

## **Capítulo 21**

Impactos de la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos sobre el bienestar y la salud de los seres humanos



Queimadas em Rio Branco, no Acre, 2020 (Foto: Sérgio Vale/Amazônia Real)



Science Panel for the Amazon



SUSTAINABLE DEVELOPMENT  
SOLUTIONS NETWORK  
A GLOBAL INITIATIVE FOR THE UNITED NATIONS

## Sobre el Panel Científico por la Amazonía (PCA)

El Panel Científico por la Amazonía es una iniciativa sin precedentes convocada bajo los auspicios de la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible (SDSN) de las Naciones Unidas. El SPA está compuesto por más de 200 científicos e investigadores destacados de los ocho países amazónicos, la Guayana Francesa y socios globales. Estos expertos se reunieron para debatir, analizar y ensamblar el conocimiento acumulado de la comunidad científica, los pueblos Indígenas y otros actores que viven y trabajan en la Amazonía.

El Panel está inspirado en el Pacto de Leticia por la Amazonía. Este es el primer informe de su tipo que proporciona una evaluación científica exhaustiva, objetiva, abierta, transparente, sistemática y rigurosa del estado de los ecosistemas de la Amazonía, las tendencias actuales y sus implicaciones para el bienestar a largo plazo de la región, así como oportunidades y opciones relevantes de políticas para la conservación y el desarrollo sostenible.

Informe de evaluación de Amazonía 2021, Derechos de autor ©2022, Panel Científico por la Amazonía. Traducido del inglés al español por iTranslate, con el generoso apoyo del Banco Mundial. Este informe se publica bajo una licencia Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0). ISBN: 978-1-7348080-4

### Cita sugerida

Armenteras D, Berenguer E, Andreazzy C, Dávalos LM, Duponchelle F, Hacon S, Lescano AG, Macedo M, Nascimento N. 2021. Capítulo 21: Impactos de la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos sobre el bienestar y la salud de los seres humanos. En: C. Nobre C, Encalada A, Anderson E, Roca Alcazar FH, Bustamante M, Mena C, Peña-Claros M, Poveda G, Rodríguez JP, Saleska S, Trumbore S, Val AL, Villa Nova L, Abramovay R, Alencar A, Rodríguez Alza C, Armenteras D, Artaxo P, Athayde S, Barretto Filho HT, Barlow J, Berenguer E, Bortolotto F, Costa FA, Costa MH, Cuvi N, Fearnside PM, Ferreira J, Flores BM, Frieri S, Gatti LV, Guayasamin JM, Hecht S, Hirota M, Hoorn C, Josse C, Lapola DM, Larrea C, Larrea-Alcazar DM, Lehm Ardaya Z, Malhi Y, Marengo JA, Melack J, Moraes R M, Moutinho P, Murmis MR, Neves EG, Paez B, Painter L, Ramos A, Rosero-Peña MC, Schmink M, Sist P, ter Steege H, Val P, van der Voort H, Varese M, Zapata-Ríos G (Eds). Informe de evaluación de Amazonía 2021. Traducido del inglés al español por iTranslate. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA. Disponible de <https://www.laamazonia.quequeremos.org/pca-publicaciones>. DOI: 10.55161/EWEQ3828

## **INDEX**

<b>RESUMEN GRÁFICO .....</b>	<b>2</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>3</b>
<b>21.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>21.2 IMPACTOS DE LA DEFORESTACIÓN SOBRE LA DIVERSIDAD Y LA PROPAGACIÓN DE ENFERMEDADES .....</b>	<b>5</b>
21.2.1 MALARIA .....	5
21.2.2 CHAGAS.....	6
21.2.3 LEISHMANIASIS CUTÁNEA AMERICANA.....	6
21.2.4 APARICIÓN DE NUEVAS ENFERMEDADES .....	8
<b>21.3 IMPACTOS DE LA CONTAMINACIÓN POR MERCURIO DE LA MINERÍA EN LA SALUD HUMANA .</b>	<b>9</b>
<b>21.4 IMPACTOS DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN LA CALIDAD DEL AIRE Y LA SALUD HUMANA .....</b>	<b>11</b>
<b>21.5 INTERACCIONES ENTRE IMPACTOS .....</b>	<b>12</b>
<b>21.7 CONCLUSIONES .....</b>	<b>14</b>
<b>21.8 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>19</b>
<b>21.9 REFERENCIAS .....</b>	<b>19</b>

Resumen gráfico

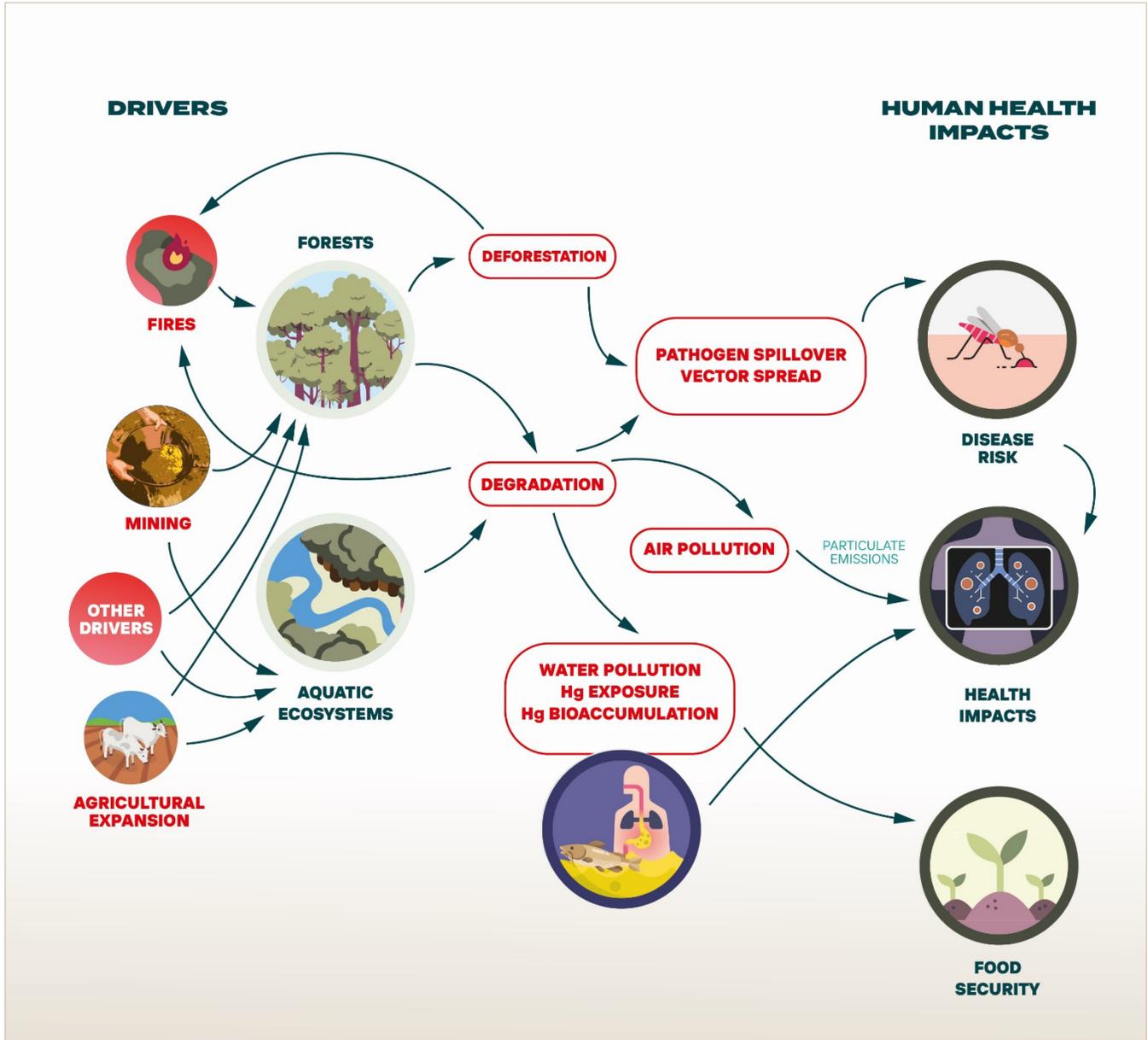


Figura 21.A Resumen gráfico

# Impactos de la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos sobre el bienestar y la salud de los seres humanos

*Dolors Armenteras<sup>a\*</sup>, Erika Berenguer<sup>bc\*</sup>, Cecilia S. Andreazzi<sup>d</sup>, Liliana M. Dávalos<sup>e</sup>, Fabrice Duponchelle<sup>f</sup>, Sandra Hacon<sup>d</sup>, Andres G. Lescano<sup>g</sup>, Marcia N. Macedo<sup>h</sup>, Nathália Nascimento<sup>i</sup>*

## Mensajes clave

- Existe evidencia sustancial de que la degradación ambiental puede tener impactos agudos y crónicos sobre la salud humana.
- Los brotes y el aumento de la incidencia de diferentes enfermedades infecciosas emergentes, reemergentes y endémicas en la Amazonía están asociados con cambios ambientales. Estos son impulsados por una variedad de factores, como el rápido crecimiento de la población humana, la urbanización y/o las actividades de desarrollo económico.
- La deforestación y la degradación asociada de los ecosistemas forestales y acuáticos pueden facilitar la propagación de enfermedades infecciosas y aumentar la probabilidad de aparición de nuevas enfermedades zoonóticas.
- Los impactos sobre la salud a corto y largo plazo de la contaminación del aire por los incendios y la contaminación por mercurio derivados de la deforestación, las represas y las actividades mineras también están bien descritos.
- Aunque no conocemos en detalle todos los mecanismos de cómo funcionan los impactos sinérgicos, la evidencia hasta la fecha sugiere una necesidad urgente de acción en toda la Amazonía para evitar la disminución severa y persistente en salud y el bienestar humanos debido a la degradación ambiental.

