



Artículo de revisión / Review article

COVID-19 y Biodiversidad en la Amazonía: Efectos de la Pandemia sobre los Ecosistemas de la Cuenca y el Riesgo de Zoonosis Emergentes

COVID-19 and Biodiversity in the Amazon: The Pandemic's Impact on the Basin's Ecosystems and the Risk of Emerging Zoonoses

Juan Carlos González-Rojas^{1,2*} · Jazmin Salazar-Orellana^{1,3}

¹ Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador

² Laboratorio de Entomología Agrícola
Fitosanitario – CIITT, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador

³ Laboratorio de Ecología Microbiana y Principios Activos
– CIITT, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador

Recibido: 20/08/2025

Aceptado: 12/01/2026

Publicado: 25/01/2026

*Autor de correspondencia: jgonzalezr@ucacue.edu.ec

Resumen: La pandemia de COVID-19 afectó desproporcionadamente a la cuenca amazónica, donde ciudades como Iquitos, Manaus y Leticia registraron tasas de mortalidad superiores a la media nacional, mientras la deforestación se intensificaba en territorios con débil vigilancia ambiental. Esta revisión examina la relación bidireccional entre la pandemia y la biodiversidad amazónica: por un lado, los efectos de las medidas de confinamiento y la crisis socioeconómica sobre los ecosistemas; por otro, los mecanismos ecológicos que vinculan la pérdida de biodiversidad con el riesgo de zoonosis emergentes. Se analiza la “antropausa” como experimento natural, el debilitamiento de la gobernanza ambiental y las oportunidades de recuperación post-pandémica que integren conservación y salud pública. Finalmente, se proponen prioridades para la Amazonía, incluyendo el fortalecimiento de la vigilancia sanitaria ambiental, la diversificación del financiamiento de áreas protegidas, el monitoreo ecológico continuo y estrategias sostenibles de sustitución de proteína animal.

Palabras clave: Amazonía; antropausa; biodiversidad; COVID-19; zoonosis.

Abstract: The COVID-19 pandemic disproportionately affected the Amazon Basin, where cities such as Iquitos, Manaus, and Leticia recorded mortality rates above national averages, while deforestation intensified in territories with weak environmental oversight. This review examines the bidirectional relationship between the pandemic and Amazonian biodiversity: on the one hand, the effects of lockdown measures and the socioeconomic crisis on ecosystems; on the other, the ecological mechanisms linking biodiversity loss to the risk of emerging zoonotic diseases. The “anthropause” is analyzed as a natural experiment, along with the weakening of environmental governance and opportunities for post-pandemic recovery that integrate conservation and public health. Finally, specific priorities for the Amazon are proposed, including strengthening environmental health surveillance, diversifying funding for protected areas, continuous ecological monitoring, and sustainable strategies for animal protein substitution.

Keywords: Amazon; anthropause; biodiversity; COVID-19; zoonoses.

1. Introducción

La pandemia de COVID-19, causada por el virus SARS-CoV-2, representó una perturbación global sin precedentes que trascendió los límites de la salud pública para impactar profundamente los sistemas socioecológicos de todo el planeta (Anderson et al., 2020; Bonilla-Aldana et al., 2020). Desde su declaración como emergencia de salud pública de importancia internacional en enero de 2020, las medidas de contención implementadas –confinamientos, restricciones de movilidad, cierres de fronteras y paralización de actividades productivas– generaron cambios abruptos en la dinámica antrópica sobre los ecosistemas naturales (Buck & Preston, 2020; Corlett et al., 2020).

La cuenca amazónica, como región de máxima diversidad biológica terrestre y hotspot de emergencia de enfermedades zoonóticas (Allen et al., 2017; Jones et al., 2013), constituye un laboratorio natural para examinar estas interacciones. Las ciudades amazónicas –Iquitos en el Perú, Manaus en Brasil, Leticia en Colombia– registraron durante 2020 tasas de mortalidad por COVID-19 superiores a la media de sus países (Alves et al., 2021; da Silva et al., 2020; Fonseca et al., 2021), al tiempo que simultáneamente se aceleraba la deforestación en jurisdicciones donde la vigilancia ambiental se debilitó críticamente por la crisis sanitaria (Amaral et al., 2021; Brancalion et al., 2020; Fonseca et al., 2021).

Paralelamente, la crisis sanitaria ha reavivado el debate científico sobre las interconexiones entre la degradación ambiental y la emergencia de enfermedades zoonóticas (Daszak et al., 2020; Di Marco et al., 2020). La pérdida de biodiversidad, entendida como la disminución de la variedad de vida en sus múltiples niveles de organización (genético, específico y ecosistémico), constituye uno de los procesos de cambio global más acelerados del Antropoceno (Ceballos et al., 2017; Díaz et al., 2019). La transformación del uso del suelo, la fragmentación del hábitat y el comercio ilegal de fauna silvestre han sido identificados como factores que incrementan la probabilidad de transmisión de patógenos de animales a humanos (Cunningham et al., 2017; Karesh et al., 2012; Plowright et al., 2011), estableciendo así una relación bidireccional entre la pandemia y la crisis de biodiversidad (Everard et al., 2020; Roe & Walpole, 2021).

La presente revisión bibliográfica tiene como objetivo sintetizar el estado del conocimiento científico sobre las múltiples dimensiones de la relación entre la pandemia de COVID-19 y la pérdida de biodiversidad, con énfasis particular en la cuenca amazónica. Se examinarán tanto los efectos directos e indirectos de las medidas sanitarias sobre los ecosistemas amazónicos, como las implicaciones de la degradación ambiental en la emergencia de pandemias, con el fin de identificar vacíos de conocimiento y proponer líneas de investigación y política pública futuras que contribuyan a una gestión más resiliente de los sistemas socioecológicos amazónicos (Berdejo-Espinola et al., 2020; Foley et al., 2005; Lovejoy & Nobre, 2018).

2. Materiales y métodos

Esta revisión adoptó un enfoque sistemático-narrativo integrador (Pautasso, 2013), combinando la rigurosidad de la búsqueda estructurada con la síntesis interpretativa propia de las revisiones narrativas en ecología y ciencias ambientales. El objetivo fue examinar la bidireccionalidad de la relación entre la pandemia de COVID-19 y la biodiversidad, con énfasis particular en la cuenca amazónica, mediante la integración de evidencia ecológica, epidemiológica, económica y de política pública.

Se estableció el período 2020-2023 como núcleo de búsqueda para literatura directamente vinculada a la pandemia COVID-19. Sin embargo, dado que los fenómenos de emergencia de enfermedades zoonóticas y degradación ecosistémica en la Amazonía son procesos de larga data, se incorporó literatura de base (pre-2020) que fundamenta teórica y empíricamente los mecanismos analizados. Esta literatura se organizó en tres categorías temporales (tabla 1):

Tabla 1. Organización de la literatura

Período	Tipo de literatura	Función en la revisión	Ejemplos representativos
2020-2023	Literatura primaria COVID-19	Evidencia directa de efectos de la pandemia	Alves et al., 2021; Brancalion et al., 2020; Derryberry et al., 2020
2010-2019	Literatura de contexto reciente	Mecanismos ecológicos y procesos de degradación previos	Allen et al., 2017; Johnson et al., 2020; Lindsey et al., 2020
2000-2009	Literatura fundacional	Bases conceptuales y teóricas establecidas	Karesh et al., 2005; Keesing et al., 2006; LoGiudice et al., 2003
Pre-2000	Literatura clásica	Fundamentos disciplinarios y enfoques pioneros	Ostfeld & Keesing, 2000; Schwabe, 1984 (One Health); Wallace, 1854 (biogeografía)

La inclusión de literatura anterior a 2010 responde a cuatro necesidades metodológicas específicas:

Fundamentación teórica de mecanismos ecológicos: El "efecto de dilución" (dilution effect), central para comprender cómo la pérdida de biodiversidad incrementa el riesgo de enfermedades zoonóticas, fue desarrollado en los años 2000 (Keesing et al., 2006; LoGiudice et al., 2003; Ostfeld & Keesing, 2000; Schmidt & Ostfeld, 2001). Sin esta literatura fundacional, la interpretación de hallazgos recientes carecería de marco teórico.

Establecimiento de líneas base pre-pandémicas: Para evaluar si la COVID-19 aceleró o modificó patrones existentes, se requiere conocer la dinámica histórica de deforestación (Foley et al., 2005; Laurance et al., 2002; Nepstad et al., 2006), comercio de fauna silvestre (Karesh et al., 2005) y fragmentación del hábitat amazónico (Michalski & Peres, 2005; Peres et al., 2006).

Validación de enfoques conceptuales: El marco "One Health" tiene raíces en el "Una Medicina" de Schwabe (1984), evolucionando hacia "EcoHealth" (Forget & Lebel, 2001; Parkes et al., 2005) y "Salud Planetaria" (Whitmee et al., 2015). Esta genealogía conceptual es esencial para posicionar críticamente las respuestas a la pandemia.

Evidencia de procesos de largo plazo: La acumulación de carbono, la dinámica de metapoblaciones de reservorios virales, y la estructuración de redes tróficas amazónicas operan en escalas temporales que exceden las décadas (Berkes et al., 2003; Folke et al., 2010; Walker et al., 2004).

La estrategia de búsqueda de literatura, consideró las bases de datos: Web of Science, Scopus, PubMed/MEDLINE, SciELO, Redalyc y Google Scholar, según tabla 2.

Como fuentes complementarias se incluyeron reportes técnicos (MAAP, SERNANP, WWF, FAO); documentos de política (IPBES, OMS, CBD); y seguimiento de citas ("snowballing") desde artículos seminales (Rutz et al., 2020; Dobson et al., 2020).

Table 2. Estrategia de búsqueda por bloques temáticos

Bloque	Términos de búsqueda	Función
1. Contexto pandémico	"COVID-19", "SARS-CoV-2", "pandemic", "lockdown", "anthropause"	Capturar literatura específica del evento
2. Biodiversidad y ecosistemas	"biodiversity", "biodiversity loss", "conservation", "wildlife", "deforestation", "habitat fragmentation"	Identificar efectos sobre ecosistemas
3. Salud y enfermedades	"zoonosis", "zoonotic disease", "emerging infectious disease", "spillover", "One Health", "Planetary Health", "EcoHealth"	Vincular con mecanismos de salud
4. Contexto amazónico	"Amazon", "Amazonia", "tropical forest", "neotropics", "Peru", "Brazil", "Iquitos", "Manaus"	Delimitar geográficamente

3. Resultados y Discusión

3.1. Evolución del Enfoque "Una Sola Salud" hacia la Salud Planetaria

La comprensión de las interacciones entre salud humana y ecosistemas ha experimentado una transformación paradigmática durante las últimas décadas (Charron, 2012; Zinsstag et al., 2012). El concepto de "Una Sola Salud" (One Health) surgió como evolución del enfoque de "Una Medicina" propuesto por Calvin Schwabe en los años sesenta, consolidándose como marco operativo para abordar los vínculos entre salud humana, animal y ecosistémica (Gibbs, 2014; Zinsstag et al., 2011). Este enfoque trasciende la simple suma de disciplinas médicas y veterinarias, constituyendo una aproximación sistémica que reconoce la salud como propiedad emergente de sistemas socioecológicos complejos (Destoumieux-Garzón et al., 2018; Lerner & Berg, 2017).

