

Zoonosis, enfermedades infecciosas y pandemias: ¿qué está pasando?^φ

Jorge Galindo-González

Introducción

¿Te has preguntado por qué últimamente han ocurrido tantos brotes epidémicos y enfermedades infecciosas? SARS, influenza aviar, COVID-19, hepatitis B y C, ébola, y viruela del mono, entre otras. La verdad es que las enfermedades infecciosas han existido desde el origen del ser humano. Es decir, los patógenos (*e.g.*, virus, bacterias, hongos, protozoarios) siempre nos han acompañado ocasionando enfermedades e incluso la muerte (Van Der Walt 2022). Las enfermedades infecciosas son parte de los mecanismos evolutivos que regulan el equilibrio ecológico y el tamaño de las poblaciones de todas las especies. Y aunque parezca contradictorio, cuando el equilibrio ecológico prevalece las enfermedades fortalecen la salud de las poblaciones ya que eliminan a los individuos débiles y enfermos e impiden su reproducción favoreciendo así a los individuos sanos y fuertes. Sin embargo, algunas actividades humanas promueven, o imponen, nuevas interacciones entre animales silvestres, domésticos y humanos. Estas actividades promueven el intercambio de patógenos entre especies que nunca antes habían interactuado en la naturaleza lo que provoca brotes de enfermedades infecciosas y pandemias.

Recientemente, debido a la pandemia del coronavirus SARS-CoV-2 causante de la COVID-19, surgió una justificada preocupación por las enfermedades infecciosas emergentes (aquellas que aparecen por primera vez en una población, o que ya existían, pero que su incidencia o su extensión geográfica aumenta rápidamente). Muchas de estas enfermedades son zoonóticas, es decir, un patógeno de un animal cruza la barrera fisiológica para infectar a otro animal, y en ocasiones a los humanos (WHO 2014). En pocas palabras, las zoonosis involucran patógenos que “saltan” de una especie para infectar a otra.

^φ Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA), Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. jorgegalin@gmail.com
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.5821>



En la naturaleza, las enfermedades infecciosas no se pueden evitar ya que todos los animales deben alimentarse de otros organismos (excepto las plantas que son autótrofas y obtienen sus nutrientes de sustancias inorgánicas), y este proceso los pone en contacto entre ellos. Estas interacciones entre especies (depredador-presa) forman parte de la cadena alimentaria, donde unos comen y otros son comidos. Las enfermedades infecciosas, por definición, se propagan a través de contactos entre individuos (Jones *et al.* 2008).

Los virus, bacterias, protozoarios, hongos, y demás microorganismos, han estado presentes en la historia de la vida desde sus orígenes. De hecho, las bacterias y protozoarios fueron los primeros pobladores de la Tierra. Los virus son por mucho, los más abundantes. Solo por dar un ejemplo, en un litro de agua hay alrededor de 10 millones de partículas virales y un millón bacterias, en promedio (Galindo-González y Medellín 2021), lo que da una idea de la inmensa abundancia y diversidad de microorganismos en la naturaleza.

La predicción de brotes zoonóticos es un importante desafío científico, aunque el verdadero reto es su prevención ¿Qué estamos haciendo como seres humanos que promovemos el brote, cada vez más frecuente, de nuevas enfermedades? Las zoonosis han provocado algunas de las epidemias más devastadoras, como el VIH-SIDA, sarampión, tuberculosis, viruela y malaria, y recientemente la pandemia de la COVID-19. Estas enfermedades han surgido de patógenos que probablemente pasaron de animales silvestres hacia los domésticos y finalmente hacia los humanos. La mayoría (60%) de las enfermedades infecciosas emergentes son de origen zoonótico, y de éstas el 72% han sido causadas por patógenos de especies silvestres (Galindo-González 2021).

En la aparición de una enfermedad infecciosa debe existir un factor desencadenante y, en la mayoría de los casos, el factor principal son las actividades humanas que provocan cambios ecológicos drásticos. El contacto cada vez más estrecho entre humanos, sus animales domésticos y con animales silvestres, aumenta la probabilidad de zoonosis (Fig. 1). Los cambios de uso de suelo, como la deforestación y la conversión de bosques para la agricultura y ganadería a escalas descomunales, promueven el encuentro de humanos (o sus animales domésticos) con la fauna silvestre y sus patógenos, y aumenta la probabilidad de transmisiones de microorganismos (Jones *et al.* 2013, Galindo-González 2024).