## Resumen

Los ecosistemas terrestres y acuáticos son la base de los servicios de los ecosistemas y desempeñan un papel crucial en los medios de subsistencia, el bienestar humano y la salud de las personas. Algunos de los problemas de salud actuales más relevantes y con grandes desafíos en la Amazonía están asociados a la deforestación y degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos. Estos incluyen el riesgo de contraer enfermedades infecciosas y distintos problemas respiratorios y cardiovasculares derivados de la degradación ambiental. Las enfermedades infecciosas emergentes, reemergentes y endémicas en la Amazonía se han asociado con cambios ambientales impulsados por el rápido crecimiento de la población humana y/o la transición socioeconómica. Sin embargo, la relación entre la conversión y fragmentación de los bosques y la incidencia de enfermedades infecciosas es compleja, depende de la escala y está fuertemente modulada por retroalimentaciones socioecológicas. La Amazonía es también una región con una

---

<sup>a</sup> Ecología del Paisaje y Modelación de Ecosistemas ECOLMOD, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Colombia, [armenterasp@unal.edu.co](mailto:armenterasp@unal.edu.co)

<sup>b</sup> Environmental Change Institute, School of Geography and the Environment, University of Oxford, OX1 3QY, Oxford, UK. [erika.berenguer@ouce.ox.ac.uk](mailto:erika.berenguer@ouce.ox.ac.uk)

<sup>c</sup> Lancaster Environment Centre, Lancaster University, LA1 4YQ, Lancaster, UK

<sup>d</sup> Instituto Oswaldo Cruz (IOC), FIOCRUZ, Av. Brasil, 4365, Mangueiras, Rio de Janeiro RJ, 21040-900, Brazil

<sup>e</sup> State University of New York at Stony Brook, 100 Nicolls Rd, Stony Brook NY 11794, United States.

<sup>f</sup> Institut de Recherche pour le Développement (IRD), MARBEC (Univ Montpellier, CNRS, IFREMER, IRD), Montpellier, France.

<sup>g</sup> Universidad Peruana Cayetano Heredia, Latin American Center of Excellence for Climate Change and Health, San Martín de Porres, Peru.

<sup>h</sup> Woodwell Climate Research Center, Falmouth, USA / Amazon Environmental Research Center (IPAM), Brasilia, Brazil

<sup>i</sup> Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Instituto de Estudos Climáticos, Vitória, Espírito Santo, Brazil

## Capítulo 21: Impactos de la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos sobre el bienestar y la salud de los seres humanos

diversidad excepcionalmente alta (aunque poco conocida) de virus y huéspedes virales, lo que exacerba los riesgos de posibles efectos secundarios zoonóticos. Otra importante preocupación ambiental y de salud pública en la cuenca Amazónica es la contaminación por mercurio resultante de la extracción de oro, las represas hidroeléctricas y la deforestación. Las comunidades de la cuenca Amazónica no solo están expuestas a altas concentraciones de Hg en riesgo de contaminación toxicológica, sino que también se observan efectos ambientales en la pesca y la vida silvestre en toda la Amazonía. Como resultado, las comunidades con altos niveles de consumo de pescado presentan algunos de los niveles de Hg más altos registrados en el mundo. El impacto de los incendios también es una gran preocupación, ya que emiten grandes cantidades de material particulado y otros contaminantes que degradan la calidad del aire y afectan la salud humana, especialmente entre los grupos vulnerables de la Amazonía. Aquí demostramos que la degradación ambiental es también un problema socioeconómico, que afecta la salud de millones de amazónicos y compromete la calidad de vida y la salud humana de las generaciones futuras.

*Palabras clave: bienestar humano, salud humana, degradación ambiental, contaminación, enfermedad tropical.*

### 21.1 Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud es “un estado de completo bienestar físico, mental y social”, que va más allá de la ausencia de enfermedad o padecimiento (Organización Mundial de la Salud 1947). Disfrutar de un medio ambiente limpio y sostenible es fundamental para la salud y el bienestar humanos (Agencia Europea de Medio Ambiente 2020) y preservar regiones cruciales, como la cuenca Amazónica, es fundamental para lograr este objetivo. Sin embargo, cuantificar los riesgos e impactos de la degradación ambiental para la salud humana plantea varios desafíos metodológicos, particularmente cuando se consideran temas complejos, como la salud mental o el bienestar social. Por ejemplo, la pérdida de la cultura, el idioma y las tradiciones de las poblaciones indígenas y las comunidades tradicionales sin duda tiene un profundo impacto a largo plazo en el bienestar de las poblaciones ya de por sí vulnerables (Athayde y Silva-Lugo 2018; Damiani 2020), pero estos impactos son difíciles de medir. Por otro lado, existe un cuerpo sustancial de literatura que aborda específicamente los impactos de la deforestación y la degradación ambiental en la salud física (Ellwanger 2020; White y Razgour 2020), que será el tema central de este capítulo. Aquí, abordamos los problemas de salud física en la Amazonía derivados de la deforestación y la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos, centrándonos

en los riesgos de contraer enfermedades infecciosas, los problemas respiratorios causados por los incendios y la contaminación por mercurio debido a la contaminación de las actividades ilegales y legales de extracción de oro.

Existen múltiples impulsores de la deforestación y la degradación ambiental general en la Amazonía, incluyendo la expansión agrícola, la tala, los incendios, la minería, la expansión urbana y las represas hidroeléctricas, entre otros (Kalamandeen 2018; Piotrowski 2019). El tipo y el nivel de degradación asociados con cada actividad pueden tener impactos específicos en la transmisión de enfermedades infecciosas, en particular enfermedades zoonóticas y/o transmitidas por vectores (Ellwanger 2020). También pueden contribuir a otros problemas de salud, como síndromes respiratorios, enfermedades transmitidas por el agua y desnutrición (inseguridad alimentaria). Los procesos relacionados con estas actividades pueden tener impactos adicionales, en el bienestar, muchos de los cuales están más allá del alcance de este capítulo. Por ejemplo, la tala y la minería ilegales pueden conducir al trabajo forzoso y el comercio de personas, el consumo de drogas y un aumento del VIH y las enfermedades de transmisión sexual (Wagner y Hoang 2020). El aumento de la densidad de población en los entornos urbanos facilita la transmisión de infecciones respiratorias, como se ha visto con la COVID-19 (Rader 2020), que puede agravarse aún más por la mala calidad del aire y la exposición al humo

de la quema de biomasa. La urbanización descontrolada y la falta de saneamiento y planificación urbana también pueden aumentar la incidencia de arbovirus y enfermedades diarreicas en las ciudades amazónicas en expansión (Viana 2016; Lowe 2020). Finalmente, la degradación ambiental y la urbanización pueden conducir a la inseguridad alimentaria al socavar la diversidad y sostenibilidad de las dietas locales (Sundstrom 2014).

### 21.2 Impactos de la deforestación sobre la diversidad y la propagación de enfermedades

Los cambios ambientales en la Amazonía, en particular los cambios en el clima, microclimas y el uso de la tierra, se han relacionado repetidamente con el aumento del riesgo (y la incidencia) de enfermedades infecciosas emergentes y reemergentes. Las enfermedades emergentes son aquellas que se han descubierto recientemente, mientras que las enfermedades reemergentes son aquellas que en el pasado estaban controladas pero que han vuelto a surgir como un problema. Se espera que la incidencia de enfermedades infecciosas emergentes y reemergentes en la Amazonía aumente con el aumento de la deforestación y el cambio climático antropogénico, pero existen factores y diferencias importantes según la dinámica de cada agente infeccioso. Por ejemplo, las enfermedades transmitidas por vectores como la malaria han recibido mucha atención debido a su incidencia, eventos de resurgimiento e importantes determinantes socio ecológicos de transmisión y control. En contraste, el potencial de enfermedades zoonóticas emergentes, particularmente de origen viral, ha recibido mucha menos atención (Cuadro 1). La vigilancia de los virus de la vida silvestre ha revelado que la Amazonía es un punto crítico de diversidad de coronavirus (Anthony 2017), por ejemplo, con riesgos esencialmente desconocidos de contagio a las poblaciones humanas. La rabia es quizás la enfermedad zoonótica viral mejor documentada en la región (Gilbert 2012). Finalmente, mientras que el riesgo de adquisición zoonótica de enfermedades infecciosas como la fiebre amarilla está bien documentado, se sabe menos sobre el riesgo de que el cambio ambiental genere efectos secundarios de

humanos a vida silvestre, estableciendo reservorios de vida silvestre para otros arbovirus (p. ej., los agentes causales de dengue, Chikunguña y zika) (Valentine 2019), o incluso del SARS-CoV-2 (Botto 2020). Aquí, resumimos la literatura sobre la asociación entre el cambio ambiental y los riesgos de enfermedades infecciosas emergentes y reemergentes en la Amazonía.