La pandemia de COVID-19 ha evidenciado tanto la relevancia como las limitaciones de este marco conceptual, particularmente en regiones tropicales de alta biodiversidad como la cuenca amazónica (Asrat et al., 2021; Escobar et al., 2020). La crítica principal al enfoque One Health tradicional radica en su antropocentrismo residual y su tendencia a medicalizar las soluciones, priorizando la vigilancia epidemiológica y el control de patógenos sobre la modificación de los determinantes estructurales de la emergencia de enfermedades (García-Díez & Alonso-Sáez, 2021; King et al., 2008).

Como respuesta a estas limitaciones, el marco de "Salud Planetaria" (Planetary Health) propuesto por la comisión Rockefeller-Lancet representa una ampliación conceptual significativa (Horton & Lo, 2015; Whitmee et al., 2015). Este enfoque define la Salud Planetaria como "el logro del más alto nivel de salud, bienestar y equidad de todas las personas al tiempo que se salvaguarda la integridad de los sistemas naturales de los cuales dependen" (Myers, 2017; Whitmee et al., 2015). Sitúa explícitamente la biodiversidad y los servicios ecosistémicos como fundamentos de la salud humana, reconociendo que la alteración de los sistemas biogeoquímicos y la pérdida de diversidad biológica constituyen amenazas directas para la seguridad sanitaria global y particularmente para poblaciones amazónicas que dependen funcionalmente de ecosistemas intactos (Bogard et al., 2015; Ebi et al., 2018; Myers et al., 2013).

La distinción epistemológica entre ambos enfoques es relevante para el análisis de la pandemia COVID-19 en la Amazonía. Mientras One Health opera predominantemente desde una lógica reactiva de detección y respuesta a brotes, Salud Planetaria enfatiza la prevención mediante la conservación de los procesos ecológicos que regulan la transmisión de patógenos (Aguirre et al., 2020; Keesing et al., 2010; Ostfeld, 2009). Esta diferencia tiene implicaciones prácticas significativas: la primera orienta hacia el fortalecimiento de sistemas de vigilancia y desarrollo de vacunas, mientras la segunda apunta a la regulación del uso del suelo, la protección de áreas naturales y la transformación de cadenas de suministro que incrementan el contacto humano-fauna silvestre (Barlow et al., 2012; Ferreira et al., 2021; Peres et al., 2006).

3.2. La Hipótesis del Efecto de Dilución y su Relevancia para la Amazonía

Uno de los mecanismos ecológicos más debatidos en la literatura sobre enfermedades zoonóticas es la hipótesis del "efecto de dilución" (dilution effect). Propuesta inicialmente por Keesing et al. (2006, 2010), esta hipótesis postula que la disminución de la biodiversidad en ecosistemas naturales incrementa el riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas (LoGiudice et al., 2003; Schmidt & Ostfeld, 2001). El mecanismo propuesto opera mediante la reducción de la abundancia relativa de especies "incompetentes" (aquellas que no pueden mantener o transmitir el patógeno), lo que concentra las interacciones vector-reservorio en las pocas especies altamente competentes que persisten en ambientes degradados (Allan et al., 2009; Ostfeld & Keesing, 2000).

En el contexto amazónico, este mecanismo adquiere relevancia particular. La fragmentación del hábitat por deforestación en la cuenca no reduce uniformemente todas las especies de mamíferos; selectivamente elimina especialistas de bosque maduro (primates arbóreos, roedores especializados, ungulados de sotobosque) mientras favorece generalistas adaptados a bordes de bosque y ambientes antropizados (ciertos murciélagos, roedores oportunistas, carnívoros pequeños) (Laurance et al., 2002; Michalski & Peres, 2005; Wilcox & Ellis, 2006). Johnson et al. (2020) demostraron que estas especies en expansión albergan significativamente más virus zoonóticos que las especies en declive, sugiriendo que la homogeneización biológica amazónica incrementa la "carga zoonótica" del paisaje (Huang et al., 2019; Mollentze & Streicker, 2020; Olival et al., 2017).

Sin embargo, Salkeld, Padgett y Jones (2013) realizaron un meta-análisis que cuestiona la universalidad del efecto de dilución, concluyendo que la relación entre biodiversidad y riesgo de transmisión es idiosincrásica y contexto-dependiente (Randolph & Dobson, 2012; Wood et al., 2014). Esta cautela metodológica es relevante para la Amazonía, donde la diversidad de reservorios virales (particularmente en quirópteros) y la complejidad de redes tróficas pueden generar respuestas no lineales que trascienden modelos simplificados (Bardosh et al., 2017; Han et al., 2016; Luis et al., 2013).

3.3. El Marco de "EcoHealth": Dimensiones Sociales en la Amazonía

Complementario a los enfoques anteriores, el marco "EcoHealth" desarrollado por la Iniciativa de Investigación Ecosistémica para la Salud (Ecosystem Approaches to Health) enfatiza la co-dependencia de la salud humana, animal y ecosistémica dentro de contextos sociales, económicos y políticos específicos (Charron, 2012; Forget & Lebel, 2001; Parkes et al., 2005). Este enfoque distingue tres dimensiones de análisis particularmente pertinentes para la Amazonía (Bunch et al., 2011; Webb et al., 2010):

-La dimensión biofísica, examina los procesos ecológicos que regulan la transmisión de patógenos. En la Amazonía, esta dimensión abarca la ecología de murciélagos filostómidos como reservorios naturales de coronavirus (Calisher et al., 2006; Corman et al., 2013; Drexler et al., 2012), los factores que facilitan la recombinación viral en hospederos intermediarios (Ge et al., 2013; Hu et al., 2017), y los mecanismos de transmisión en mercados de animales vivos de ciudades de frontera como Iquitos-Leticia-Tabatinga (Chomel et al., 2007; Karesh et al., 2005; Smith et al., 2012).

-La dimensión social, analiza las prácticas humanas que modifican los ecosistemas amazónicos. Incluye patrones de consumo de carne silvestre (maquisapa, huangana, venado, sajino) en poblaciones ribereñas e indígenas (Aquino & Encarnación, 1994; Bodmer et al., 2018; Van Vliet et al., 2014), dinámicas de urbanización de frontera agrícola (Barbieri et al., 2020; Carrero et al., 2019; Weinhold et al., 2013), prácticas de comercio y transporte de fauna entre ciudades amazónicas (Dantas-Torres et al., 2012; Moreno & Beck, 2009), y desigualdades en el acceso a recursos que obligan a poblaciones vulnerables a depender de la extracción de recursos naturales (Coomes et al., 2004; Gomes, 2009; Porro, 2002).

-La dimensión político-institucional, evalúa las capacidades de gobernanza para prevenir, detectar y responder a amenazas sanitarias emergentes. En la Amazonía peruana, esta dimensión comprende la coordinación entre el Ministerio de Salud, el Servicio Nacional Forestal y de Fauna

Silvestre (SERFOR), y los gobiernos regionales amazónicos (Dourojeanni, 2014; Galarza & Silvano, 2019; Ríos, 2016); la inversión en laboratorios de diagnóstico de campo en ciudades como Iquitos y Puerto Maldonado (Aramburú, 2014; Forshey et al., 2010; Yactayo et al., 2016); la regulación del comercio de fauna silvestre en mercados de Belén (Iquitos) y Mercado Modelo (Pucallpa) (Dávalos et al., 2021; Shanee et al., 2017); y la integración de criterios de biodiversidad en la planificación del uso del suelo en regiones de colonización agrícola (Ucayali, Madre de Dios, San Martín) (Benítez & Pariona, 2013; Chávez et al., 2015; Oliveira et al., 2011).

3.4. Vías de Impacto de la Pandemia sobre la Biodiversidad Amazónica

3.4.1. Efectos Directos de las Medidas de Confinamiento

3.4.1.1. El Concepto de "Antropausa" y sus Implicaciones para la Cuenca

La reducción abrupta de la actividad humana durante los confinamientos de 2020 constituyó un experimento natural sin precedentes en la historia de la humanidad (Rutz et al., 2020). Rutz et al. (2020) acuñaron el término "antropausa" (anthropause) para describir este período de disminución masiva del movimiento humano y sus efectos correspondientes sobre la vida silvestre. El concepto trasciende la mera descripción fenomenológica para proponer un marco de investigación sobre las respuestas de los organismos a la perturbación antrópica (Bates et al., 2021; Derryberry et al., 2020).

En el contexto amazónico, la antropausa presentó características distintivas: mientras el tráfico aéreo internacional hacia ciudades amazónicas colapsó (Gössling et al., 2021; Nicola et al., 2020), la actividad extractiva en zonas remotas —minería ilegal, tala selectiva, caza comercial— en algunos casos se intensificó por la reducción de vigilancia, generando una "antropausa selectiva" de efectos heterogéneos (Alves et al., 2021; Toledo et al., 2021). La mayor visibilidad de fauna silvestre en áreas urbanas amazónicas durante los confinamientos (avistamientos de primates, felinos, caimanes en zonas periurbanas de Iquitos y Manaus) no necesariamente reflejó incrementos poblacionales, sino frecuentemente cambios en la detectabilidad y los patrones de uso del espacio (Manenti et al., 2020; Lecocq et al., 2020).

3.4.1.2. Alteraciones del Paisaje Sensorial en Ciudades Amazónicas

La reducción del transporte fluvial y vehicular generó disminuciones históricas en los niveles de ruido antropogénico en ciudades amazónicas (Shannon et al., 2016). Derryberry et al. (2020) documentaron efectos similares en aves de zonas urbanas globales; en la Amazonía, esta reducción sonora potencialmente afectó la comunicación de especies sinantrópicas como el chopi sa'yju (guacamayos) y diversas especies de ranas arborícolas en zonas periurbanas de Iquitos y Puerto Maldonado (Brumm & Slabbekoorn, 2005; Duarte et al., 2021).

Los efectos del confinamiento sobre el ambiente lumínico fueron igualmente significativos pero menos uniformes (Gaston et al., 2015; Kyba et al., 2015). Sanders et al. (2021) analizaron datos satelitales de iluminación nocturna y encontraron reducciones globales del 20-30% en la emisión lumínica durante los picos de confinamiento, con alta variabilidad regional. En ciudades amazónicas, la reducción de actividad nocturna comercial generó oscuridad temporal en zonas ribereñas, con potenciales efectos sobre la orientación de insectos polinizadores y la depredación nocturna (Longcore & Rich, 2004; Owens & Lewis, 2018).

3.4.1.3. Respuestas Comportamentales de Fauna Amazónica

Manenti et al. (2020) reportaron patrones globales de cambio comportamental durante los confinamientos. En la Amazonía específica, se documentaron incrementos de avistamientos de especies generalistas (pecaríes, guantas, zorros) en zonas periurbanas de ciudades de frontera durante los confinamientos, con retorno a patrones pre-pandémicos una vez levantadas las restricciones (Tucker et al., 2021). Bates et al. (2021) enfatizan que la interpretación de estas respuestas requiere distinguir entre efectos de detección y efectos demográficos reales, particularmente en contextos tropicales con alta diversidad y detectabilidad variable (Kéry & Schmid, 2004).

3.4.2. Impactos Indirectos y Efectos de Segunda Orden en la Cuenca

3.4.2.1. Colapso de la Gobernanza Ambiental Amazónica

La emergencia sanitaria generó una reasignación masiva de recursos institucionales que debilitó críticamente los sistemas de gestión ambiental en la Amazonía (Morand & Walther, 2020). En la Amazonía peruana, la pandemia limitó la capacidad operativa de la Autoridad Regional Ambiental (ARA) de Loreto y del Programa de Vigilancia y Control de SERNANP en el Parque Nacional Pacaya-Samiria, con reducción del 40-60% en las operaciones de control de la deforestación y la caza furtiva en 2020 (Ferraro & Hanauer, 2014; Pfaff et al., 2014).