Desgraciadamente, varios factores continúan rampantes y amenazado la biodiversidad global como son la dimensión de la población humana y su imparable aumento, las megaciudades, la gran capacidad y rapidez de desplazamientos humanos a enormes distancias, la contaminación, las prácticas insostenibles de uso de la tierra y recursos naturales, la degradación y pérdida de bosques y ecosistemas y el calentamiento global. Las prácticas no sustentables siempre tienen consecuencias catastróficas.

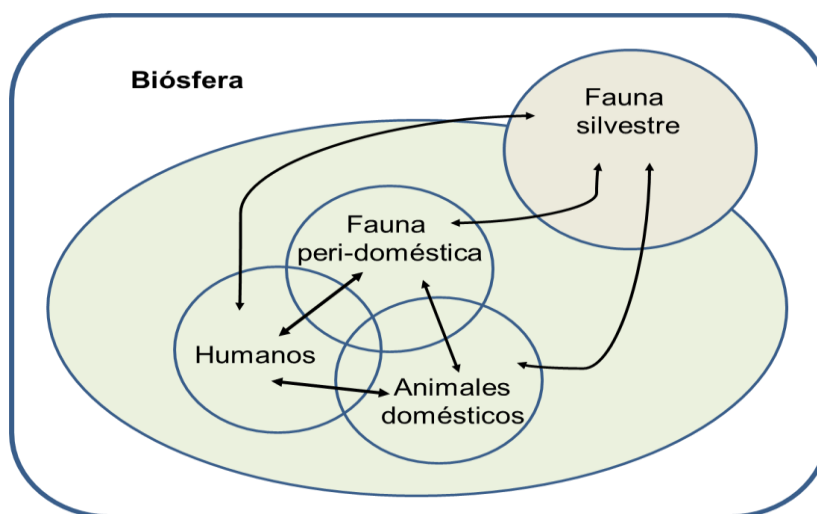


Figura 1. Flujo de patógenos en la interfaz entre la fauna silvestre, animales domésticos y los seres humanos. Las flechas muestran el posible flujo de patógenos directos, o indirectos, entre los vectores. En cada especie hospedera los microorganismos están en constante adaptación y evolución. Si el patógeno se vuelve transmisible en la nueva especie hospedera, se puede establecer un nuevo ciclo de transmisión. La velocidad y dirección del flujo de patógenos dependerán de la naturaleza e intensidad de la interacción entre la fauna silvestre, animales domésticos y seres humanos (Modificado de Jones *et al.* 2013).

Bioagrociencias
“La predicción de brotes zoonóticos es un importante desafío científico, aunque el verdadero reto es su prevención.”
 ISSN 2007 - 431 X

Los objetivos de este trabajo son: 1) identificar las actividades humanas que promueven nuevas interacciones entre especies silvestres que nunca antes habían interactuado en estado natural y de especies domésticas con los humanos, 2) reconocer el potencial zoonótico de estas interacciones nuevas y no deseadas y 3) mitigar estas interacciones no deseadas para evitar brotes zoonóticos.

Nuevas interacciones no deseadas entre especies

Durante miles de años en la naturaleza, las especies de animales silvestres han interactuado libremente con otros miembros de su comunidad ecológica (incluidos sus respectivos parásitos y patógenos), compartiendo los mismos recursos de su comunidad de forma natural en sus ecosistemas, pues pertenecen a la misma región biogeográfica. Las actividades antropogénicas fomentan nuevas interacciones entre especies silvestres que nunca habían interactuado previamente. Como resultado, las especies son reunidas promoviendo el intercambio de microorganismos patógenos y ectoparásitos vectores de enfermedades. Estos

microorganismos tampoco deberían encontrarse juntos. Las actividades antropogénicas generan interacciones ecológicas nuevas e indeseadas entre especies lo que fomenta nuevas relaciones entre microorganismos y nuevos huéspedes, creando condiciones ideales que promueven zoonosis y brotes de enfermedades (Galindo-González 2022, 2024).