#### 21.2.1 Malaria

Décadas de trabajo sobre la deforestación y la malaria en la Amazonía han arrojado evidencia de relaciones no lineales y dependientes de la escala con la incidencia de la enfermedad (Laporta 2019) e importantes retroalimentaciones de la incidencia de la enfermedad a la deforestación (MacDonald y Mordecai 2019). Los análisis de la densidad de *Anopheles darlingi*, el principal vector de la malaria en América del Sur, muestran una relación positiva con la deforestación reciente (Vittor 2006, 2009; Burkett-Cadena y Vittor 2018), lo que sugiere que la tala de bosques podría aumentar el riesgo de malaria cerca de los bordes de los bosques. Sin embargo, en regiones con asentamientos humanos consolidados, la incidencia de la malaria está positivamente correlacionada con la cubierta forestal (Valle y Clark 2013; Valle y Tucker Lima 2014). Esta aparente falta de linealidad puede explicarse en parte por la ecología de *A. darlingi*, que favorece los bordes de los bosques, lo que se traduce en un mayor riesgo de malaria en ambas áreas recientemente deforestadas (Barros y Honório 2015; Terrazas *et al.* 2015) y parches de bosque en áreas urbanas. La transmisión de la malaria se ha asociado con varios factores: (1) minería legal e ilegal con alta exposición humana a picaduras de mosquitos, movimiento humano y grandes cambios ambientales (Ferreira y Castro 2016); (2) la expansión de las fronteras agrícolas, lo que lleva a la deforestación, cambios en el uso de la tierra y la invasión humana en áreas boscosas (Chaves *et al.* 2018), (3) discontinuidad de los programas de control de la malaria en áreas remotas de difícil acceso (Terrazas *et al.* 2015); y (4) factores ecológicos, que pueden aumentar drásticamente la abundancia de vectores,

como las piscifactorías en áreas rurales, periurbanas y urbanas (dos Reis *et al.* 2015).

Los factores socioeconómicos, incluyendo las horas de actividad humana y los patrones de migración, también pueden desempeñar un papel importante en la modulación del riesgo y los resultados de la enfermedad. Por ejemplo, las actividades crepusculares antes del amanecer o al atardecer se asociaron con un mayor riesgo de malaria en la Amazonía peruana (Andersen 2000), lo que destaca las fuertes interacciones entre la ecología del vector y las actividades humanas. Asimismo, a una escala espacial diferente, la presencia tanto de la extracción de oro como de mayores ingresos rurales se vincularon con una mayor incidencia de malaria en Brasil (Valle y Tucker Lima 2014), lo que demuestra cómo el cambio ambiental rápido junto con el desarrollo económico puede aumentar la exposición a vectores de enfermedades infecciosas. Finalmente, a escala de la Amazonía brasileña en su conjunto, un trabajo reciente sugiere una relación bidireccional compleja entre el riesgo de malaria y la deforestación. Aunque la deforestación aumentó significativamente la transmisión de la malaria (un aumento del 10% en la deforestación provocó un aumento del 3,3% en la incidencia de la malaria), una alta carga de malaria redujo simultáneamente la tala de bosques (un aumento del 1% en la incidencia de la malaria provocó una disminución del 1,4% en la deforestación). Este último presumiblemente estuvo asociado con cambios en el comportamiento humano, la actividad económica, la migración y el asentamiento, y la fuerza de la interacción se atenuó a medida que se intensificó el uso de la tierra (MacDonald y Mordecai 2019). Estas retroalimentaciones socio-ecológicas complejas aún no son bien conocidas, pero subrayan la íntima relación entre el cambio ambiental y la salud humana.

### 21.2.2 Chagas

Aunque menos estudiados que los anofelinos que transmiten la malaria, los vectores de la enfermedad de Chagas (es decir, los insectos triatomíneos *Rhodnius* y *Triatoma*) también responden a los

cambios ambientales. En la interfaz entre los asentamientos humanos y los hábitats forestales. Los vectores de Chagas parecen haberse adaptado rápidamente a los asentamientos improvisados, lo que lleva a una correlación positiva entre la fragmentación del bosque y la incidencia de enfermedades (Brito 2017). Los ambientes urbanizados, sin embargo, no están completamente exentos de transmisión a pesar de la falta de cobertura forestal. Esto se debe a que el Chagas puede adquirirse por vía oral a través de la ingestión de jugos de frutas contaminados, como el açaí y el bacaba. Todavía no está claro si estos jugos se contaminan debido a la presencia de heces de insectos o porque los insectos infectados se mezclan con la fruta durante la preparación de los alimentos (Valente 2009; Beltrão 2009; Sousa Júnior 2017). Por lo tanto, los nuevos asentamientos forestales experimentan ciclos selváticos de Chagas, pero los asentamientos más urbanizados, que se esperaría que tuvieran una menor abundancia de vectores debido a las temperaturas más altas y la baja cobertura forestal (Brito 2017), experimentan brotes de un mecanismo epidemiológico diferente (Ellwanger 2020).

### 21.2.3 Leishmaniasis cutánea americana

Las interacciones socio-ecológicas también son evidentes para la leishmaniasis, otra enfermedad transmitida por vectores importante y desatendida en la Amazonía. Al igual que la malaria, los factores ambientales como la deforestación pueden correlacionarse positivamente con la incidencia de la leishmaniasis cutánea (Olalla 2015; Gonçalves-Oliveira 2019), pero al menos un estudio ha encontrado una incidencia decreciente en función de la pérdida de bosques (Rodrigues *et al.* 2019). Los factores socioeconómicos y una fuerte dependencia de las trayectorias del paisaje a más largo plazo podrían explicar estos resultados contradictorios. Por ejemplo, en los municipios amazónicos, la leishmaniasis cutánea disminuye con la efectividad del sistema de salud (Rodrigues *et al.* 2019). La introducción de animales domésticos en áreas recientemente colonizadas también puede contribuir a la aclimatación de los vectores a los

### **Cuadro 21.1 Virus olvidados en la Amazonía**

*Cecilia S. Andreazzi*

Los brotes de enfermedades febriles y fiebres hemorrágicas han fomentado la investigación en virología en la región amazónica y han brindado oportunidades para encontrar nuevos virus en humanos y animales. La investigación de los virus transmitidos por artrópodos (arbovirus) en la región amazónica comenzó a principios del siglo XX, liderada por el programa de investigación de la Fundación Rockefeller para comprender y controlar la fiebre amarilla (Downs 1982). Durante las últimas siete décadas, los estudios realizados en la Amazonía brasileña ya aislaron y caracterizaron alrededor de 220 especies diferentes de arbovirus, lo que es notable considerando que hay alrededor de 500 especies registradas en el Catálogo Internacional de Arbovirus (Medeiros *et al.* 2019). También se han identificado varias evidencias de orthohantavirus y mammarenavirus en la región amazónica (Gimaque *et al.* 2012; Fernandes *et al.* 2020; Delgado *et al.* 2008; Terças-Trettel *et al.* 2019; Medeiros *et al.* 2010; Oliveira *et al.* 2014). Este gran número de virus puede explicarse por la gran biodiversidad tanto de artrópodos vectores como de huéspedes vertebrados, así como por la gran variedad de condiciones ecológicas que mantienen y promueven la biodiversidad de virus (Rosa 2016; Medeiros *et al.* 2019). A pesar de los esfuerzos entusiastas de los científicos latinoamericanos (Rosa 2016), estos virus son subdiagnosticados y desatendidos por los sistemas de salud, a pesar de ser las infecciones más comunes entre las personas más pobres del mundo (Hotez *et al.* 2008). Aquí describimos algunos de estos virus que se encuentran en la Amazonía con más detalle y evaluamos la posibilidad de aparición de enfermedades en la región.

Los arbovirus son generalmente transmitidos por vectores artrópodos a sus huéspedes vertebrados y circulan entre los animales salvajes, sirviendo como reservorios en el ciclo de vida selvático. Los artrópodos hematófagos más frecuentes que pueden servir como vectores de arbovirus incluyen mosquitos, garrapatas, flebótomos, jejenes y posiblemente ácaros (Medeiros *et al.* 2019). A través de la transmisión indirecta de los ciclos de amplificación enzoótica, los humanos pueden infectarse como huéspedes incidentales y sin salida (Vasconcelos *et al.* 1991). Por el contrario, algunos arbovirus experimentan un ciclo urbano que involucra a humanos como huéspedes amplificadores y han causado varias epidemias en áreas urbanas (Medeiros *et al.* 2019). La mayoría de los arbovirus que causan enfermedades en humanos/animales pertenecen a las familias de virus *Togaviridae*, *Flaviviridae*, *Reoviridae* y *Rhabdoviridae* y al orden *Bunyavirales* (Figueiredo 2007; Kuhn *et al.* 2020). Las infecciones en humanos y animales pueden variar desde subclínicas o leves hasta encefálicas o hemorrágicas, con una proporción significativa de muertes. Treinta seis arbovirus han sido asociados con enfermedades humanas en la región amazónica; siete de ellos son importantes en salud pública y están involucrados en epidemias. Son los virus del dengue, Chikunguña, Zika, Mayaro, Oropouche, Rocío y fiebre amarilla (Rosa 2016). Otros arbovirus importantes son los asociados a la encefalitis, que en la Amazonía están representados por los virus de la encefalitis equina (oriental, occidental y venezolana) y el virus de la encefalitis de San Luis. Además de estos, se han aislado varios otros arbovirus de casos de enfermedad febril aguda, incluyendo muchas especies del género *orthobunyavirus* (Ellwanger *et al.* 2020; Vasconcelos *et al.* 2001).

