las

implicaciones antropogénicas y la influencia de factores sociales, culturales y económicos en los ecosistemas y su impacto en la salud desde un enfoque multidisciplinar. En este sentido, el planteamiento de investigaciones interdisciplinarias desde la biología, la antropología y la salud puede ayudar a estimar las interacciones y las retroalimentaciones entre los factores ecológicos y el comportamiento humano que propicien la conservación biológica y el mantenimiento de la biodiversidad que, sin duda, protege la salud humana al disminuir el riesgo en la transmisión de enfermedades zoonóticas.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Arlen Patricia Gómez, profesora de la Facultad de Ciencias Agropecuarias e investigadora del Grupo Epidemiología y Salud Pública de la Universidad de La Salle, por sus valiosos aportes para la construcción de este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

- Chitty, J. y Hendricks, A. (2007). Zoonotic skin disease in small animals. *In Practice*, 29, 92-97.
- Cruz-Reyes, A. (2009). Fauna feral, fauna nociva y zoonosis. En A. Lot y Z. Cano-Santana (Eds.), *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel. Sección: restauración, conservación y manejo* (pp. 453-461). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hernández-Rodríguez, P., Díaz, C., Dalmau, E. y Quintero, G. (2011). A comparison between Polymerase Chain Reaction (PCR) and traditional techniques for diagnosis of leptospirosis in bovines. *Journal of Microbiological Methods*, 84 (1), 1-7.
- Kim, B., Vincent, H., Heikki, H., Darouny, P., Jean-Pierre, H. y Philippe, B. (2009). Rodent-Borne Zoonotic Viruses in Southeast Asia. *Journal Natural Science*, 43, 94-105.

- Kirk, R.W. y Bonagura, J.D. (1994). *Terapéutica veterinaria de pequeños animales*. Nueva York, USA: Interamericana-McGraw-Hill.
- Mills, J. (2006). Biodiversity loss and emerging infectious disease: An example from the rodent-borne hemorrhagic fevers. *Biodiversity*, 7 (1), 9-17.
- Ostfeld, R. y Keesing, F. (2000). The function of biodiversity in the ecology of vector-borne zoonotic diseases. *Canadian Journal of Zoology*, 78, 2061-2078.
- Ostfeld, R. (2009). Biodiversity loss and the rise of zoonotic pathogens. *Journal Compilation European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (CMI)*, 15 (Suppl. 1), 40-43.
- Paga, I., González, J., Moreno, A., Rodelo, M., Fraile, A., Piñeros, D. y García, F. (2012). Effect of Biodiversity Changes in Disease Risk: Exploring Disease Emergence in a Plant-Virus System. *PLoS Pathogens*, 8 (7), 1-12.
- Pongsiri, M., Roman, J., Ezenwa, V., Goldberg, T., Koren, H., Newbold, S., Ostfeld, R., Pattanayak, S. y Salkeld, D. (2009). Biodiversity Loss Affects Global Disease Ecology. *BioScience*, 59 (11), 945-954.
- Soler-Tovar, D y Vera, V. (2011). Evaluación del Virus del Oeste del Nilo en aves silvestres de una isla del Caribe colombiano. *Ornitología Colombiana*, 11, 14-20.
- Wolfe, N.D., Daszak, P., Kilpatrick, A.M. and Burke, D.S. (2005). Bushmeat hunting, deforestation, and prediction of zoonoses emergence. *Emerging Infectious Diseases*, 11, 1822-1827.
- Wood, C. y Lafferty, K. (2013). Biodiversity and disease: a synthesis of ecological perspectives on Lyme disease transmission. *Trends in Ecology and Evolution*, 28 (4), 239-247.
- Xue, F, Haiyan D., J.W; Zuowei, W.; Weilin H., A. S, Troxell, B., Yang, F. y Jie, Y. (2010). Transcriptional Responses of *Leptospira interrogans* to Host Innate Immunity: Significant Changes in Metabolism, Oxygen Tolerance, and Outer Membrane. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 4 (10), Recuperado de e857. doi:10.1371/journal.pntd.0000857