Las interacciones ofrecen a las bacterias, virus, hongos y protozoos la oportunidad de invadir nuevos huéspedes, donde encuentran nuevas dinámicas ecológicas, bioquímicas e inmunológicas. Los patógenos abandonan a su huésped a través de las heces, orina y saliva, e infectan a otro huésped intermediario, por lo general un animal doméstico. En este nuevo huésped, el patógeno muta y se recombina hasta adquirir la capacidad de transmitirse y eventualmente surge un linaje capaz de infectar a un humano, quien a su vez, infecta a otros humanos (Fig. 2). Los virus se vuelven patógenos en el nuevo huésped después de la transmisión entre especies (Galindo-González 2022, 2024).

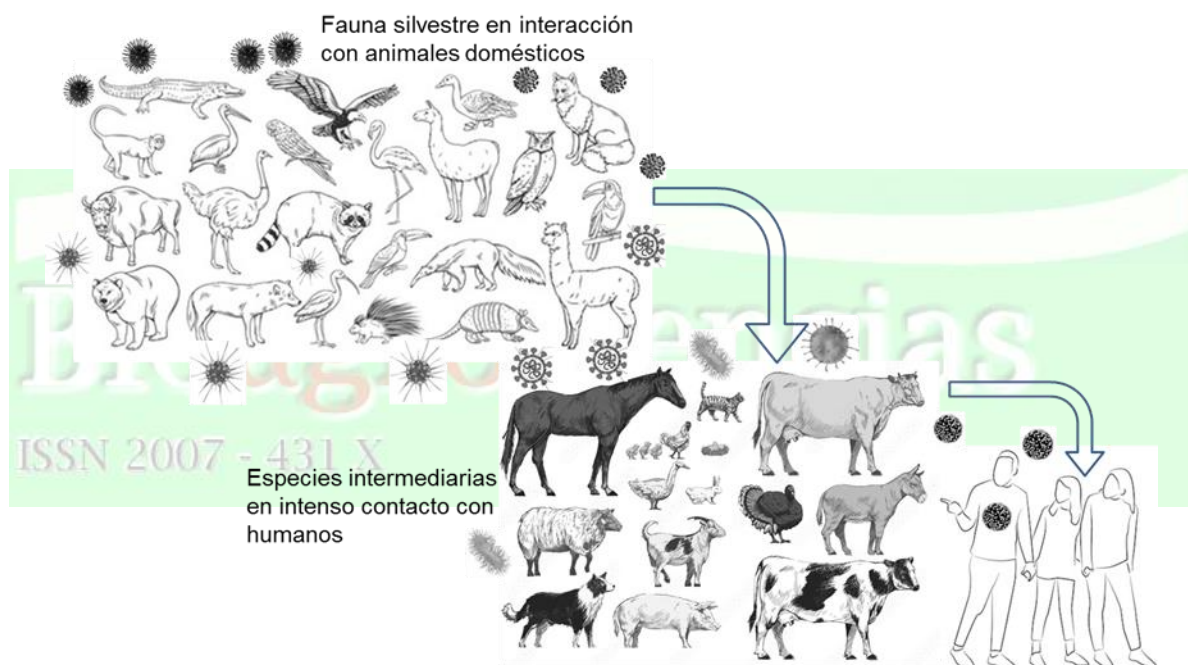


Figura 2. Todas las especies tienen sus propios microorganismos y las interacciones (fauna silvestre-animal doméstico-humano) fomentan el intercambio de bacterias, virus, hongos y protozoos en nuevos huéspedes (zoonosis) donde los patógenos encuentran nuevas oportunidades de adaptarse y evolucionar e infectar a otro huésped intermediario (por lo general un animal doméstico). En la especie intermediaria, el patógeno muta, se recombina y eventualmente surge una cepa capaz de infectar a un humano, quien a su vez, infecta a otros humanos.

Situaciones que promueven interacciones no deseadas

Algunas actividades humanas ocasionan un contacto cercano entre especies de animales silvestres y humanos (incluyendo animales domésticos). Estos contactos no son naturales ni tampoco deseables. Las siguientes situaciones son algunas de las más importantes donde los humanos promueven nuevas interacciones y son circunstancias importantes por su potencial zoonótico (Fig. 3): 1) los mercados de animales silvestres y domésticos vivos, 2) el comercio

ilegal de especies silvestres, 3) el uso y consumo humano de animales silvestres, 4) el comercio de mascotas exóticas (no nativas), 5) animales silvestres en cautiverio, como zoológicos de mascotas o zoológicos sin cuidados veterinarios, 6) la liberación de especies no nativas en áreas naturales, 7) los ecosistemas sin depredadores principales, 8) la invasión humana de áreas naturales, 9) animales domésticos deambulando libremente en áreas naturales y 10) gatos y perros domésticos que deambulan libremente sin control (Galindo-González 2024).