Las fiebres hemorrágicas virales son enfermedades altamente letales que producen trastornos hemorrágicos y síndromes de pérdida de líquidos, con o sin daño capilar, que afectan el hígado, los riñones y el sistema nervioso central (Bausch y Ksiazek 2002). La transmisión viral a los humanos ocurre a través de la picadura de un artrópodo infectado (que incluye algunos arbovirus) o la inhalación de partículas de los excrementos de roedores infectados (Figueiredo 2006). Más de 25 virus diferentes de seis familias están relacionados con las fiebres hemorrágicas en todo el mundo. En la región amazónica, las fiebres hemorrágicas *Flaviviridae* (dengue hemorrágico/síndrome de choque por dengue y fiebre amarilla), *Arenaviridae* (fiebres hemorrágicas por arenavirus) y *Hantaviridae* (síndrome pulmonar por hantavirus) merecen una atención especial (Figueiredo 2006).

paisajes humanos, aumentando los riesgos de enfermedades por la deforestación (Rosário 2016). Por lo tanto, las relaciones no lineales entre la pérdida de bosques y el riesgo de enfermedades están mediadas por sus interacciones con una fauna de vectores diversa y los sistemas de salud locales.

### 21.2.4 Aparición de nuevas enfermedades

Los esfuerzos de vigilancia para identificar puntos críticos de coronavirus zoonóticos con potencial de propagación han señalado a la Amazonía como una región con una diversidad excepcionalmente alta, aunque poco conocida, de virus y huéspedes virales (Anthony *et al.* 2017). El aumento de la densidad de población humana también aumenta el potencial de efectos secundarios zoonóticos (Olival *et al.* 2017). Las predicciones de riesgo estuvieron basadas originalmente en la riqueza de especies de murciélagos, después de encontrar coronavirus alfa y beta en algunas especies de murciélagos, en particular la subfamilia de virus que incluye los patógenos humanos que causan el SARS, el MERS y el SARS-CoV-2 (Anthony *et al.* 2017). Otros virus también circulan en la región amazónica y presentan serios riesgos de brotes generalizados, incluyendo los arbovirus Rocio, Oropouche, Mayaro y Saint Louis (Vasconcelos 2001; Araújo 2019), así como hantavirus (Guterres 2015) y arenavirus (Bausch y Mills 2014). Dado el escaso registro, nuestra comprensión del potencial del cambio de uso de la tierra para aumentar el riesgo de contagio sigue siendo limitada.

Sin embargo, la vigilancia global de virus con potencial zoonótico ofrece lecciones clave para prevenir futuros contagios zoonóticos. Debido a que la diversidad de virus en las poblaciones de animales salvajes es enorme, pero el potencial de propagación de la mayoría de los virus es limitado, la vigilancia estrecha de las enfermedades infecciosas en la población humana es una forma eficaz de evitar futuras pandemias (Holmes 2018; Carlson 2020). Las mejoras a nivel regional de los servicios de salud pública también reducirían la carga de patógenos conocidos como *Plasmodium* o *Leishmania*, y son necesarias para reducir el riesgo de aparición de

virus en las poblaciones silvestres. Si bien la Amazonía alberga una gama hiperdiversa de huéspedes y comunidades diversas de virus de potencial patógeno humano desconocido, la prevención de una pandemia catastrófica requiere la implementación de estrategias que mejoren la salud humana de manera más amplia.

Una pandemia mundial de coronavirus, la de COVID-19, ha recordado al mundo los riesgos de los efectos secundarios zoonóticos. Sin embargo, el potencial de contagio de humanos a la fauna es igualmente importante para la biodiversidad (Núñez *et al.* 2020). Décadas de investigación sobre arbovirus transmitidos por vectores ya han revelado las consecuencias del derrame. Fuera del Amazonas, en Espírito Santo (Brasil), un brote de fiebre amarilla que mató a decenas de primates no humanos provocó una respuesta temprana de salud pública para vacunar a las personas (Fernandes 2017). Aunque no se ha establecido una cadena de transmisión entre los primates, se han documentado mosquitos selváticos que albergan los virus Chikungunya y Zika introducidos recientemente, lo que indica un riesgo plausible para la fauna (Valentine 2019). El hallazgo de que los Monos Nocturnos *Aotus* endémicos no contraen el dengue después de la exposición a mosquitos infectados en Iquitos sugiere que la transmisión del dengue permanece confinada a los humanos y los insectos vectores, en lugar de generar un ciclo selvático (Valentine 2019). Al igual que con el riesgo de emergencia zoonótica, evitar el establecimiento de reservorios zoonóticos para arbovirus requiere inversiones sostenidas en salud pública, incluyendo las herramientas necesarias para diagnosticar la diversidad de virus que circulan en la población humana. Como ha revelado la crisis del COVID-19, la infraestructura de salud pública es lamentablemente inadecuada en toda la Amazonía (de Castro 2020; Navarro 2020), lo que enfatiza la necesidad de considerar los riesgos socio-ecológicos derivados de la migración humana, el contacto con la vida silvestre y los vectores de enfermedades, y la deforestación.

### 21.3 Impactos de la contaminación por mercurio de la minería en la salud humana

Entre 2000 y 2010, el precio del oro se cuadruplicó, estimulando las actividades de extracción de oro en la Amazonía (Swenson 2011; Alvarez-Berrios y Aide 2015). Esto tuvo graves consecuencias ambientales para los ecosistemas terrestres y acuáticos de la región (ver el Capítulo 19 y el Capítulo 20, respectivamente). Los sitios de extracción de oro se asocian comúnmente con la contaminación por varios elementos, incluyendo el arsénico (As), el cobalto (Co), el plomo (Pb), el manganeso (Mn) y el zinc (Zn) (Filho y Maddock 1997; Pereira 2020). Estos elementos están asociados con una variedad de efectos adversos para la salud en otros lugares, incluyendo la mortalidad infantil. Sin embargo, los impactos de estos elementos y compuestos sobre la salud humana en la Amazonía en gran medida aún se desconocen. Se estima que existen 453 sitios de minería ilegal en la Amazonía brasileña y más de 2500 para toda la cuenca amazónica (Basta *et al.* 2021; RAISG 2020). El principal impacto de las minas de oro en la salud humana es la contaminación por mercurio (Hg), resultado de la minería tanto legal como ilegal. Las comunidades que viven cerca de operaciones mineras de oro están expuestas a concentraciones dañinas de Hg liberadas durante la extracción de oro y descargadas en vías fluviales, suelos y la atmósfera (Gibb y O'Leary 2014). Una vez que el mercurio metálico inorgánico es liberado por actividades antropogénicas, es transformado a su forma orgánica más tóxica (metilmercurio, MeHg), generalmente en condiciones anóxicas. Este proceso de metilación del mercurio permite que el MeHg ingrese a las redes alimentarias acuáticas, donde puede acumularse en organismos individuales (bioacumulación) o aumentarse a medida que avanza hacia niveles tróficos más altos (p. ej., biomagnificación en peces depredadores) (Morel 1998; Ullrich 2001) y puede afectar a los peces que son de gran importancia para la seguridad alimentaria de las comunidades locales (Diringer 2015), (Cuadro 2).

A pesar de la falta de análisis sistemáticos, estudios de Colombia, Perú y Bolivia han documentado el

envenenamiento por mercurio en los últimos 20 años incluso en poblaciones indígenas remotas. Las poblaciones de kayabi del río Teles Pires, en la Amazonía brasileña, presentaron 12,7  $\mu\text{g/g}$  de mercurio en el pelo, mientras que los mundurukú del río Tapajós, también en la Amazonía brasileña, presentaron niveles que oscilan entre 1,4 y 23,9  $\mu\text{g/g}$ . (Dórea *et al.* 2005; Basta *et al.* 2021). El límite recomendado internacionalmente de concentración de mercurio en el pelo varía de 1 a 2  $\mu\text{g/g}$  (OMS 1990). Estudios similares se realizaron en poblaciones de la cuenca del río Caquetá en la Amazonía colombiana, con un 79% de individuos con niveles de mercurio en el pelo superiores a 10  $\mu\text{g/g}$  (Olivero-Verbel 2016).