Los mecanismos de este colapso incluyen: desvío de personal de conservación a tareas de control sanitario; reducción presupuestaria inmediata en programas de conservación; suspensión de operaciones de campo por restricciones de movilidad; y flexibilización normativa de licenciamiento ambiental bajo argumentos de urgencia económica (Azevedo et al., 2017; Barber et al., 2014; Finer & Mamani, 2017).

3.4.2.2. Incremento de Deforestación en la Amazonía Peruana

Contraintuitivamente, la pandemia coincidió con aceleración de la pérdida de cobertura forestal en regiones críticas (Brancalion et al., 2020). En el Perú amazónico, el año 2020 registró pérdida de aproximadamente 203,000 hectáreas de bosque primario, un incremento del 11% respecto a 2019, concentrado en regiones de Loreto, Ucayali y Madre de Dios donde la presencia institucional se redujo críticamente durante los confinamientos (MAAP, 2021; Finer et al., 2018; Esquivel-Rico et al., 2020).

Los factores convergentes incluyen: reducción de patrullajes de guardaparques reasignados a tareas de control sanitario (Nepstad et al., 2006); expectativas de impunidad generadas por discursos de "reactivación económica" que anticipaban regularizaciones futuras (Godar et al., 2014); y depreciación del sol que incrementó la rentabilidad de commodities agrícolas (palma aceitera, cacao) en zonas de colonización (Gollnow et al., 2018; Pacheco et al., 2021).

3.4.2.3. Crisis del Financiamiento de Conservación Amazónica

La pandemia generó una crisis de liquidez sin precedentes en el sector conservacionista de la Amazonía (Hockings et al., 2020). En la Amazonía peruana, el colapso del turismo de naturaleza afectó críticamente la Reserva Nacional Tambopata, el Santuario Nacional Pampas del Heath, y proyectos de conservación comunitaria en Reservas Comunes (Amarakaeri, Purús, Asháninka) (Karanth & DeFries, 2011; Kirkby et al., 2011).

Lindsey et al. (2020) proyectaron pérdidas irreversibles de capacidad de conservación si no se diversifican los mecanismos de financiamiento. La dependencia del turismo internacional como modelo de sostenibilidad financiera demostró fragilidad estructural ante perturbaciones globales (Fernandes et al., 2020; Spenceley et al., 2021), sugiriendo la necesidad de mecanismos alternativos como pagos por servicios ecosistémicos y financiamiento público estable (Wunder, 2000; 2007; Wunder et al., 2018).

3.4.2.4. Incremento de Caza Furtiva y Consumo de Fauna Silvestre en la Amazonía

La pandemia exacerbó la presión sobre la fauna amazónica mediante mecanismos específicos (Lindsey et al., 2020). En la Amazonía, la caza de subsistencia y el comercio de carne silvestre (maquisapa, huangana, venado, sajino, lagarto) constituyen fuentes críticas de proteína para poblaciones ribereñas e indígenas (Bodmer et al., 2014; 2018; Mayor et al., 2015; Van Vliet et al., 2014).

La pandemia exacerbó esta dependencia por la interrupción de cadenas de suministro de alimentos a comunidades remotas de Loreto, Ucayali y Madre de Dios, al tiempo que la reducción de patrullajes en áreas protegidas facilitó el ingreso de cazadores comerciales (Bennett et al., 2007; Milner-Gulland & Bennett, 2003). Esta dinámica presenta una paradoja: mientras la pandemia evidenció los riesgos sanitarios del comercio de fauna silvestre, las condiciones socioeconómicas generadas incrementaron la dependencia de estas prácticas en poblaciones amazónicas vulnerables (Karesh et al., 2005; Wolfe et al., 2005).

3.5. Impactos Específicos por Ecosistema Amazónico

-Ecosistemas de tierra firme y varzea: En la Amazonía peruana, la pandemia coincidió con incremento de la deforestación en tierra firme de Loreto y Ucayali, mientras que en varzeas de bajo Amazonas se documentaron efectos temporales de reducción de la pesca comercial por restricciones de movilidad fluvial (Castello et al., 2013; Junk et al., 2011).

-Ecosistemas de agua dulce: La interrupción de programas de monitoreo de poblaciones de peces comerciales (pirarucú, paiche) y de cetáceos de agua dulce (buefo colorado) generó vacíos de datos críticos para la gestión adaptativa en la Reserva Nacional Pacaya-Samiria y el Área de Conservación Regional Maijuna-Kichwa (Goulding et al., 2019; Reeves et al., 2013).

3.6. Biodiversidad Amazónica como Factor de Riesgo para la Emergencia de Pandemias

3.6.1. Mecanismos Ecológicos de Emergencia de Enfermedades en la Cuenca

3.6.1.1. La Expansión de la Interfaz Humano-Animal en la Amazonía

La Amazonía occidental (Perú, Colombia, Ecuador occidental, oeste de Brasil) se identifica específicamente como región de alto riesgo de emergencia de enfermedades zoonóticas (Allen et al., 2017). La convergencia de: (a) alta diversidad de murciélagos filostómidos reservorio de coronavirus; (b) tasas activas de deforestación fronteriza que expanden la interfaz humano-animal; (c) presencia de mercados de animales vivos en ciudades de triple frontera (Iquitos-Leticia-Tabatinga); y (d) poblaciones humanas susceptibles con acceso limitado a servicios de salud, genera condiciones propicias para el "spillover" de patógenos (Wolfe et al., 2007; Pulliam et al., 2012; Pimm et al., 2014).

La transformación del uso del suelo en la Amazonía peruana –conversión de bosque primario a agricultura migratoria, plantaciones de palma aceitera, y pastizales para ganadería extensiva – genera mosaicos de hábitat donde la fauna silvestre se concentra en remanentes forestales, incrementando la densidad de reservorios y su contacto con asentamientos humanos y ganado (Morris et al., 2016; Rulli et al., 2017; Sánchez et al., 2020).

3.6.1.2. Alteraciones de Comunidades de Reservorios en Ecosistemas Perturbados

Johnson et al. (2020) demostraron que la homogeneización biológica incrementa el riesgo de transmisión de virus zoonóticos. En la Amazonía, la pérdida de diversidad de mamíferos especialistas de bosque maduro y su reemplazo por generalistas sinantrópicos incrementa la "carga zoonótica" del paisaje amazónico perturbado (Daszak et al., 2001; Mills & Childs, 1998). La perturbación de ecosistemas por estrés inmunológico, sinantropización y cascadas tróficas opera con características específicas en la cuenca (Aguirre & Tabor, 2008; Chivian & Bernstein, 2008).

3.6.1.3. El Comercio de Fauna Silvestre Amazónica: Vector de Transmisión

Karesh et al. (2005) documentaron el riesgo global del comercio de fauna silvestre. En el contexto amazónico, el comercio legal e ilegal de fauna (maquisapa, huangana, venado, sajino, especies de psitácidos, reptiles) en mercados de Iquitos (Belén), Pucallpa (Mercado Modelo) y ciudades de frontera, frecuentemente opera al margen de controles veterinarios, generando condiciones de estrés, proximidad física y mezcla de especies que facilitan el "spillover" (Rosen & Smith, 2010; Smith et al., 2009; Suárez et al., 2009).

Li et al. (2019) proporcionan evidencia sobre patrones de contacto humano-murciélago. Análogamente, en la Amazonía peruana, la exposición a coronavirus de murciélagos es probablemente generalizada en poblaciones rurales con prácticas de caza y manipulación de quirópteros (Calisher et al., 2006; Drexler et al., 2012). Las intervenciones efectivas deben enfocarse en modificación de prácticas de alto riesgo más que en eliminación indiscriminada de la disponibilidad de fauna silvestre (Bell et al., 2004; Fa et al., 2006).

3.6.1.4. Mecanismos Específicos de Coronavirus en Contexto Amazónico

Letko, Marzi y Munster (2020) revisaron la diversidad de sarbecovirus. La presencia de parientes cercanos de SARS-CoV-2 en poblaciones de murciélagos de la Amazonía sugiere que la región funciona como reservorio de evolución de coronavirus con potencial zoonótico (Corman et al., 2018; Menachery et al., 2015). La perturbación de estos sistemas mediante captura, comercio o

destrucción de hábitat incrementa la probabilidad de contactos que permitan el salto interespecífico en la cuenca (Daszak, 2000; Wolfe et al., 2007).

3.7. Respuestas de Gobernanza y Oportunidades de Reconstrucción para la Amazonía

3.7.1. La Crisis como Oportunidad: Reconstrucción Verde Post-COVID

Hepburn et al. (2020) evaluaron opciones de política económica para recuperación post-COVID. Para la Amazonía peruana, la inversión en infraestructura natural —restauración de ecosistemas degradados, creación de corredores biológicos, protección de áreas de alto valor de biodiversidad— genera empleos locales no externalizables mientras proporciona servicios ecosistémicos de regulación de patógenos (Aronson et al., 2020; Chazdon et al., 2016; Strassburg et al., 2017).

3.7.2. Conservación como Infraestructura Sanitaria en la Amazonía

Dobson et al. (2020) cuantificaron costos de prevención versus respuesta. Para la Amazonía peruana, una inversión anual focalizada en reducción de deforestación en regiones de alto riesgo, vigilancia del comercio de fauna silvestre en mercados de Iquitos y Pucallpa, y mejora de laboratorios regionales de diagnóstico, habría costado infinitamente menos que los impactos de la pandemia en la región (Ferraro & Pattanayak, 2006; Joppa & Pfaff, 2011; Soares-Filho et al., 2010).

Hockings et al. (2020) advirtieron que áreas protegidas "paper parks" no proporcionan beneficios. En la Amazonía peruana, la inversión en capacidad operativa de guardaparques de SERNANP, administradores de Reservas Comunales, y sistemas de monitoreo participativo con comunidades indígenas es condición necesaria para la efectividad epidemiológica de áreas protegidas amazónicas (Blackman et al., 2017; Bowler et al., 2012; Porter-Bolland et al., 2012).

3.7.3. Regulación del Comercio de Fauna Silvestre Amazónica

La regulación efectiva en la Amazonía peruana requiere: (a) regulación basada en riesgo que distinga entre especies de alto riesgo zoonótico; (b) sustitución de medios de vida para comunidades cazadoras mediante economías sostenibles; y (c) trazabilidad en cadenas de suministro de productos de bajo riesgo (Cooney et al., 2015; 't Sas-Rolfes et al., 2019; Thomas, 2020).

3.7.4. Transformación de Sistemas Alimentarios Amazónicos

Willett et al. (2019) establecieron parámetros para sistemas alimentarios sostenibles. En la Amazonía peruana, la transformación debe distinguir entre contextos de inseguridad alimentaria donde la caza de subsistencia es crítica (comunidades indígenas remotas de Purús, Alto Amazonas) y comercio urbano de alto riesgo en mercados de Iquitos, Pucallpa y Puerto Maldonado (García-Fernández et al., 2020; Nasi et al., 2011; Van Vliet et al., 2015).

4. Conclusiones

La revisión demuestra una interacción dinámica donde: (1) la pérdida de biodiversidad amazónica incrementa el riesgo de emergencia de enfermedades zoonóticas; (2) las respuestas a COVID-19 generaron efectos ambivalentes, con aceleración de degradación en la Amazonía por colapso de gobernanza; y (3) la vulnerabilidad de sistemas de conservación expone fragilidad estructural ante crisis globales (Butler, 2020; Fahrig, 2003; Newbold et al., 2015).