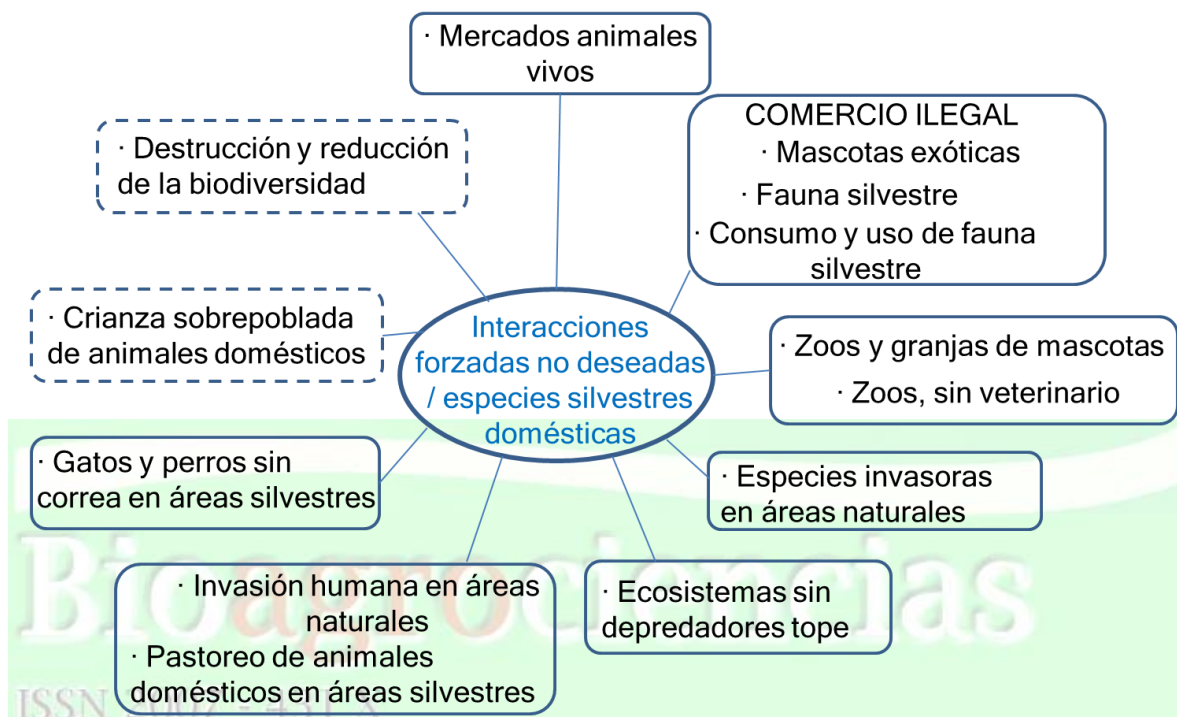


Figura 3. Las interacciones entre especies que provienen de distintas regiones y que nunca han interactuado en la naturaleza generan zoonosis. Rectángulos sólidos: actividades directamente relacionadas con las especies silvestres; Rectángulos punteados: actividades no directamente relacionadas con la vida silvestre pero que promueven o aumentan el riesgo de brotes de enfermedades y zoonosis (Modificada de Galindo-González 2024).

¿Qué tienen en común estas situaciones?

Cualquier contacto entre especies de diferentes ecosistemas, o regiones, representa un riesgo de zoonosis, pues las enfermedades infecciosas se propagan a través de contactos entre especies. En estas situaciones se juntan especies animales que en la naturaleza nunca se encontrarían y que en sus historias evolutivas nunca han interactuado, simplemente porque no comparten el mismo ecosistema. Al ponerlas en contacto se establece una nueva interacción entre especies “desconocidas”, lo que a su vez genera nuevas interacciones ecológicas entre sus patógenos, bacterias, virus y protozoarios. Ahí, los patógenos encuentran huéspedes con diferentes rasgos y posibilidades de nuevas colonizaciones y transmisiones.