Además, la exposición al mercurio puede ser tóxica incluso en dosis muy bajas, y los efectos toxicológicos del MeHg son motivo de especial preocupación para la salud pública, dada su capacidad para atravesar la placenta y la barrera hematoencefálica (Rice 2014). El MeHg alcanza altos niveles tanto en la circulación materna como fetal, con el potencial de causar daños irreversibles en el desarrollo infantil, incluyendo la disminución de la capacidad intelectual y motora (Gibb y O'Leary 2014). Los estudios que investigan las asociaciones entre los niveles de Hg en el pelo y el rendimiento neuropsicológico encontraron fuertes vínculos entre el mercurio y las deficiencias cognitivas en niños y adolescentes en toda la Amazonía, incluyendo los ríos Madeira (Santos-Lima 2020) y Tapajós en Brasil (Grandjean 1999) y la región del Perú llamada Madre de Dios (Reuben 2020). La Organización Mundial de la Salud recomienda el control de la concentración de MeHg en el pelo de las mujeres embarazadas y argumenta que el nivel de 10  $\mu\text{g/g}$  o más puede aumentar el riesgo de efectos neurológicos fetales (Alhibshi 2012). El Hg también puede afectar la salud de los adultos, ya que afecta los sistemas nervioso, digestivo, renal y cardiovascular. Los efectos sobre el sistema nervioso central incluyen depresión e irritabilidad extrema; alucinaciones y pérdida de memoria; temblores que afectan las manos, la cabeza, los labios y la lengua; ceguera, retinopatía y neuropatía óptica; pérdida de la audición; y un sentido del olfato reducido

**Cuadro 21.2 Seguridad alimentaria y pesca**

*Fabrice Duponchelle, Sebastian Heilpern, Marcia Macedo, David McGrath*

Históricamente, los peces han tenido una gran importancia social como una de las principales fuentes de proteínas y otros nutrientes esenciales de origen animal (p. ej., ácidos grasos, hierro, zinc) para los habitantes de la Amazonía (Veríssimo 1895). Representaron hasta el 75% de las especies de vertebrados consumidas en los primeros asentamientos humanos (750 a 1020 dC) en Brasil, por ejemplo (Prestes-Carneiro *et al.* 2016). La larga dependencia cultural y socioeconómica del pescado también se ilustra por el hecho de que la pesca fue una de las primeras actividades económicas y de subsistencia en la Amazonía (Furtado 1981; Erickson 2000; Blatrix *et al.* 2018). Hoy, incluso fuera de las comunidades de pescadores profesionales, la mayoría de los amazónicos que viven en ciudades y comunidades ribereñas tienen algún miembro de la familia dedicado a esta actividad (Cerdeira *et al.* 2000; Agudelo Córdoba *et al.* 2006; Doria *et al.* 2016). La pesca no siempre es una actividad central, pero puede complementar otras actividades productivas que sustentan los medios de subsistencia, como la agricultura, la cría de animales y la recolección de productos naturales (Agudelo Córdoba *et al.* 2000; Cerdeira *et al.* 2000). Las pesquerías de llanuras aluviales a menudo actúan como redes de seguridad para muchas comunidades indígenas y rurales pobres que recurren más al pescado que a los productos forestales cuando se enfrentan a la adversidad (Coomes *et al.* 2010).

La importancia del pescado para los amazónicos también se destaca por algunas de las tasas de consumo más altas del mundo, aunque pueden variar sustancialmente entre las cuencas de los ríos (Isaac y Almeida 2011); con el estado de conservación y aislamiento de la región (Isaac *et al.* 2015; Van Vliet *et al.* 2015); o con preferencias culturales y regionales (Begossi *et al.* 2019). La tasa per cápita promedio oscila entre 30 y 40 kg año<sup>-1</sup> para poblaciones urbanas y entre 70 y 200 kg año<sup>-1</sup> para poblaciones rurales (Batista 1998; Isaac y Almeida 2011; Doria *et al.* 2016; Doria *et al.* 2018; Isaac *et al.* 2015). Estas tasas per cápita están muy por encima del promedio mundial de ~ 20 kg año<sup>-1</sup> (Tacon y Metian 2013) y la recomendación de la Organización Mundial de la Salud de 12 kg año<sup>-1</sup>.

Las estimaciones indican que ~ 600.000 t año<sup>-1</sup> de pescado se consumen en la Amazonía brasileña (Isaac y Almeida 2011) y 29.000 toneladas por año<sup>-1</sup> en la Amazonía colombiana (Agudelo Córdoba 2015). Esto representa tres veces los desembarques comerciales totales informados para la cuenca Amazónica en su conjunto (173.000 a 199.000 toneladas por año<sup>-1</sup>, Bayley y Petrere 1989; Barthem y Goulding 2007). Aunque parte de este consumo podría deberse a la pesca marina y la acuicultura en las grandes ciudades amazónicas, estas cifras indican claramente que en la cuenca Amazónica (como en otras pesquerías tropicales de agua dulce), las capturas de subsistencia no declaradas están fuertemente subestimadas (Fluet-Chouinard *et al.* 2018) y puede ser del mismo orden de magnitud que los desembarques comerciales de pescado (Tello-Martín y Bayley 2001; Crampton *et al.* 2004). Otra cifra ilustra la importancia del pescado para la seguridad alimentaria de los pueblos amazónicos: solo en la Amazonía brasileña, el sector pesquero emplea directamente a 168.000 personas y genera un ingreso anual total de hasta US \$ 200 millones (Petrere 1992; Barthem *et al.* 1997).

Aunque aún no se han documentado de manera concluyente las disminuciones en la biomasa total de peces, los signos de sobreexplotación son evidentes en los cambios en la biodiversidad de peces. En Brasil, por ejemplo, los grandes tambaqui están virtualmente ausentes cerca de los centros urbanos (Tregidgo *et al.* 2017). Estos cambios en curso en la biodiversidad tienen dos implicaciones para la seguridad alimentaria. Primero, los cambios en la composición de especies reflejan un reemplazo secuencial de especies grandes y de alta biomasa, como el bagre y el boquichico, por especies más pequeñas y de crecimiento más rápido. Este patrón de “pescar un tamaño menor” podría dar lugar a una disminución de la resiliencia a largo plazo y al eventual colapso de la biomasa (Heilpern *et al.* 2021a). La segunda implicación para la seguridad alimentaria es que el pescado proporciona a las personas una variedad de nutrientes más allá de las proteínas, pero varían en calidad nutricional (Tacon y Metian 2013; Khalili Tilami and Samples 2018; Hicks *et al.* 2019). Al cambiar la biodiversidad, las amenazas antropogénicas a los ecosistemas de agua dulce pueden afectar tanto la cantidad de nutrientes disponibles para las personas como la probabilidad de alcanzar la adecuación nutricional (Heilpern *et al.* 2021a).

### **Cuadro 21.2 Seguridad alimentaria y pesca (cont.)**

El aumento de la urbanización en la cuenca Amazónica también está cambiando los hábitos alimentarios. Mientras que las comunidades ribereñas aún consumen grandes cantidades de pescado capturado en la naturaleza y algo de carne de animales silvestres, las comunidades urbanas y periurbanas están consumiendo mayores proporciones de pescado, pollo y otros productos derivados de la acuicultura (Nardoto *et al.* 2011; Van Vliet *et al.* 2015, Pettigrew *et al.*, 2019, Oestreicher *et al.* 2020). Dichos cambios en los hábitos alimentarios de los pueblos amazónicos, junto con una diversidad reducida en las especies de pescado consumidas, podrían exacerbar las deficiencias nutricionales existentes, ya que los alimentos de origen animal pueden tener un valor nutricional más bajo, en particular los ácidos grasos omega-3 y los minerales (p. ej., hierro, selenio; Heilpern *et al.* 2021b, Pettigrew *et al.* 2019).

El cambio a fuentes domesticadas de alimentos de origen animal tiene otra implicación profunda para la seguridad alimentaria: un cambio de alimentos de subsistencia capturados en la naturaleza a alimentos que requieren más capital y dependen del acceso al efectivo. Debido a que son menos asequibles, este cambio puede, en última instancia, afectar los medios de subsistencia y el acceso a dietas saludables. Para agravar estos problemas, la transición nutricional a una dieta más industrializada también se asocia con una mayor ingesta de grasas y azúcares, lo que puede exacerbar la doble carga de desnutrición y obesidad que se manifiesta en la Amazonía.

(OMS 2008). La enfermedad de Minamata se confirmó recientemente en comunidades amazónicas, como resultado de la exposición a altos niveles de MeHg, con síntomas que incluyen temblores, insomnio, ansiedad, sensaciones táctiles y vibratorias alteradas y déficit del perímetro visual.

#### **21.4 Impactos de los incendios forestales en la calidad del aire y la salud humana**

Tanto la deforestación como los incendios forestales emiten grandes cantidades de material particulado y otros contaminantes a la atmósfera. Esto degrada la calidad del aire y afecta la salud humana, especialmente entre los grupos vulnerables, como los niños pequeños (Smith 2015). La estación seca es el período más crítico en cuanto a la exposición de la población al humo de los incendios: los niveles de partículas durante estos meses (Figura 1) suelen estar muy por encima de los niveles recomendados por la Organización Mundial de la Salud. Las visitas a urgencias aumentan durante la estación seca, especialmente entre los niños menores de 10 años. Se correlacionan positivamente con las concentraciones de PM<sub>2,5</sub> (es decir, material particulado <2,5 micrómetros de diámetro), que corresponden a partículas finas presentes en el

humo (Mascarenhas 2008). Las partículas finas pueden permanecer en la atmósfera hasta por una semana y pueden ser transportadas a favor del viento hacia áreas urbanas, donde pueden afectar la salud de las poblaciones lejos del origen del incendio (Freitas 2005; Liana Anderson y Marchezini 2020).