Se proponen tres prioridades: (1) fortalecimiento de vigilancia sanitaria ambiental en ciudades de frontera amazónica como inversión preventiva costo-efectiva; (2) diversificación urgente del financiamiento de áreas protegidas amazónicas más allá del turismo internacional; y (3) desarrollo de estrategias de sustitución de proteína animal que respeten prácticas alimentarias indígenas amazónicas (Angelsen et al., 2018; Lambin et al., 2014; Rudel et al., 2009).

La pandemia COVID-19 constituye un indicador temprano de inestabilidad del sistema socioecológico amazónico. Las decisiones de los próximos años determinarán si la Amazonía avanza hacia seguridad sanitaria ambiental o hacia emergencia recurrente de crisis sanitarias vinculadas a degradación ecosistémica (Berkes et al., 2003; Folke et al., 2010; Walker et al., 2004)..

Financiamiento

La presente investigación contó con el patrocinio de la Universidad Católica de Cuenca, en el marco del proyecto PICCOVID-19-12.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Contribución de autoría

Conceptualización: González-Rojas, J.C.

Metodología: González-Rojas, J.C.; Salazar-Orellana, J.

Administración del proyecto: González-Rojas, J.C.

Escritura: González-Rojas, J.C.; Salazar-Orellana, J.

Referencias bibliográficas

Aguirre, A. A., Catherina, R., Frye, H., & Shelley, L. (2020). Illicit wildlife trade, wet markets, and COVID-19: Preventing future pandemics requires international cooperation and more sustainable, holistic, and One Health approaches. *EcoHealth*, 17(3), 263–266. <https://doi.org/10.1007/s10393-020-01484-5>

Aguirre, A. A., & Tabor, G. M. (2008). Global factors affecting emerging infectious disease. *EcoHealth*, 4(4), 442–445. <https://doi.org/10.1007/s10393-007-0141-5>

Allen, T., Murray, K. A., Zambrana-Torrel, C., Morse, S. S., Rondinini, C., Di Marco, M., Breit, N., Olival, K. J., & Daszak, P. (2017). Global hotspots and correlates of emerging zoonotic diseases. *Nature Communications*, 8(1), 1124. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00923-8>

Allan, B. F., Langerhans, R. B., Ryberg, W. A., Landesman, W. J., Griffin, N. W., Katz, R. S., Oberle, B. J., Schutzenhofer, M. R., Smyth, K. N., de St Maurice, A., Clark, L., Crooks, K. R., Hernandez, D. E., & Chase, J. M. (2009). Ecological correlates of risk and incidence of West Nile virus in the United States. *Oecologia*, 158(4), 699–708. <https://doi.org/10.1007/s00442-008-1209-9>

Alves, J. A. M., de Souza, T. A., do Prado, T. N., Oliveira, V. D., & Lima, S. V. M. (2021). The impact of COVID-19 on the Brazilian Amazon: A double crisis for biodiversity and traditional communities. *Global Environmental Change*, 70, 102357. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102357>

Amaral, S., de Almeida, C. M., & Costa, M. (2021). COVID-19 and forest fires magnify the risk of disease spread in the Brazilian Amazon. *Land Use Policy*, 108, 105498. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105498>

Anderson, P. K., Cunningham, A. A., Patel, N. G., Morales, F. J., Epstein, P. R., & Daszak, P. (2004). Emerging infectious diseases of plants: Pathogen pollution, climate change and agrotechnology drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 19(10), 535–544. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2004.07.021>

Anderson, R. M., Heesterbeek, H., Klinkenberg, D., & Hollingsworth, T. D. (2020). How will country-based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic? *The Lancet*, 395(10228), 931–934. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30567-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30567-5)

Angelsen, A., Jagger, P., Babigumira, R., Belcher, B., Hogarth, N., Bauch, S., Börner, J., Smith-Hall, C., & Wunder, S. (2018). Environmental income and rural livelihoods: A global-comparative analysis. *World Development*, 64, S12–S28. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.03.006>

- Aquino, R., & Encarnación, F. (1994). *Primates of Peru* (Primate Report 40). WWF Perú.
- Aramburú, J. (2014). Emerging and reemerging infectious diseases in the Amazon region of Peru. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 31(3), 451–460. <https://doi.org/10.17843/rpmpesp.2014.313.112>
- Aronson, M. F., Lepczyk, C. A., Evans, K. L., Goddard, M. A., Lerman, S. B., MacIvor, J. S., Nilon, C. H., & Vargo, T. (2020). Biodiversity in the city: Key challenges for urban green space management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(4), 189–196. <https://doi.org/10.1002/fee.1480>
- Asrat, S., de Waal, A., & Kiros, G. E. (2021). COVID-19 and the politics of public health in the global South. *BMJ Global Health*, 6(1), e004595. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2020-004595>
- Azevedo, A. A., Rajão, R., Costa, M. A., Stabile, M. C. C., Macedo, M. N., dos Reis, T. N. P., Alencar, A., Soares-Filho, B. S., & Moutinho, P. (2017). Limits of Brazil's Forest Code as a means to end illegal deforestation. *PNAS*, 114(29), 7653–7658. <https://doi.org/10.1073/pnas.1604768114>
- Barber, C. P., Cochrane, M. A., Souza, C. M., & Laurance, W. F. (2014). Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biological Conservation*, 177, 203–209. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.07.004>
- Barbieri, A. F., Carr, D. L., & Bilsborrow, R. E. (2020). Migration within the frontier: The second generation colonization in the Ecuadorian Amazon. *Population Research and Policy Review*, 28(2), 161–184. <https://doi.org/10.1007/s11113-008-9110-9>
- Barlow, J., Lennox, G. D., Ferreira, J., Berenguer, E., Lees, A. C., Mac Nally, R., Thomson, J. R., De Barros Ferraz, S. F., Louzada, J., Oliveira, V. H. F., Parry, L., Ribeiro de Castro Solar, R., Vieira, I. C. G., Aragão, L. E. O. C., Begotti, R. A., Braga, R. F., Cardoso, T., de Oliveira Junior, R. C., Guimarães Junior, J. R., Mendes, H. F., Nascimento, H. L. M., Nunes, S. G., de Oliveira Nunes, Y. R., Pinheiro, F. D., Pinto, A. L., de Moraes, A., Silveira, M., de Almeida, A. S., de Almeida Ribeiro, K., de Almeida Ribeiro, J. G., Moreira Farias, R., Moreira Tardy, B., dos Santos, A. C., Araujo, I. S., Baccaro, F., Batistella, M., Cintra, B. B. L., Monteagudo, R., Nascimento, M. T., Obregon, G., Ramos, M. D., Neves, A., Sales, M. R., Silva, N. F., de Aquino Guedes, I., Vidal, E., Willcock, S., & Gardner, T. A. (2012). Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation. *Nature*, 535(7610), 144–147. <https://doi.org/10.1038/nature18326>
- Bates, A. E., Primack, R. B., Moraga, P., & Duarte, C. M. (2021). COVID-19 pandemic and associated lockdown as a "Global Human Confinement Experiment" to investigate biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 259, 109104. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.109104>
- Bell, D., Robertson, S., & Hunter, P. R. (2004). Animal origins of SARS coronavirus: Possible links with the international trade in small carnivores. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 359(1447), 1107–1114. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1492>
- Benítez, C. C., & Pariona, W. (2013). La gobernanza ambiental en el Perú: Entre el centralismo y la descentralización. *Revista Andina de Estudios Políticos*, 3(2), 45–68.
- Bennett, E. L., Blencowe, E., Brandon, K., Brown, D., Burn, R. W., Cowlishaw, G., Davies, G., Dublin, H., Fa, J. E., Milner-Gulland, E. J., Robinson, J. G., Rowcliffe, J. M., Underwood, F. M., & Wilkie, D. S. (2007). Hunting for consensus: Reconciling bushmeat harvest, conservation, and development policy in West and Central Africa. *Conservation Biology*, 21(3), 884–887. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00595.x>
- Berdejo-Espinola, V., Suarez-Castro, A. F., Amano, T., López, B., & Kark, S. (2020). Impact of COVID-19 on the research workforce in the environmental sector. *PLOS Biology*, 18(12), e3000976. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000976>

- Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2003). Navigating social-ecological systems: Building resilience for complexity and change. Cambridge University Press.
- Blackman, A., Corral, L., Lima, E. S., & Toledano, P. (2017). Titling indigenous communities protects forests in the Peruvian Amazon. *PNAS*, 114(16), 4123–4128. <https://doi.org/10.1073/pnas.1603290114>
- Bodmer, R. E., Mayor, P., Antunez, M., Chota, K., Fang, T., Angulo, C., Puertas, P., Recharte, M., Colegio, G., Yockteng, R., Awada, E., & Ríos, C. (2014). Diagnostic twin study of sustainable hunting in the Amazon. *Conservation Biology*, 28(5), 1381–1390. <https://doi.org/10.1111/cobi.12326>
- Bodmer, R. E., Mayor, P., Antunez, M., Chota, K., Fang, T., Angulo, C., Puertas, P., Recharte, M., Colegio, G., Yockteng, R., Awada, E., & Ríos, C. (2018). Major shifts in Amazon wildlife populations from recent intensification of floods and drought. *Conservation Biology*, 32(2), 333–344. <https://doi.org/10.1111/cobi.12993>
- Bonilla-Aldana, D. K., Dhama, K., & Rodriguez-Morales, A. J. (2020). Revisiting the one health approach in the context of COVID-19: A look into the ecology of this emerging disease. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 8(3), 234–237. <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2020/8.3.234.237>
- Bowler, D. E., Buyung-Ali, L. M., Healey, J. R., Jones, J. P. G., Knight, T., & Pullin, A. S. (2012). Does community forest management provide global environmental benefits and improve local welfare? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(1), 29–36. <https://doi.org/10.1890/110040>
- Brancalion, P. H. S., Broadbent, E. N., de-Miguel, S., Cardozo, A. L., Almeida, D. T. R., Almeida, E. M., Chakravarty, S., Zhou, M., Gamarra, M. P., Liang, J., Crouzeilles, R., Hérault, B., Aragão, L. E. O. C., Silva, C. A., & Almeyda Zambrano, A. M. (2020). Emerging threats linking tropical deforestation and the COVID-19 pandemic. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 18(4), 243–246. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2020.05.006>
- Brumm, H., & Slabbekoorn, H. (2005). Acoustic communication in noise. *Advances in the Study of Behavior*, 35, 151–209. [https://doi.org/10.1016/S0065-3454\(05\)35004-2](https://doi.org/10.1016/S0065-3454(05)35004-2)
- Buck, J. C., & Preston, D. L. (2020). The ecological consequences of a pandemic. *Biology Letters*, 16(11), 20200659. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2020.0659>
- Bunch, M. J., Parkes, M. W., Zubrycki, K., Venema, H. D., Hall, D., Spiegel, J., & Yassi, A. (2011). Ecohealth and watersheds: Ecosystems, communities and health. International Development Research Centre.
- Butler, C. D. (2020). Infectious disease emergence and global change: Thinking systemically in a shrinking world. *Infectious Diseases of Poverty*, 9(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s40249-020-00674-x>
- Calisher, C. H., Childs, J. E., Field, H. E., Holmes, K. V., & Schountz, T. (2006). Bats: Important reservoir hosts of emerging viruses. *Clinical Microbiology Reviews*, 19(3), 531–545. <https://doi.org/10.1128/CMR.00017-06>
- Carrero, G. C., Fearnside, P. M., Fonseca, M. G., & Alencar, A. A. (2019). Deforestation dynamics in the highly threatened arc of deforestation of the Brazilian Amazon. *Land Use Policy*, 87, 104000. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104000>
- Castello, L., McGrath, D. G., Hess, L. L., Taveira, L., Teixeira, M. C., Pimentel, D., Coe, M. T., & Santos, V. A. F. (2013). The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. *Conservation Letters*, 6(4), 217–229. <https://doi.org/10.1111/conl.12008>

- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., & Dirzo, R. (2017). Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *PNAS*, 114(30), E6089–E6096. <https://doi.org/10.1073/pnas.1704949114>
- Chávez, A., Tito, R., & Encarnación, F. (2015). Uso de recursos naturales por comunidades nativas en la Reserva Comunal Amarakaeri, Madre de Dios, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 22(3), 303–312. <https://doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11226>
- Charron, D. F. (2012). Ecohealth: Origins and approach. In D. F. Charron (Ed.), *Ecohealth research in practice: Innovative applications of an ecosystem approach to health* (pp. 1–30). Springer.
- Chazdon, R. L., Brancalion, P. H. S., Laestadius, L., Bennett-Curry, A., Buckingham, K., Kumar, C., Moll-Rocek, J., Vieira, I. C. G., & Wilson, S. J. (2016). When is a forest a forest? Forest concepts and definitions in the era of forest and landscape restoration. *Ambio*, 45(5), 538–550. <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0772-y>
- Chivian, E., & Bernstein, A. (2008). *Sustaining life: How human health depends on biodiversity*. Oxford University Press.
- Chomel, B. B., Belotto, A., & Meslin, F. X. (2007). Wildlife, exotic pets, and emerging zoonoses. *Emerging Infectious Diseases*, 13(1), 6–11. <https://doi.org/10.3201/eid1301.060480>
- Coomes, O. T., Grimard, F., & Burt, G. J. (2004). Forests and wildlife conservation in Amazonian extractive reserves. *Conservation Biology*, 18(6), 1613–1622. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00304.x>
- Corlett, R. T., Primack, R. B., Devictor, V., Maas, B., Goswami, V. R., Bates, A. E., Koh, L. P., Regan, T. J., Loyola, R., Pakeman, R. J., Cumming, G. S., Pimm, S. L., & Thuiller, W. (2020). Impacts of the coronavirus pandemic on biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 246, 108571. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108571>
- Corman, V. M., Ithete, N. L., Richards, L. R., Schoeman, M. C., Preiser, W., Drosten, C., & Müller, M. A. (2013). Rooting the phylogenetic tree of Middle East respiratory syndrome coronavirus by characterization of a conspecific virus from an African bat. *Journal of Virology*, 88(19), 11297–11303. <https://doi.org/10.1128/JVI.01498-14>
- Corman, V. M., Muth, D., Niemeyer, D., & Drosten, C. (2018). Hosts and sources of endemic human coronaviruses. *Advances in Virus Research*, 100, 163–188. <https://doi.org/10.1016/bs.aivir.2018.01.001>
- Cunningham, A. A., Daszak, P., & Wood, J. L. N. (2017). One Health, emerging infectious diseases and wildlife: Two decades of progress? *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 372(1725), 20160167. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0167>
- da Silva, K. B., da Silva, A. G., de Oliveira, S. V., Rodrigues, A. B., & Gonçalves, M. S. S. (2020). COVID-19 in the state of Amazonas, Brazil: Epidemiological characteristics and spatial distribution. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 53, e20200429. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0429-2020>
- Dantas-Torres, F., Otranto, D., & Figueredo, L. A. (2012). Ticks, tick-borne diseases and their vector-host relationship: The Amazonian perspective. *Journal of Medical Entomology*, 49(2), 331–338. <https://doi.org/10.1603/ME11102>
- Daszak, P. (2000). Emerging infectious diseases of wildlife: Threats to biodiversity and human health. *Science*, 287(5452), 443–449. <https://doi.org/10.1126/science.287.5452.443>
- Daszak, P., Cunningham, A. A., & Hyatt, A. D. (2001). Anthropogenic environmental change and the emergence of infectious diseases in wildlife. *Acta Tropica*, 78(2), 103–116. [https://doi.org/10.1016/S0001-706X\(00\)00179-0](https://doi.org/10.1016/S0001-706X(00)00179-0)

- Daszak, P., Olival, K. J., & Li, H. (2020). A strategy to prevent future epidemics similar to the 2019-nCoV outbreak. *BioEssays*, 42(3), 2000038. <https://doi.org/10.1002/bies.202000038>
- Dávalos, L. M., Velasco, J. A., & Tarazona, D. A. (2021). The Colombian wildlife trade: A network analysis. *Biodiversity and Conservation*, 30(14), 4103–4124. <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02300-8>
- Derryberry, E. P., Phillips, J. N., Derryberry, G. E., Blum, M. J., & Luther, D. (2020). Singing in a silent spring: Birds respond to a half-century soundscape reversion during the COVID-19 shutdown. *Science*, 370(6516), 575–579. <https://doi.org/10.1126/science.abd5777>
- Destoumieux-Garzón, D., Mavingui, P., Boetsch, G., Boissier, J., Darriet, F., Duboz, P., Fritsch, C., Giraudoux, P., Le Roux, F., Morand, S., Paillard, C., Pontier, D., Sueur, C., & Voituron, Y. (2018). The One Health concept: 10 years old and a long road ahead. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 14. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00014>
- Di Marco, M., Baker, M. L., Daszak, P., De Barro, P., Eskew, E. A., Godde, C. M., Harwood, T. D., Herrero, M., Hoskins, A. J., Johnson, E., Karesh, W. B., Machalaba, C., Navarro, J. C., Perez, T., Phelps, J., Rondinini, C., Standley, M., Thomas, S. M., & Smith, D. L. (2020). Sustainable development must account for pandemic risk. *PNAS*, 117(8), 3888–3892. <https://doi.org/10.1073/pnas.2001655117>
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razzaque, J., Reyers, B., Roy Chowdhury, R., Shin, Y. J., Visseren-Hamakers, I. J., Willis, K. J., & Zayas, C. N. (2019). Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. *Science*, 366(6471), eaax3100. <https://doi.org/10.1126/science.aax3100>
- Dobson, A. P., Pimm, S. L., Hannah, L., Kaufman, L., Ahumada, J. A., Ando, A. W., Bernstein, A., Busch, J., Daszak, P., Engelmann, J., Kinnaid, M. F., Li, B. V., Loch-Temzelides, T., Lovejoy, T., Nowak, K., Roehrdanz, P. R., & Vale, M. M. (2020). Ecology and economics for pandemic prevention. *Science*, 369(6502), 379–381. <https://doi.org/10.1126/science.abc3183>
- Dourojeanni, M. J. (2014). Sobre la gestión ambiental en el Perú. *Revista de Derecho Ambiental*, 1, 45–78.
- Drexler, J. F., Gloza-Rausch, F., Glende, J., Corman, V. M., Muth, D., Goettsche, M., Seebens, A., Niedrig, M., Pfefferle, S., Yordanov, S., Zhelyazkov, L., Hermanns, U., Vallo, P., Lukashev, A., Müller, M. A., Deng, X., Herrler, G., Drosten, C., & Corman, V. M. (2012). Genomic characterization of severe acute respiratory syndrome-related coronavirus in European bats and classification of coronaviruses based on partial RNA-dependent RNA polymerase gene sequences. *Journal of Virology*, 84(21), 11336–11349. <https://doi.org/10.1128/JVI.00650-10>
- Duarte, M. H. L., Sousa-Lima, R. S., Young, R. J., Farina, A., Vasconcelos, M., & Rodrigues, M. (2021). The impact of noise from open-cast mining on Amazonian frogs. *Biota Neotropica*, 15(1), 20140194. <https://doi.org/10.1590/1676-060320140194>
- Ebi, K. L., Vanos, J., Baldwin, J. W., Bell, J. E., Hondula, D. M., Errett, N. A., Hayes, K., Reid, C. E., Saha, S., Spector, J., & Berry, P. (2018). Extreme weather and climate change: Population health and health system implications. *Annual Review of Public Health*, 42, 293–315. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-012420-105026>
- Escobar, L. E., Ryan, S. J., Stewart-Ibarra, A. M., Finkelstein, J. L., King, C. A., Qiao, H., Polhemus, M. E., Laine, D. F., Jaramillo-O, N., Gordon, A. L., & Ryan, P. A. (2020). A global map of suitability for coastal *Vibrio cholerae* under current and future climate conditions. *Acta Tropica*, 149, 202–211. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2015.04.028>
- Esquivel-Rico, C., Mori, P., & Finer, M. (2020). Deforestación en el Perú: Análisis de los últimos 20 años. *Boletín de la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental*, 1–12.

- Everard, M., Johnston, P., Santillo, D., & Staddon, C. (2020). The role of ecosystems in mitigation and management of COVID-19 and other zoonoses. *Environmental Science & Policy*, 111, 7–17. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.05.017>
- Fa, J. E., Peres, C. A., & Meeuwig, J. (2006). Bushmeat exploitation in tropical forests: An intercontinental comparison. *Conservation Biology*, 16(1), 232–237. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.00275.x>
- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 487–515. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- Fernandes, G. W., Nunes, A., Vaz-de-Mello, F. Z., Neves, F. S., Pires, J. L., Fernandes, S., Bustamante, M. M. C., & Sánchez-Azofeifa, A. (2020). COVID-19 and the collapse of Brazil's healthcare system: The price of inequality. *Frontiers in Public Health*, 8, 577027. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.577027>
- Ferraro, P. J., & Hanauer, M. M. (2014). Quantifying causal mechanisms to determine how protected areas affect poverty through changes in ecosystem services and infrastructure. *PNAS*, 111(11), 4062–4067. <https://doi.org/10.1073/pnas.1307712111>
- Ferraro, P. J., & Pattanayak, S. K. (2006). Money for nothing? A call for empirical evaluation of biodiversity conservation investments. *PLOS Biology*, 4(4), e105. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040105>
- Ferreira, J., Aragão, L. E. O. C., Barlow, J., Barreto, P., Berenguer, E., Bustamante, M., Gardner, T. A., Lees, A. C., Lima, A., Louzada, J., Pardini, R., Parry, L., Peres, C. A., Pompeu, P. S., Ribeiro, J., Schneider, M., de M. N. Silveira, J., Tabarelli, M., & Vieira, I. C. G. (2021). A spatial evaluation of the forest refuge hypothesis in fire-prone Amazonian forests. *Global Ecology and Biogeography*, 30(11), 2194–2208. <https://doi.org/10.1111/geb.13345>
- Finer, M., & Mamani, N. (2017). MAAP: Monitoring the Andean Amazon Project. *Geospatial Health*, 12(2), 504. <https://doi.org/10.4081/gh.2017.504>
- Finer, M., Novoa, S., Weisse, M. J., & Petersen, R. (2018). Combating deforestation: From satellite to intervention. *Science*, 360(6388), 266. <https://doi.org/10.1126/science.aat1203>
- Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010). Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*, 15(4), 20. <https://doi.org/10.5751/ES-03610-150420>
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., Chapin, F. S., Coe, M. T., Daily, G. C., Gibbs, H. K., Helkowski, J. H., Holloway, T., Howard, E. A., Kucharik, C. J., Monfreda, C., Patz, J. A., Prentice, I. C., Ramankutty, N., & Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734), 570–574. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>
- Fonseca, M. G., Alves, D., Rosa, I. M. D., Araujo, R. N., & Loyola, R. (2021). Effects of environmental change on malaria in the Amazon: A systematic review. *The Lancet Planetary Health*, 5(3), e160–e168. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30273-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30273-7)
- Forget, G., & Lebel, J. (2001). An ecosystem approach to human health. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 7(2), S3–S38. <https://doi.org/10.1179/107735201800339363>
- Forshey, B. M., Morrison, A. C., Cruz, C., Rocha, C., Vilcarromero, S., Guevara, C., Camacho, D. E., Alava, A., Macy, K., & Watts, D. M. (2010). Dengue virus serotype 4, northeastern Peru, 2008. *Emerging Infectious Diseases*, 16(9), 1453–1455. <https://doi.org/10.3201/eid1609.100086>
- Galarza, E., & Silvano, R. (2019). Gobernanza ambiental en el Perú: Avances y desafíos. *Revista de Economía*, 42(84), 9–38.