Los patógenos, ahora en una especie intermediaria (por lo general animales domésticos), pueden mutar, recombinarse, y evolucionar logrando la capacidad de infectar a otras especies domésticas y posteriormente seres humanos. Entonces surge un nuevo agente infeccioso con

capacidad de provocar problemas de salud pública a nivel local, regional o mundial, es decir, una pandemia (Galindo-González 2022, 2024). Esta es la historia resumida de lo que muy probablemente ha originado enfermedades como la gripe aviar, el SARS, el MERS, la viruela del mono y la COVID-19 en los mercados chinos, donde por cierto se detectó el SARS-CoV-2 en civetas, perros-mapache y otros animales enjaulados (Galindo-González 2022, 2024).

“Las interacciones ofrecen a las bacterias, virus, hongos y protozoos la oportunidad de invadir nuevos huéspedes, donde encuentran nuevas dinámicas ecológicas, bioquímicas e inmunológicas.”

¿Qué pasa en estas situaciones?

En algunos mercados se comercializan animales vivos, como reptiles, aves, mamíferos, insectos, mariscos, tanto silvestres como domésticos, y se venden junto a animales muertos. Incluso se prepara comida con estos animales para consumo humano. Lamentablemente, estos animales en muchos casos son capturados y vendidos ilegalmente (Galindo-González 2022). Los animales que provienen de ecosistemas lejanos ahora se encuentran en situaciones insalubres y hacinados en jaulas unas sobre otras, lastimados o con heridas abiertas, estresados, débiles, comiendo y defecando unos sobre otros, día tras día. Así, estos animales pueden intercambiar tanto endo como ectoparásitos, bacterias y virus, que a su vez se encuentran con posibilidades de invadir a toda una nueva gama de animales con diferentes dinámicas ecológicas y grupos distintos. Estas interacciones generan zoonosis.

En el caso de los animales silvestres en cautiverio en zoológicos, y zoológicos de mascotas, sucede lo mismo pero en ausencia de los cuidados veterinarios necesarios es un grave riesgo debido al cercano contacto con humanos. Lo mismo ocurre con las especies no nativas que, deliberada o accidentalmente, invaden áreas naturales. La liberación de mascotas exóticas o animales en áreas naturales también pone en contacto a la fauna silvestre con nuevas especies, propiciando nuevas interacciones (Galindo-González 2024). En los ecosistemas donde se han eliminado a los depredadores principales para proteger al ganado, o a poblaciones de vida silvestre, aumentará el número de presas enfermas e infectadas, ya que los depredadores eliminan a los débiles y enfermos de la comunidad. Las comunidades sin depredadores tienen más individuos enfermos que pueden incubar y dispersar sus patógenos.

El uso de áreas silvestres para asentamientos humanos, sea para la agricultura y ganadería y senderos pedestres, provocan interacciones entre la fauna silvestre, animales domésticos y humanos, favoreciendo interacciones con patógenos desconocidos. El ganado que deambula libremente en áreas naturales, así como gatos y perros domésticos que se pasean sin control, afectan a la vida silvestre nativa ya que pueden depredar, transmitir o contagiarse de enfermedades. Un gato, o perro, no controlado en el campo puede encontrar y morder, o ser mordido, por un pequeño mamífero silvestre e intercambiar patógenos y al retorno a casa

contagiar a su dueño (Galindo-González 2024). Los gatos y perros que deambulan libremente cazan y transmiten, o se infectan, de enfermedades y perturban a la vida silvestre y son una fuente de varias enfermedades zoonóticas (rabia, toxoplasmosis, parásitos nematodos, peste, tularemia, tifus murino).

Con tan solo una de estas malas prácticas se desencadena una epidemia, y con el tiempo un pandemia mundial. Si a las situaciones anteriores se les agregan los desastres antropogénicos como la sobrepoblación humana, la expansión urbana de enormes ciudades, las miles de toneladas de basura y contaminación que éstas producen, la deforestación y destrucción de bosques, el cambio de uso de suelo, la ganadería y agricultura extensivas, la captura y extracción de animales silvestres de sus hábitats (Tollefson 2020) y el cambio climático, entenderemos que no hay otro responsable de nuestras desgracias que nosotros mismos. Son nuestras acciones las que nos han llevado hacia la actual crisis ambiental y de salud.

¿Qué debemos hacer?