Otros componentes del humo son PM<sub>10</sub> (es decir, partículas <10 micrómetros de diámetro), hollín y carbón negro, todos los cuales también son muy tóxicos para los humanos. PM<sub>10</sub>, por ejemplo, tiene el potencial de causar daño en el ADN y muerte celular (Alves 2020), lo que lleva al desarrollo de cáncer de pulmón mediado por PM<sub>10</sub> (Alves *et al.*, 2017). Estas partículas inhalables se clasificaron como carcinógenos de clase 1 en 2016 (IARC Working Group on The Evaluation Of Carcinogenic Risks To Humans; International Agency for Research On Cancer 2016). Pueden penetrar en las regiones alveolares del pulmón, atravesar la membrana celular, llegar al torrente sanguíneo y acumularse en otros órganos. El PM<sub>2.5</sub> y el Carbón Negro están asociados con una función pulmonar reducida en niños de 6 a 15 años (Jacobson 2012; 2013; 2014). Los niños en edad escolar de municipios con altos niveles de deforestación, y por lo tanto expuestos a incendios y humo de defores-

## Capítulo 21: Impactos de la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos sobre el bienestar y la salud de los seres humanos

tación, tienen una alta prevalencia de asma (Rosa *et al.* 2009; Farias *et al.* 2010). El humo también puede afectar indirectamente el bienestar de los niños, por ejemplo, al reducir el tiempo al aire libre y, por lo tanto, comprometer el desarrollo cognitivo. Las mujeres embarazadas también son muy vulnerables a la contaminación por humo. Silva *et al.* (2014) demostraron que la exposición a PM2.5 y monóxido de carbono (CO) de la quema de biomasa durante el segundo y tercer trimestre del embarazo aumentó la incidencia de bajo peso al nacer en un 50%. Esto es consistente con estudios previos que demuestran que la exposición de las mujeres embarazadas a la deforestación y los incendios forestales durante el embarazo puede aumentar el riesgo de parto prematuro y poner en peligro el desarrollo del niño.

### 21.5 Interacciones entre impactos

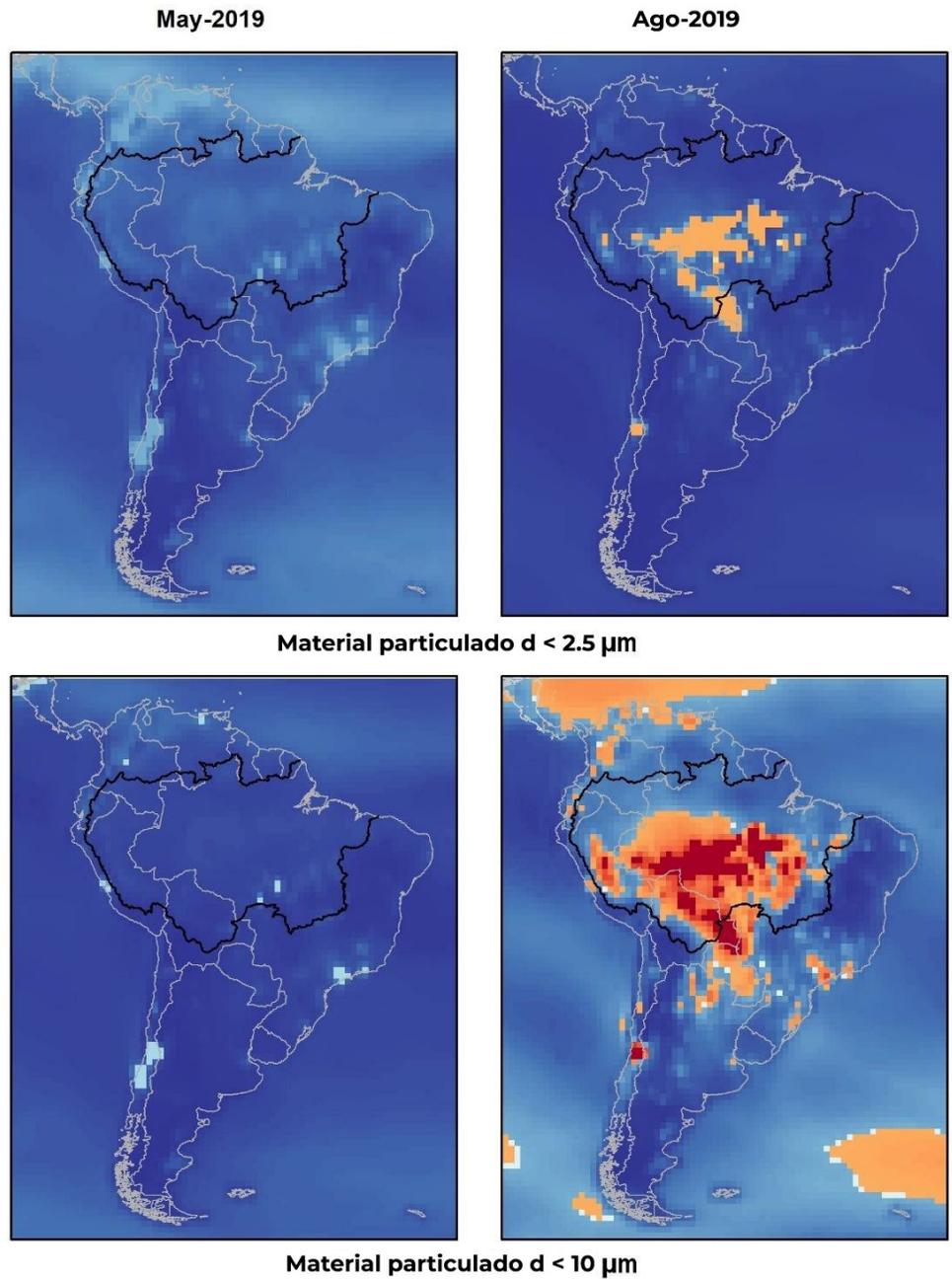
Los impulsores de la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos en la Amazonía pueden tener impactos sinérgicos que afectan el bienestar humano. Las interacciones entre los impulsores y los impactos de la degradación son fenómenos complejos que afectan a las personas y la biodiversidad a través de múltiples vías específicas del contexto. Por ejemplo, la minería y la tala de oro introducen una degradación ambiental que facilita la transmisión de enfermedades transmitidas por vectores como la malaria (Galardo 2013; Adhin 2014a; Sanchez 2017), la leishmaniasis (Rotureau 2006; Loiseau 2019), los hantavirus (Terças-Trettel 2019) e incluso la enfermedad de Chagas (Almeida 2009). Históricamente, tales actividades también atraen a un gran número de inmigrantes de regiones no endémicas (Godfrey 1992), muchos de los cuales son susceptibles e inmunológicamente ingenuos (Bury 2007). Si se producen grandes brotes y epidemias, puede surgir resistencia a los insecticidas y antimicrobianos si no se controla el consumo de medicamentos (Adhin 2014b).

La resistencia a los insecticidas que surge del uso excesivo de pesticidas en las tierras de cultivo (Schiesari y Grillitsch 2011) también puede extenderse a otras poblaciones de vectores (Schiesari

2013). Se crean nuevos nichos ecológicos que allanan el camino para la introducción de vectores de enfermedades que están bien adaptados y pueden sustentar enfermedades a largo plazo (Vittor 2006, 2009). El envenenamiento por metales pesados, el uso y abuso de alcohol y drogas, la prostitución y la trata de personas pueden exacerbar aún más las condiciones, disminuyendo el bienestar humano (Terrazas *et al.* 2015). Las poblaciones indígenas locales se ven afectadas y muchas son desplazadas y obligadas a irse o chocan con colonos ilegales (Terrazas *et al.* 2015). Estos escenarios se han observado claramente en Madre de Dios, Perú, el Escudo Guayanés, los diversos sitios de extracción de oro en el estado brasileño de Pará y en las Tierras Yanomami en Roraima, Brasil (Reuters 2021; Terrazas 2015). Innumerables áreas de la Amazonía replican condiciones similares a menor escala.

El cambio de uso hacia agricultura crea un escenario similar para la invasión de la malaria “fronteriza” (Bourke *et al.* 2018) y posiblemente Leishmaniasis. Varios estudios han demostrado que las poblaciones cercanas a los bordes de los bosques, como las que se dedican a la extracción de oro (Hacon 2020), tienen un mayor riesgo de contraer enfermedades infecciosas debido a su mayor contacto con vectores y huéspedes (Ellwanger 2020). Con el tiempo, la agricultura industrial a gran escala exacerba el cambio climático, aumenta la contaminación por pesticidas (Schiesari y Grillitsch 2011; Schiesari 2013) y reduce la diversidad del suministro de alimentos. Estos factores contribuyen a la doble carga de la desnutrición y al aumento del riesgo de obesidad y enfermedades cardiovasculares en el futuro (Oresund 2008).