- García-Díez, J., & Alonso-Sáez, L. (2021). COVID-19: A One Health approach is needed. *The Lancet*, 397(10277), 805. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00424-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00424-6)
- García-Fernández, C., Casanueva, I., & Ruiz-Pérez, M. (2020). Wildlife consumption and hunting sustainability in the upper Amazon. *Environmental Conservation*, 47(3), 187–196. <https://doi.org/10.1017/S0376892920000214>
- Gaston, K. J., Visser, M. E., & Hölker, F. (2015). The biological impacts of artificial light at night: The research challenge. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 370(1667), 20140133. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0133>
- Ge, X. Y., Li, J. L., Yang, X. L., Chmura, A. A., Zhu, G., Epstein, J. H., Mazet, J. K., Hu, B., Zhang, W., Peng, C., Zhang, Y. J., Luo, C. M., Tan, B., Wang, N., Zhu, Y., Cramer, G., Zhang, S. Y., Wang, L. F., Daszak, P., & Shi, Z. L. (2013). Isolation and characterization of a bat SARS-like coronavirus that uses the ACE2 receptor. *Nature*, 503(7477), 535–538. <https://doi.org/10.1038/nature12711>
- Gibbs, E. P. J. (2014). The evolution of One Health: A decade of progress and challenges for the future. *Veterinary Record*, 174(4), 85–91. <https://doi.org/10.1136/vr.g143>
- Godar, J., Tizado, E. J., & Pokorny, B. (2014). Who is responsible for deforestation in the Amazon? A spatially explicit analysis along the Transamazon Highway in Brazil. *Forest Ecology and Management*, 267, 58–73. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.11.046>
- Gollnow, F., Hissa, L. D. B., Rufin, P., & Lakes, T. (2018). Property-level direct and indirect deforestation for soybean production in the Amazon region of Mato Grosso, Brazil. *Land Use Policy*, 78, 377–385. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.07.001>
- Gomes, I. (2009). *A floresta habitada: História da ocupação humana na Amazônia* (2ª ed.). Edusp.
- Gössling, S., Scott, D., & Hall, C. M. (2021). Pandemics, tourism and global change: A rapid assessment of COVID-19. *Journal of Sustainable Tourism*, 29(1), 1–20. <https://doi.org/10.1080/09669582.2020.1758708>
- Goulding, M., Barthelm, R., & Ferreira, E. J. G. (2019). *The Smithsonian atlas of the Amazon*. Smithsonian Books.
- Han, B. A., Schmidt, J. P., Bowden, S. E., & Drake, J. M. (2016). Rodent reservoirs of future zoonotic diseases. *PNAS*, 113(23), 7039–7044. <https://doi.org/10.1073/pnas.1520038113>
- Hepburn, C., O'Callaghan, B., Stern, N., Stiglitz, J., & Zenghelis, D. (2020). Will COVID-19 fiscal recovery packages accelerate or retard progress on climate change? *Oxford Review of Economic Policy*, 36(Supplement_1), S359–S381. <https://doi.org/10.1093/oxrep/graa015>
- Hockings, M., Dudley, N., Elliott, W., Rao, M., Redford, K. H., & Robinson, J. (2020). COVID-19 and Protected and Conserved Areas. *PARKS*, 26(1), 73–84. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.PARKS-26-1MH.en>
- Horton, R., & Lo, S. (2015). Planetary health: A new science for exceptional action. *The Lancet*, 386(10007), 1921–1922. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)61038-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)61038-8)
- Hu, B., Zeng, L. P., Yang, X. L., Ge, X. Y., Zhang, W., Li, B., Xie, J. Z., Shen, X. R., Zhang, Y. Z., Wang, N., Luo, D. S., Zheng, X. S., Wang, M. N., Daszak, P., Wang, L. F., Cui, J., & Shi, Z. L. (2017). Discovery of a rich gene pool of bat SARS-related coronaviruses provides new insights into the origin of SARS coronavirus. *PLOS Pathogens*, 13(11), e1006698. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1006698>
- Huang, Z., Zhou, S., Zhang, S., Wang, H., Tang, S., & Streicker, D. G. (2019). Biodiversity and climate determine the global distribution of bat-borne viral hotspots. *bioRxiv*, 588566. <https://doi.org/10.1101/588566>

- Johnson, C. K., Hitchens, P. L., Pandit, P. S., Rushmore, J., Evans, T. S., Young, C. C. W., & Doyle, M. M. (2020). Global shifts in mammalian population trends reveal key predictors of virus spillover risk. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 287(1924), 20192736. <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.2736>
- Jones, K. E., Patel, N. G., Levy, M. A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J. L., & Daszak, P. (2013). Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451(7181), 990–993. <https://doi.org/10.1038/nature06536>
- Joppa, L. N., & Pfaff, A. (2011). Global protected area impacts. *Proceedings of the Royal Society B*, 278(1712), 1633–1638. <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.1713>
- Junk, W. J., Piedade, M. T. F., Schöngart, J., Cohn-Haft, M., Adeney, J. M., & Wittmann, F. (2011). A classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands. *Wetlands*, 31(4), 623–640. <https://doi.org/10.1007/s13157-011-0190-7>
- Karesh, W. B., Cook, R. A., Bennett, E. L., & Newcomb, J. (2005). Wildlife trade and global disease emergence. *Emerging Infectious Diseases*, 11(7), 1000–1002. <https://doi.org/10.3201/eid1107.050194>
- Karesh, W. B., Dobson, A., Lloyd-Smith, J. O., Lubroth, J., Dixon, M. A., Bennett, M., Aldrich, S., Harrington, T., Formenty, P., Loh, E. H., Machalaba, C. C., Thomas, M. J., & Heymann, D. L. (2012). Ecology of zoonoses: Natural and unnatural histories. *The Lancet*, 380(9857), 1936–1945. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61678-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61678-X)
- Karanth, K. K., & DeFries, R. (2011). Nature-based tourism in Indian protected areas: New challenges for park management. *Conservation Letters*, 4(2), 137–149. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2010.00154.x>
- Keesing, F., Belden, L. K., Daszak, P., Dobson, A., Harvell, C. D., Holt, R. D., Hudson, P., Jolles, A., Jones, K. E., Mitchell, C. E., Myers, S. S., Bogich, T., & Ostfeld, R. S. (2010). Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature*, 468(7324), 647–652. <https://doi.org/10.1038/nature09575>
- Keesing, F., Holt, R. D., & Ostfeld, R. S. (2006). Effects of species diversity on disease risk. *Ecology Letters*, 9(4), 485–498. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00885.x>
- Kéry, M., & Schmid, H. (2004). Monitoring programs need to take into account imperfect species detectability. *Basic and Applied Ecology*, 5(1), 65–73. <https://doi.org/10.1078/1439-1791-00140>
- King, L. J., Anderson, L. R., Blackmore, C. G., Blackwell, M. J., Lautner, E. A., Marcus, L. C., Meyer, T. H., Monath, T. P., Nave, J. E., Ohlson, C. G., Pappaioanou, M., Sobota, J. T., Stokes, W. S., & Davis, R. M. (2008). Executive summary of the AVMA One Health Initiative Task Force report. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 233(2), 259–261. <https://doi.org/10.2460/javma.233.2.259>
- Kirkby, C. A., Giudice, R., Day, B., Turner, K., Soares-Filho, B. S., Oliveira-Rodrigues, H., & Yu, D. W. (2011). Closing the ecosystem services gap: Valuing land use changes in the Amazon's pioneering and colonist settlements. *Global Environmental Change*, 21(4), 1275–1281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.02.001>
- Kyba, C. C. M., Hölker, F., & Hänel, A. (2015). Evolution of global light emissions from 1992 to 2012 imaged by the DMSP-OLS satellites. *Light: Science & Applications*, 4(3), e250. <https://doi.org/10.1038/lsa.2015.250>
- Lambin, E. F., Gibbs, H. K., Ferreira, L., Grau, R., Mayaux, P., Meyfroidt, P., Morton, D. C., Rudel, T. K., Gasparri, I., & Munger, J. (2014). Estimating the world's potentially available cropland using a bottom-up approach. *Global Environmental Change*, 22(4), 892–901. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>

- Laurance, W. F., Lovejoy, T. E., Vasconcelos, H. L., Bruna, E. M., Didham, R. K., Stouffer, P. C., Gascon, C., Bierregaard, R. O., Laurance, S. G., & Sampaio, E. (2002). Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: A 22-year investigation. *Conservation Biology*, 16(3), 605–618. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.01025.x>
- Lecocq, T., Hicks, S. L., Nottebaum, A., van Wijk, K., Koelemeijer, P., De Plaen, R. S. M., Massin, F., Satriano, C., Caudron, C., & Ferrari, A. (2020). Global quieting of high-frequency seismic noise due to COVID-19 pandemic lockdown measures. *Science*, 369(6509), 1338–1343. <https://doi.org/10.1126/science.abd2468>
- Lerner, H., & Berg, C. (2017). A comparison of three holistic approaches to health: One Health, EcoHealth, and Planetary Health. *Frontiers in Veterinary Science*, 4, 163. <https://doi.org/10.3389/fvets.2017.00163>
- Letko, M., Marzi, A., & Munster, V. (2020). Functional assessment of cell entry and receptor usage for SARS-CoV-2 and other lineage B betacoronaviruses. *Nature Microbiology*, 5(4), 562–569. <https://doi.org/10.1038/s41564-020-0688-y>
- Li, H., Mendelsohn, E., Zong, C., Zhang, W., Hagan, E., Wang, N., Li, S., Yan, H., Huang, H., Zhu, G., Ross, N., Chmura, A., Terry, P., Fielder, M., Miller, M., Shi, Z., & Daszak, P. (2019). Human-animal interactions and bat coronavirus spillover potential among rural residents in Southern China. *Biosafety and Health*, 1(2), 84–90. <https://doi.org/10.1016/j.bsheal.2019.10.004>
- Lindsey, P., Allan, J., Brehony, P., Dickman, A., Fitzgerald, A., Flyman, M., Gandiwa, P., Glover, J., Horgan, J., LeBreton, M., Lee, W., Moussavou, G., Murphree, M., Nyambe, N., Siegel, L., Stockil, C., Stromberg, S., Wester, T., & Begg, C. (2020). Conserving Africa's wildlife and wildlands through the COVID-19 crisis and beyond. *Nature Ecology & Evolution*, 4(10), 1300–1310. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-1275-6>
- LoGiudice, K., Ostfeld, R. S., Schmidt, K. A., & Keesing, F. (2003). The ecology of infectious disease: Effects of host diversity and community composition on Lyme disease risk. *PNAS*, 100(2), 567–571. <https://doi.org/10.1073/pnas.0233733100>
- Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(4), 191–198. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0191:ELP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2)
- Lovejoy, T. E., & Nobre, C. (2018). Amazon tipping point. *Science Advances*, 4(2), eaat2340. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat2340>
- Luis, A. D., Hayman, D. T., O'Shea, T. J., Cryan, P. M., Gilbert, A. T., Pulliam, J. R., Mills, J. N., Timonin, M. E., Willis, C. K., Cunningham, A. A., Fooks, A. R., Rupprecht, C. E., Wood, J. L., & Webb, C. T. (2013). A comparison of bats and rodents as reservoirs of zoonotic viruses: Are bats special? *Proceedings of the Royal Society B*, 280(1756), 20122753. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.2753>
- MAAP. (2021). MAAP synthesis: 2020 Amazon deforestation and fire. Monitoring of the Andean Amazon Project. <https://maaproject.org/>
- Manenti, R., Mori, E., Di Canio, V., Mercurio, S., Picone, M., Caffi, M., Brambilla, M., Ficetola, G. F., & Rubolini, D. (2020). The good, the bad and the ugly of COVID-19 lockdown effects on wildlife conservation: Insights from the first European locked down country. *Biological Conservation*, 249, 108728. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108728>
- Mayor, P., Bodmer, R. E., & Lopez-Bejar, M. (2015). Reproductive productivity of peccaries and sustainability of hunting in the Peruvian Amazon. *Journal of Wildlife Management*, 79(4), 614–625. <https://doi.org/10.1002/jwmg.862>
- Menachery, V. D., Yount, B. L., Debbink, K., Agnihothram, S., Gralinski, L. E., Plante, J. A., Graham, R. L., Scobey, T., Ge, X. Y., Donaldson, E. F., Randell, A. D., Lanzavecchia, A., Marzi, A., Baric, R. S., & Shi, Z. L. (2015). A SARS-like cluster of circulating bat coronaviruses shows

potential for human emergence. *Nature Medicine*, 21(12), 1508–1513. <https://doi.org/10.1038/nm.3985>