Este es un llamado para que se reconozca el potencial zoonótico que tienen estas interacciones nuevas y no deseadas. Es necesario identificar las actividades que ponen en contacto animales silvestres, animales domésticos y humanos, y esforzarse para detenerlas porque producen brotes zoonóticos. El gobierno debe prohibir por completo todo tipo de comercio ilegal local, nacional e internacional de especies silvestres. Las legislaciones y regulaciones nacionales relacionadas con las especies silvestres deben ser firmes y claras, y alineadas a los reglamentos internacionales con fuertes sanciones para los países que no cumplan las normas internacionales.

El gobierno debe fomentar acciones de conservación dirigidas a las comunidades y sociedad en general, y así proteger los ecosistemas y ambientes naturales que nos quedan. Debemos revisar y reflexionar sobre el actual modelo de desarrollo, extractivista y depredador, y sustituirlo por uno que desaliente el consumismo y que promueva el reciclaje y el uso de energías alternativas. En este sentido, se debe recuperar la mayor extensión de ecosistemas perturbados y convertirlos en ecosistemas conservados mediante la reforestación y restauración. Las decisiones y políticas del gobierno para la conservación de la biodiversidad, deben implementarse con base en los conocimientos científicos. La vida silvestre pertenece, y debe permanecer, en sus hábitats naturales que debemos defender y conservar a toda costa.

“Es necesario identificar las actividades que ponen en contacto animales silvestres, animales domésticos y humanos, y esforzarse para detenerlas porque producen brotes zoonóticos.”

Reflexiones finales

Aunque las interacciones entre especies aquí mencionadas no representan una lista exhaustiva, sí se encuentran entre las que causan la mayor cantidad de eventos zoonóticos. Estas actividades no deberían ocurrir y deben controlarse para prevenir futuras zoonosis epidémicas o pandemias. Como sociedad, debemos desarrollar una gran capacidad para identificar las interacciones no naturales y prevenirlas. Controlar estas interacciones y abordar eficientemente sus factores causales beneficiará la salud humana y, en algunos casos, conducirá a resultados ambientales, éticos y socioeconómicos positivos. Mientras estas medidas no se tomen, sin duda la humanidad enfrentará futuras zoonosis y pandemias.

Referencias

- Galindo-González J. 2021. SARS-CoV-2, los murciélagos no son los responsables. Cuadernos de Biodiversidad 61:17-21. <https://doi.org/10.14198/cdbio.2021.61.02>
- Galindo-González J y Medellín RA. 2021. Los Murciélagos y la COVID-19, una historia de injusticia, CIENCIA ergo-sum 28(2):e128. <https://doi.org/10.30878/ces.v28n2a10>
- Galindo-González J. 2022. Live Animal Markets: identifying the origins of Emerging Infectious Diseases. Current Opinion in Environmental Science and Health 25:100310. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2021.100310>
- Galindo-González, J. 2024. Avoiding novel, unwanted interactions among species to decrease risk of zoonoses. Conservation Biology 38(3):e14232. <https://doi.org/10.1111/cobi.14232>
- Jones BA, Grace D, Kock R, Alonso S, Rushton J, Said MY... y Pfeiffer DU. 2013. Zoonosis emergence linked to agricultural intensification and environmental change. Proceedings of the National Academy of Sciences 110:(21) 8399-8404.
- Jones KE, Patel NG, Levy MA, Storeygard A, Balk D, Gittleman JL y Daszak P. 2008. Global trends in emerging infectious diseases. Nature 451: 990-993 doi:10.1038/nature06536.
- Tollefson J. 2020. Why deforestation and extinctions make pandemics more likely. Nature 584:175-176.
- Van Der Walt M. 2022. Die migrasie en verspreiding van aansteeklike siektes: Vanaf die oorsprong van *Homo sapiens* tot en met die Antroposeen (Migration and spread of infectious diseases: From the origin of *Homo sapiens* up to the Anthropocene). Tydskrif vir Geesteswetenskappe 62:647-661. <https://doi.org/10.17159/2224-7912/2022/v62n4a2>
- WHO. World Health Organization. 2014. A brief guide to emerging infectious diseases and zoonoses. WHO Regional Office for South-East Asia. Fecha de consulta 29/07/2024 en <https://iris.who.int/handle/10665/204722>.

Galindo-González J. 2024. Zoonosis, enfermedades infecciosas y pandemias: ¿qué está pasando? Bioagrociencias 17 (2): 88-95.
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.5821>