Las carreteras e incluso los ríos eventualmente facilitan el tránsito de mosquitos *Aedes* para colonizar pueblos y asentamientos pequeños y antes de difícil acceso (Guagliardo 2014; Sinti-Hesse 2019). La exposición a incendios forestales introduce afecciones respiratorias agudas y también puede inducir vulnerabilidades a largo plazo como el asma (D'Amato 2015; Rappold 2017). Entre los casos de Covid-19 (Cuadro 3), muchas de estas comorbilidades han aumentado severamente el



SPA, 2021

( $\times 10^{-7} \text{ kg m}^{-3}$ )

— Cuenca del Amazonas  
— Frontera nacional

Fuentes: Monitoreo Atmosférico Copernicus (material particulado y aerosol de materia orgánica, mayo y agosto, 2019) WCS (nueva clasificación cuenca amazónica)

3.91 3.52 3.13 2.74 2.35 1.96 1.57 1.18 0.79 0.40 0.01

**Figura 21.1** Penacho de humo y circulación de material particulado (PM2.5, PM10) sobre América del Sur y la Amazonía (límites negros - límite adoptado por SPA para la cuenca Amazónica) en mayo de 2019 (paneles de la izquierda) y agosto de 2019 (paneles de la derecha). Fuentes: Copernicus (2020) y WCS-Venticinque *et al.* (2016).

## Capítulo 21: Impactos de la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos sobre el bienestar y la salud de los seres humanos

riesgo de resultados adversos y pueden haber contribuido al impacto devastador de la pandemia en la cuenca Amazónica (Filho 2017).

Muchas de las sinergias descritas anteriormente existen desde hace décadas. Por ejemplo, la fiebre del oro en Madre de Dios se remonta a la década de 1930. Tales sinergias a menudo han magnificado las desigualdades que históricamente plagaron la cuenca Amazónica dentro de cada país (Dávalos 2020). Lo que es diferente hoy es la magnitud y la escala de la degradación ya infligida, sus efectos acumulativos y el potencial cada día menor para revertir estos procesos. Décadas de degradación han llevado a la Amazonía a un punto crítico hoy, generando una necesidad urgente de implementar estrategias y acciones integradas para enfrentar estos desafíos. El crecimiento reciente en el número y el alcance de los impulsores de la deforestación ha contribuido aún más a este escenario crítico.

### 26.6 Incertidumbres y lagunas de conocimiento

Las relaciones complejas impiden amplias generalizaciones sobre el impacto integral de la degradación ambiental en el bienestar y la salud en los seres humanos. Si bien existe amplia evidencia, a menudo está limitada a entornos específicos utilizando un enfoque de investigación de "estudio de caso" (Magliocca *et al.* 2018). Caracterizar estas complejas relaciones requiere tanto de estudios más detallados como de estudios que cubran escalas temporales y espaciales más amplias, tal y como lo ilustra la investigación sobre las relaciones entre la incidencia de la malaria y la deforestación. Además, existe una gran necesidad de expandir la investigación más allá de la salud física para ampliar nuestra comprensión de cómo la degradación ambiental afecta la salud mental de las poblaciones amazónicas rurales y urbanas.

Analizar y predecir los diversos impactos que interactúan en varias escalas requiere de marcos conceptuales amplios y flexibles. Los enfoques ecosistémicos pueden ser valiosos para comprender mejor las interacciones, las sinergias y las

complejidades generales inherentes a las relaciones entre la pérdida de bosques, la degradación de los recursos hídricos y la salud humana. De manera similar, la investigación multidisciplinaria que combine campos como la observación de la tierra, la ciencia de datos, el modelado matemático, la economía, las ciencias sociales y la antropología serán fundamental para cuantificar y abordar estas brechas de conocimiento y sus incertidumbres. Debido a que la Amazonía es altamente heterogénea, se necesitan también estudios de los impactos de la degradación ambiental en la salud y el bienestar humano en diferentes escalas geográficas. Estos van desde modelos a nivel de toda la Amazonía, o a nivel de país hasta estimaciones para ubicaciones específicas y problemas de salud y bienestar individual. De manera similar, los modelos en diferentes escalas de tiempo mejorarán nuestras perspectivas sobre estos temas complejos. Dicha información es crucial para guiar de manera efectiva la toma de decisiones en todos los niveles.

### 21.7 Conclusiones

- La degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos genera reacciones en cadena complejas con una variedad de impactos en la salud y el bienestar humanos que aumentan la desigualdad estructural existente.
- Los brotes de enfermedades y el aumento de la incidencia de enfermedades infecciosas emergentes, reemergentes y endémicas en la Amazonía están asociados con una serie de cambios ambientales. La relación entre la conversión y fragmentación de los bosques y la incidencia de enfermedades infecciosas es compleja, depende de la escala y, a menudo, está modulada por retroalimentaciones socio-ecológicas.
- Ciertos vectores de enfermedades (p. ej., el vector de la malaria, *Anopheles darlingi*, el vector de Chagas, *Rhodnius*, y el vector de Leishmania, *Lutzomya*), pueden aumentar a lo largo de las fronteras de la deforestación. Sin embargo, la matriz espacial, la abundancia de animales domésticos y ciertas actividades humanas modulan la carga de la enfermedad.

**Cuadro 21.3 El impacto del COVID-19 sobre la región amazónica**

*Cecilia S. Andreatzi, Tatiana C. Neves y Cláudia T. Codeço*

En diciembre de 2019, luego de investigaciones sobre un aumento repentino en el número de casos de neumonía en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, China, se descubrió una nueva enfermedad viral respiratoria emergente causada por un coronavirus previamente desconocido, el síndrome respiratorio agudo severo - coronavirus-2 (SARS-CoV-2). La epidemia de la nueva enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) evolucionó rápidamente hasta convertirse en una emergencia de salud pública de importancia internacional. El 11 de marzo de 2020, debido a su distribución geográfica en diferentes continentes con transmisión humana sostenida, la Organización Mundial de la Salud declaró la pandemia de COVID-19. El SARS-CoV-2 llegó a la región amazónica de Ecuador el 7 de marzo y para fines de marzo, casi todos los países pan amazónicos ya estaban afectados (Ramírez *et al.* 2020). En todos esos países, la región amazónica concentra la mayor parte de los casos y muertes, encabezada, por Brasil, Ecuador y Colombia (Ramírez *et al.* 2020).

La epidemia de COVID-19 afectó severamente a la Amazonía, destacando las vulnerabilidades sociales y ambientales de la región (Codeço *et al.* 2020). Aunque la región amazónica abarca muchos países que adoptaron políticas distintas para controlar la pandemia de COVID-19, las vulnerabilidades sociales y económicas de las poblaciones que viven en esta región comparten grandes similitudes. Brasil tiene el área territorial más grande de la Amazonía y la dinámica de propagación de COVID-19 en la Amazonía brasileña es un buen indicador de su dinámica en esta región, en solo cuatro meses desde su llegada; esta región alcanzó un total de 32.259 casos confirmados y 1.957 defunciones (Buss *et al.* 2020; Hallal *et al.* 2020).

El impacto desproporcionado de la epidemia de COVID-19 en la región amazónica (Figura 1) está fuertemente relacionado con el acceso a la asistencia en salud (Codeço *et al.* 2020, Bezerra *et al.* 2020). La mayor parte de la población, incluyendo los Pueblos Indígenas, quilombolas y comunidades ribereñas (Codeço *et al.* 2020), necesita viajar largas distancias, e incluso cruzar fronteras, para acceder a los servicios de salud (Canalez *et al.* 2020, Nicoletis *et al.* 2021). La región amazónica muestra uno de los números per cápita más bajos de camas de Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). En Ecuador, por ejemplo, los departamentos de la región amazónica tenían solo 10 camas de UCI por cada 100.000 habitantes (Navarro *et al.* 2020).