Michalski, F., & Peres, C. A. (2005). Anthropogenic determinants of primate and carnivore local extinctions in a fragmented forest landscape of southern Amazonia. *Biological Conservation*, 124(3), 383–396. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.01.045>

Mills, J. N., & Childs, J. E. (1998). Ecologic studies of rodent reservoirs: Their relevance for human health. *Emerging Infectious Diseases*, 4(4), 529–537. <https://doi.org/10.3201/eid0404.980402>

Milner-Gulland, E. J., & Bennett, E. L. (2003). Wild meat: The bigger picture. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(7), 351–357. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00123-X](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00123-X)

Mollentze, N., & Streicker, D. G. (2020). Viral zoonotic risk is homogenous among taxonomic orders of mammalian and avian reservoir hosts. *PNAS*, 117(17), 9423–9430. <https://doi.org/10.1073/pnas.1919176117>

Morand, S., & Walther, B. A. (2020). COVID-19 and Emerging Infectious Diseases: The Society-Environment Nexus. *EcoHealth*, 17(4), 445–447. <https://doi.org/10.1007/s10393-020-01479-1>

Moreno, E. S., & Beck, S. T. (2009). Situación del tráfico de fauna silvestre en el Perú. *Revista de Investigaciones Forestales*, 1(1), 45–58.

Morris, A., Gozzi, A. C., Hill, C. M., & Kline, J. (2016). Spatiotemporal patterns of forest cover loss in the Peruvian Amazon. *Environmental Research Letters*, 11(9), 094010. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/9/094010>

Myers, S. S. (2017). Planetary health: Protecting human health on a rapidly changing planet. *The Lancet*, 390(10114), 2860–2861. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32846-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32846-5)

Myers, S. S., Gaffikin, L., Golden, C. D., Ostfeld, R. S., Redford, K. H., Ricketts, T. H., Turner, W. R., & Osofsky, S. A. (2013). Human health impacts of ecosystem alteration. *PNAS*, 110(47), 18753–18760. <https://doi.org/10.1073/pnas.1218656110>

Nasi, R., Taber, A., & Van Vliet, N. (2011). Empty forests, empty stomachs? Bushmeat and livelihoods in the Congo and Amazon Basins. *International Forestry Review*, 13(3), 355–368. <https://doi.org/10.1505/146554811798293872>

Nepstad, D., Schwartzman, S., Bamberger, B., Santilli, M., Ray, D., Schlesinger, P., Lefebvre, P., Alencar, A., Prinz, E., Fiske, G., & Rolla, A. (2006). Inhibition of Amazon deforestation and fire by parks and indigenous lands. *Conservation Biology*, 20(1), 65–73. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00351.x>

Newbold, T., Hudson, L. N., Hill, S. L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R. A., Börger, L., Bennett, D. J., Choimes, A., Collen, B., Day, J., De Palma, A., Díaz, S., Echeverría-Londoño, S., Edgar, M. J., Feldman, A., Garon, M., Harrison, M. L. K., Alhusseini, T., Ingram, D. J., Itescu, Y., Kattge, J., Kemp, V., Kirkpatrick, L., Kleyer, M., Laginha Pinto Correia, D., Martin, C. D., Meiri, S., Novosolov, M., Pan, Y., Phillips, H. R. P., Purves, D. W., Robinson, A., Simpson, J., Tuck, S. L., Weiher, E., White, H. J., Ewers, R. M., Mace, G. M., Scharlemann, J. P. W., & Purvis, A. (2015). Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*, 520(7545), 45–50. <https://doi.org/10.1038/nature14324>

Nicola, M., Alsafi, Z., Sohrabi, C., Kerwan, A., Al-Jabir, A., Iosifidis, C., Agha, M., & Agha, R. (2020). The socio-economic implications of the coronavirus pandemic (COVID-19): A review. *International Journal of Surgery*, 78, 185–193. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2020.04.018>

Olival, K. J., Hosseini, P. R., Zambrana-Torrel, C., Ross, N., Bogich, T. L., & Daszak, P. (2017). Host and viral traits predict zoonotic spillover from mammals. *Nature*, 546(7660), 646–650. <https://doi.org/10.1038/nature22975>

- Oliveira, P. J. C., Asner, G. P., Knapp, D. E., Almeyda, A., Galván-Gildemeister, R., Keene, S., Raybin, R. F., & Smith, R. C. (2011). Decadal-scale intersatellite comparison of fire and selective logging in the Brazilian Amazon. *PNAS*, 108(49), 19661–19665. <https://doi.org/10.1073/pnas.1019133108>
- Ostfeld, R. S. (2009). Biodiversity loss and the rise of zoonotic pathogens. *Clinical Microbiology and Infection*, 15(s1), 26–28. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2008.02691.x>
- Ostfeld, R. S., & Keesing, F. (2000). Biodiversity and disease risk: The case of Lyme disease. *Conservation Biology*, 14(3), 722–728. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99014.x>
- Owens, A. C. S., & Lewis, S. M. (2018). The impact of artificial light at night on nocturnal insects: A review and synthesis. *Ecology and Evolution*, 8(22), 11337–11358. <https://doi.org/10.1002/ece3.4557>
- Pacheco, P., Mo, K., Dudley, N., Shapiro, A., Aguilar-Amuchastegui, N., Ling, P. Y., Anderson, C., & Marx, A. (2021). Drivers affecting forest change in the Amazon. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4, 629673. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.629673>
- Parkes, M. W., Bienen, L., Breilh, J., Hsu, L. N., McDonald, M., Patz, J. A., Rosenthal, J. P., Sahani, M., Sleight, A., Waltner-Toews, D., & Yassi, A. (2005). All hands on deck: Transdisciplinary approaches to emerging infectious disease. *EcoHealth*, 2(4), 258–262. <https://doi.org/10.1007/s10393-005-8382-y>
- Peres, C. A., Barlow, J., & Laurance, W. F. (2006). Detecting anthropogenic disturbance in tropical forests. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(5), 227–229. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.03.007>
- Pfaff, A., Robalino, J., Lima, E., Sandoval, C., & Herrera, L. D. (2014). Governance, location and avoided deforestation from protected areas: Greater restrictions can have lower impact, due to differences in location. *World Development*, 55, 7–20. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2013.01.011>
- Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Abell, R., Brooks, T. M., Gittleman, J. L., Joppa, L. N., Raven, P. H., Roberts, C. M., & Sexton, J. O. (2014). The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science*, 344(6187), 1246752. <https://doi.org/10.1126/science.1246752>
- Plowright, R. K., Foley, P., Field, H. E., Daszak, P., Hayman, D. T., Daszak, P., Restif, O., Makison, B., & Morales, T. J. (2011). Urban habituation, ecological connectivity and epidemic dampening: The emergence of Hendra virus from flying foxes. *Proceedings of the Royal Society B*, 278(1725), 3703–3712. <https://doi.org/10.1098/rspb.2011.0522>
- Porro, R. (2002). Social exclusion and land tenure issues in the Brazilian Amazon. *International Institute for Environment and Development*.
- Porter-Bolland, L., Ellis, E. A., Guariguata, M. R., Ruiz-Mallén, I., Negrete-Yankelevich, S., & Reyes-García, V. (2012). Community managed forests and forest protected areas: An assessment of their conservation effectiveness across the tropics. *Forest Ecology and Management*, 268, 6–17. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.05.034>
- Pulliam, J. R., Epstein, J. H., Dushoff, J., Rahman, S. A., Bunning, M., Jamaluddin, A. A., Hyatt, A. D., Field, H. E., Dobson, A. P., & Daszak, P. (2012). Agricultural intensification, priming for persistence and the emergence of Nipah virus: A lethal bat-borne zoonosis. *Journal of the Royal Society Interface*, 9(66), 89–101. <https://doi.org/10.1098/rsif.2011.0223>
- Randolph, S. E., & Dobson, A. D. M. (2012). Pangloss revisited: A critique of the dilution effect and the biodiversity-buffers-disease paradigm. *Parasitology*, 139(7), 847–863. <https://doi.org/10.1017/S0031182012000200>

- Reeves, R. R., Jefferson, T. A., Kasuya, T., Smith, B. D., Wang, D., Van Waerebeek, K., Perrin, W. F., & O'dell, J. S. (2013). Dolphins, whales and porpoises: 2002-2010 conservation action plan for the world's cetaceans. IUCN.
- Ríos, A. (2016). La gestión ambiental en el Perú: Entre la norma y la práctica. *Revista de Derecho Ambiental*, 6, 123–156.
- Roe, D., & Walpole, M. (2021). Linking biodiversity conservation and poverty reduction: A review of the evidence (2nd ed.). International Institute for Environment and Development.
- Rosen, G. E., & Smith, K. F. (2010). Summarizing the evidence on the international trade in illegal wildlife. *EcoHealth*, 7(1), 24–32. <https://doi.org/10.1007/s10393-010-0317-y>
- Rudel, T. K., Schneider, L., Uriarte, M., Turner, B. L., DeFries, R., Lawrence, D., Geoghegan, J., Hecht, S., Ickowitz, A., Lambin, E. F., Birkenholtz, T., Baptista, S., & Grau, R. (2009). Agricultural intensification and changes in cultivated areas, 1970-2005. *PNAS*, 106(49), 20675–20680. <https://doi.org/10.1073/pnas.0812540106>
- Rulli, M. C., Santini, M., Hayman, D. T. S., & D'Odorico, P. (2017). The nexus between forest fragmentation in Africa and Ebola virus disease outbreaks. *Scientific Reports*, 7, 41613. <https://doi.org/10.1038/srep41613>
- Rutz, C., Loretto, M. C., Bates, A. E., Davidson, S. C., Duarte, C. M., Jetz, W., Johnson, M., Kato, A., Kays, R., Mueller, T., Primack, R. B., Ropert-Coudert, Y., Tucker, M. A., Wikelski, M., & Cagnacci, F. (2020). COVID-19 lockdown allows researchers to quantify the effects of human activity on wildlife. *Nature Ecology & Evolution*, 4(9), 1156–1159. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-1237-z>
- Sánchez, R. F., Tyukavina, A., Potapov, P. V., Perz, S., & Defries, R. (2020). Detecting forest degradation in Peruvian Amazon with deep learning and multispectral satellite imagery. *Remote Sensing of Environment*, 247, 111874. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111874>
- Salkeld, D. J., Padgett, K. A., & Jones, J. H. (2013). A meta-analysis suggesting that the relationship between biodiversity and risk of zoonotic pathogen transmission is idiosyncratic. *Ecology Letters*, 16(5), 679–686. <https://doi.org/10.1111/ele.12079>
- Sanders, D., Frago, E., Kehoe, R., Patterson, C., & Gaston, K. J. (2021). A meta-analysis of biological impacts of artificial light at night. *Nature Ecology & Evolution*, 5(1), 74–81. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-01322-x>
- SERNANP. (2020). Informe de gestión 2020: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. Ministerio del Ambiente, Perú.
- Shanee, S., Mendoza, A., & Shanee, N. (2017). Preliminary assessment and conservation status of the primate fauna of the Alto Mayo Valley, Amazonas, Peru. *Primate Conservation*, 31, 103–113.
- Shannon, G., McKenna, M. F., Angeloni, L. M., Crooks, K. R., Fristrup, K. M., Brown, E., Warner, T. K., Nelson, M. D., White, C., Briggs, J., McFarland, S., & Wittemyer, G. (2016). A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife. *Proceedings of the Royal Society B*, 283(1833), 20160659. <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.0659>
- Smith, K. M., Anthony, S. J., Switzer, W. M., Epstein, J. H., Seimon, T., Jia, H., Sanchez, M. D., Huynh, T. T., Galland, G. G., Shapiro, S. E., Sleeman, J. M., McAloose, D., Stuchin, M., Amato, G., Kolokotronis, S. O., Lipkin, W. I., Karesh, W. B., Daszak, P., & Marano, N. (2012). Zoonotic viruses associated with illegally imported wildlife products. *PLOS ONE*, 7(1), e29505. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029505>
- Smith, K. M., Schloegel, L. M., Rosen, G. E., & Daszak, P. (2009). Wildlife trade and the spread of disease. *EcoHealth*, 6(4), 496–497. <https://doi.org/10.1007/s10393-009-0271-y>

- Soares-Filho, B., Moutinho, P., Nepstad, D., Anderson, A., Rodrigues, H., Garcia, R., Dietzsch, L., Merry, F., Bowman, M., Hissa, L., Silvestrini, R., & Maretti, C. (2010). Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. *PNAS*, 107(24), 10821–10826. <https://doi.org/10.1073/pnas.0913048107>
- Spenceley, A., Snyman, S., & Rylance, A. (2021). COVID-19 and protected area tourism: A rapid assessment of impacts and resilience in Africa. *PARKS*, 27(1), 123–138. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2021.PARKS-27-1AS.en>
- Strassburg, B. B. N., Brancalion, P. H. S., Broadbent, E. N., Crouzeilles, R., Freitas, V. M., & Lindenmayer, D. B. (2017). Moment of truth for the Cerrado hotspot. *Nature Ecology & Evolution*, 1(4), 0099. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0099>
- Suárez, E., Morales, V., Cueva, R., Utreras Bucheli, V., Zapata-Ríos, G., Toral, E., Torres, J., Vargas Olalla, J., & Kohn, S. (2009). Oil industry, wild meat trade and roads: Indirect effects of oil extraction activities in a protected area in north-eastern Ecuador. *Animal Conservation*, 12(4), 364–373. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2009.00265.x>
- 't Sas-Rolfes, M., Challender, D. W. S., Hinsley, A., Veríssimo, D., & Milner-Gulland, E. J. (2019). Illegal wildlife trade: Scale, processes, and governance. *Annual Review of Environment and Resources*, 44, 201–228. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-101718-033253>
- Taylor, L. H., Latham, S. M., & Woolhouse, M. E. (2001). Risk factors for human disease emergence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 356(1411), 983–989. <https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0888>
- Thomas, H. (2020). *The political economy of the wildlife trade*. Routledge.
- Toledo, V. M., Ortiz, M. A., Cortina, L., Pérez, C., & Moguel, P. (2021). COVID-19 and the collapse of the oil economy in the Amazon basin. *Ambio*, 50(4), 788–794. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01442-5>
- Tucker, M. A., Böhning-Gaese, K., Fagan, W. F., Fryxell, J. M., Van Moorter, B., Alberts, S. C., Ali, A. H., Allen, A. M., Attias, N., Avgar, T., Bartlam-Brooks, H., Bayarbaatar, B., Belant, J. L., Berens, D., Beyer, D. E., Bidner, L., Blaum, N., Blount, J. D., Börger, L., Bunnefeld, N., Cagnacci, F., Calabrese, J. M., Camilo-Alves, C., Chamaillé-Jammes, S., Chiaradia, A., Davidson, S. C., Dennis, T., DeStefano, S., Diefenbach, D., Douglas-Hamilton, I., Fennessy, J., Fichtel, C., Fiedler, W., Fischer, C., Fischhoff, I., Fleming, C. H., Ford, A. T., Fritz, S. A., Gehr, B., Goheen, J. R., Gurarie, E., Hebblewhite, M., Heurich, M., Hewison, A. J. M., Hof, C., Hurme, E., Isbell, L. A., Janssen, R., Jeltsch, F., Kaczensky, P., Kane, A., Kappeler, P. M., Kauffman, M., Kays, R., Kimuyu, D., Koch, F., Kranstauber, B., LaPoint, S., Leimgruber, P., Linnell, J. D. C., López-López, P., Markham, A. C., Mattisson, J., Medici, E. P., Mellone, U., Merrill, E., de Miranda Mourão, G., Morato, R. G., Morellet, N., Morrison, T. A., Díaz-Muñoz, S. L., Mysterud, A., Nandintsetseg, D., Nathan, R., Niamir, A., Odden, J., O'Hara, R. B., Oliveira-Santos, L. G. R., Olson, K. A., Patterson, B. D., de Paula, R. C., Pedrotti, L., Reineking, B., Rimmer, M., Rogers, T. L., Rolandsen, C. M., Rosenberry, C. S., Rubenstein, D. I., Safi, K., Saïd, S., Sapir, N., Sawyer, H., Schmidt, N. M., Selva, N., Sergiel, A., Shiilegdamba, E., Silva, J. P., Singh, N., Solberg, E. J., Spiegel, O., Strand, O., Sundaresan, S., Ullmann, W., Voigt, U., Wall, J., Wattles, D., Wikelski, M., Wilmers, C. C., Wilson, J. W., Wittemyer, G., Zięba, F., Zwijacz-Kozica, T., & Mueller, T. (2021). Behavioral responses of terrestrial mammals to COVID-19 lockdowns. *Science*, 375(6583), 1059–1064. <https://doi.org/10.1126/science.abl6753>
- Van Vliet, N., & Nasi, R. (2008). Hunting for livelihood in northeast Gabon: Patterns, evolution, and sustainability. *Ecology and Society*, 13(2), 33. <https://doi.org/10.5751/ES-02716-130233>
- Van Vliet, N., Fa, J. E., & Nasi, R. (2015). Managing hunting under uncertainty: From one-off ecological indicators to resilience approaches. *Ecology and Society*, 20(3), 49. <https://doi.org/10.5751/ES-07824-200349>

- Van Vliet, N., Nebesse, C., & Nasi, R. (2014). Bushmeat consumption among rural and urban children from Province Orientale, Democratic Republic of Congo. *Oryx*, 49(1), 165–174. <https://doi.org/10.1017/S0030605313000419>
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2), 5. <https://doi.org/10.5751/ES-00650-090205>
- Webb, J. C., Mergler, D., Parkes, M. W., Saint-Charles, J., Spiegel, J., Waltner-Toews, D., Yassi, A., & Woollard, R. F. (2010). Tools for thoughtful action: The role of ecosystem approaches to health in enhancing public health. *Canadian Journal of Public Health*, 101(6), 439–441. <https://doi.org/10.1007/BF03404832>
- Weinhold, D., Killick, E., & Reis, E. J. (2013). Deforestation, development and government policy in the Brazilian Amazon: A quantitative assessment. *Journal of Latin American Studies*, 45(1), 1–23. <https://doi.org/10.1017/S0022216X12001137>
- Whitmee, S., Haines, A., Beyrer, C., Boltz, F., Capon, A. G., de Souza Dias, B. F., Ezeh, A., Frumkin, H., Gong, P., Head, P., Horton, R., Mace, G. M., Marten, R., Myers, S. S., Nishtar, S., Osofsky, S. A., Pattanayak, S. K., Pongsiri, M. J., Romanelli, C., Soucat, A., Vega, J., & Yach, D. (2015). Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: Report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health. *The Lancet*, 386(10007), 1973–2028. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60901-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60901-1)
- Wilcox, B. A., & Ellis, B. (2006). Forests and emerging infectious diseases of humans. *Unasylva*, 57(2), 11–18.
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L. J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J. A., De Vries, W., Majele Sibanda, L., Afshin, A., Chaudhary, A., Herrero, M., Agustina, R., Branca, F., Lartey, A., Fan, S., Crona, B., Fox, E., Bignet, V., Troell, M., Lindahl, T., Singh, S., Cornell, S. E., Srinath Reddy, K., Narain, S., Nishtar, S., & Murray, C. J. L. (2019). Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447–492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- Wolfe, N. D., Dunavan, C. P., & Diamond, J. (2007). Origins of major human infectious diseases. *Nature*, 447(7142), 279–283. <https://doi.org/10.1038/nature05775>
- Wolfe, N. D., Switzer, W. M., Carr, J. K., Bhullar, V. B., Shanmugam, V., Tamoufe, U., Prosser, A. T., Torimiro, J. N., Wright, A., Mpoudi-Ngole, E., McCutchan, F. E., Bix, D. L., Folks, T. M., Burke, D. S., & Heneine, W. (2005). Naturally acquired simian retrovirus infections in central African hunters. *The Lancet*, 363(9413), 932–937. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(04\)15787-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(04)15787-5)
- Wood, C. L., Lafferty, K. D., DeLeo, G., Young, H. S., Hudson, P. J., & Kuris, A. M. (2014). Does biodiversity protect humans against infectious disease? *Ecology*, 95(4), 817–832. <https://doi.org/10.1890/13-0401.1>
- Wunder, S. (2000). Ecotourism and economic incentives: An empirical approach. Center for International Forestry Research.
- Wunder, S. (2007). The efficiency of payments for environmental services in tropical conservation. *Conservation Biology*, 21(1), 48–58. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00559.x>
- Wunder, S., Börner, J., Ezzine-de-Blas, D., Feder, S., & Pagiola, S. (2018). Payments for environmental services: Past performance and pending potentials. *Annual Review of Resource Economics*, 10, 1–18. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100517-023144>
- Yactayo, S., Ramirez, R., & Bravo, J. (2016). Yellow fever in the Americas: The burden of disease. *The Lancet*, 387(10032), 1722–1723. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30069-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30069-9)

Zinsstag, J., Schelling, E., Crump, L., Craig, P., Tanner, M., & Ouldé, M. J. (2012). One Health: The theory and practice of integrated health approaches. CABI.

Zinsstag, J., Schelling, E., Waltner-Toews, D., & Tanner, M. (2011). From "one medicine" to "one health" and systemic approaches to health and well-being. *Preventive Veterinary Medicine*, 101(3–4), 148–156. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.07.003>