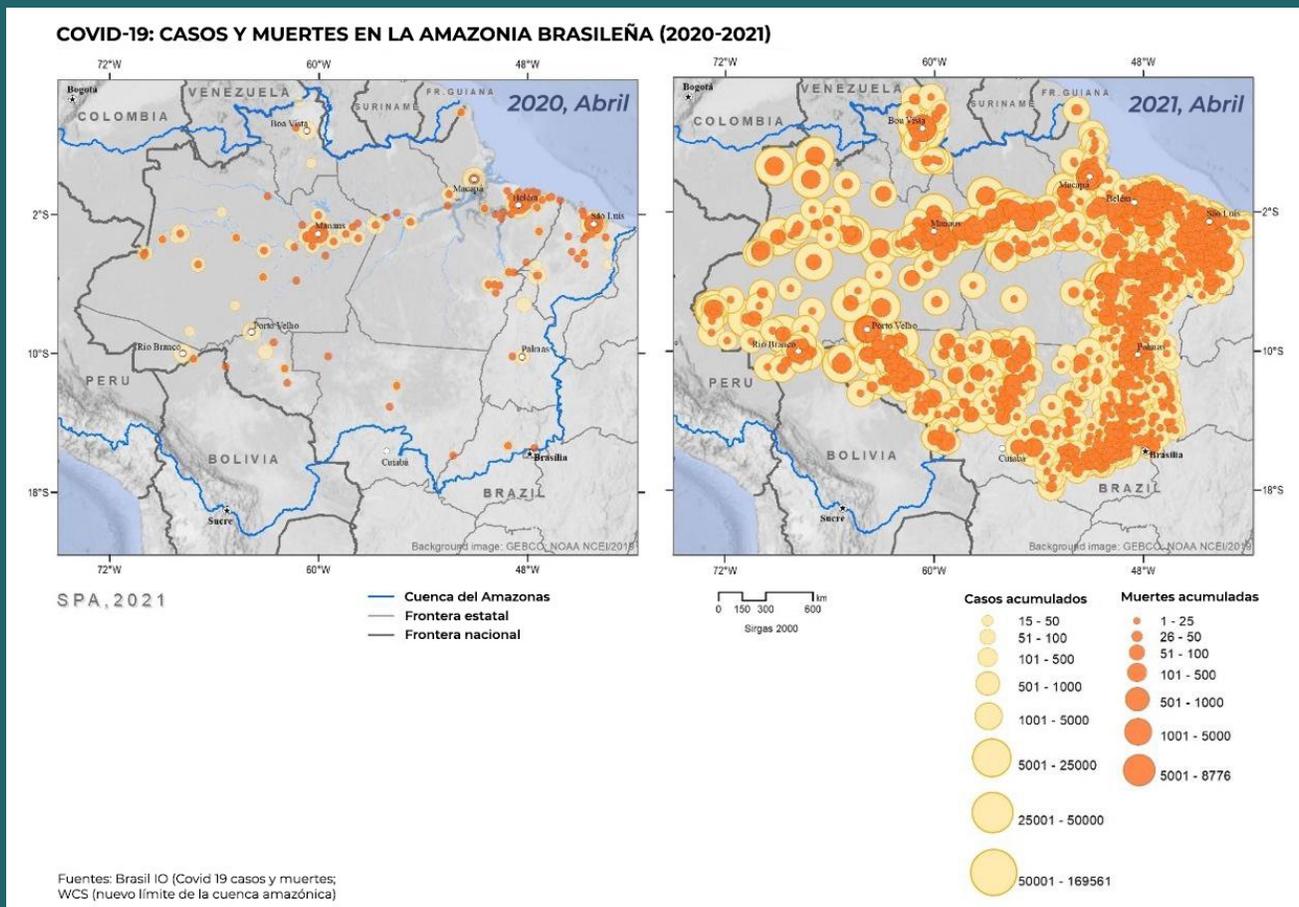
En Brasil, el número de camas de UCI per cápita exclusivas para pacientes con COVID-19 (Figura 2) fue menor en la Amazonía (2,20 UTI/100.000 habitantes), en comparación con las regiones no amazónicas (3,06 UTI/100.000 habitantes). Este número se mantuvo más bajo incluso después de las acciones para aumentar el número de camas en respuesta a la pandemia de COVID-19 en curso (Figura 2). El precario sistema de salud y la alta dependencia de los servicios de salud presentes solo en las grandes ciudades jugaron un papel importante en la dinámica de la pandemia de COVID-19 en la Amazonía, con altas cifras de incidencia y mortalidad, y sistemas de salud y funerarios sobrecargados.

La infección por COVID-19 se propagó rápidamente de las ciudades amazónicas a las comunidades rurales y forestales (Codeço *et al.* 2020), marcando la rápida interiorización de la COVID-19 en la región amazónica en comparación con otras regiones de Brasil (Figura 3). La propagación de la enfermedad ocurrió de forma jerárquica, saltando escalas geográficas debido a la alta conexión entre puertos y aeropuertos, desde las ciudades más grandes (*por ejemplo*, Manaus) hasta las localidades más pequeñas. A lo largo de la Amazonía, existe una densa red de vías fluviales con botes abarrotados y un flujo intenso hacia las ciudades más grandes en busca de servicios, aprovisionamiento de bienes y negocios. Estos barcos favorecen la transmisión viral y la propagación de la COVID-19 (Aleixo *et al.* 2020). Las consecuencias de estos patrones de movilidad y comportamiento en la propagación y evolución de COVID-19 aún no están claras, pero los estudios sugieren que podrían haber jugado un papel en la aparición de nuevas variantes (Naveca *et al.* 2021).

**Cuadro 21.3 El impacto del COVID-19 sobre la región amazónica (cont.)**

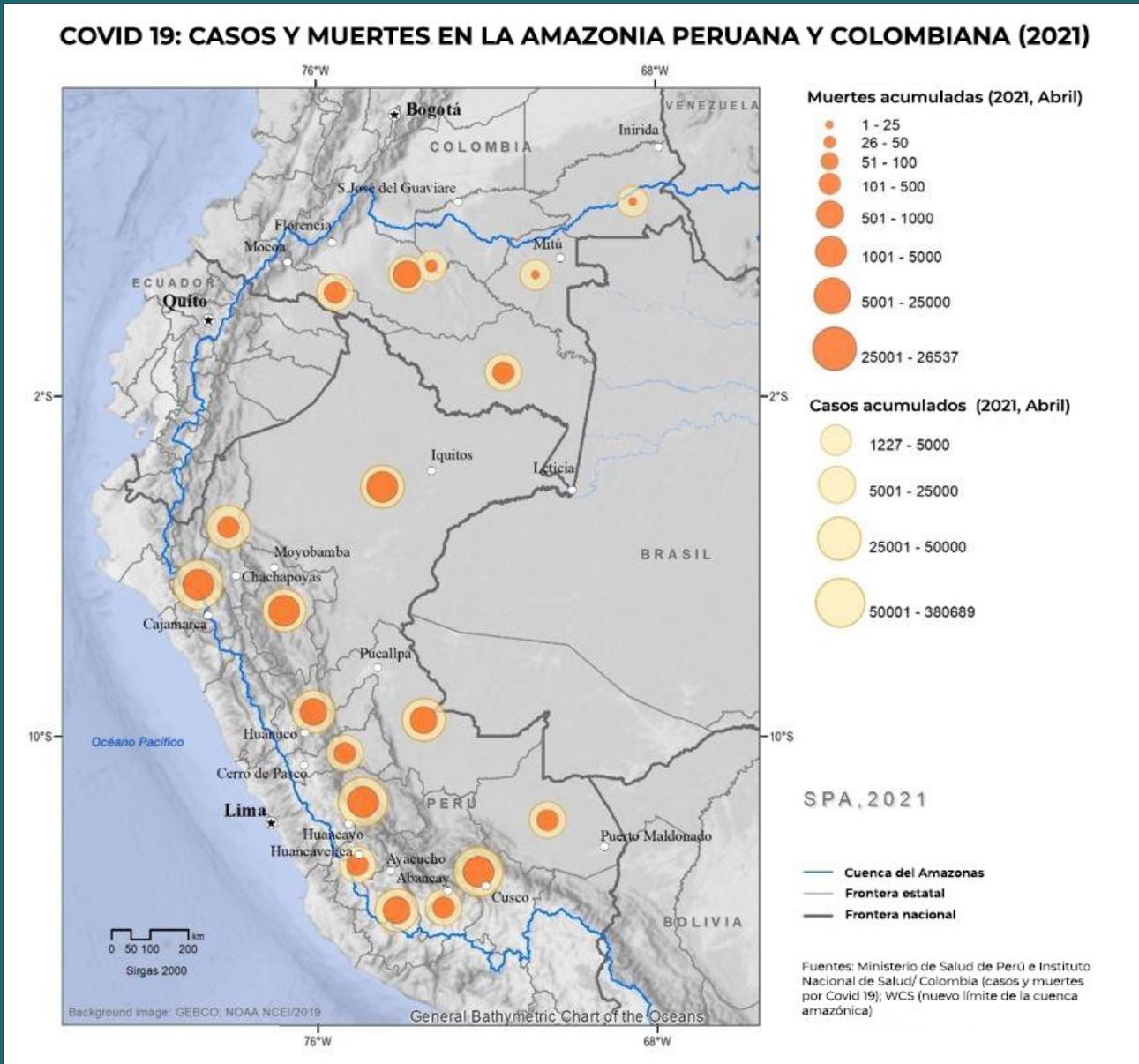
La pandemia de COVID-19 mostró una dinámica espacial desfasada entre los municipios amazónicos urbanos y rurales de Brasil y dos oleadas a principios y finales de 2020. El aumento de los períodos de transmisión se correlaciona con los distintos niveles de adopción de intervenciones no farmacéuticas, como las medidas de distanciamiento social y el uso de mascarillas. Un estudio de epidemiología genómica (Naveca *et al.* 2020) investigó los sucesivos reemplazos de linaje de Sars-Cov-2 en el estado de Amazonas y la aparición de nuevas variantes preocupantes, en especial el virus P.1, una variante más transmisible coincidente con la segunda ola de COVID-19. Los autores sugieren que los niveles adoptados de distanciamiento social pudieron reducir el número reproductivo efectivo de Sars-Cov-2 pero fueron insuficientes para controlar la pandemia de COVID-19. La transmisión descontrolada y la alta prevalencia brindan las condiciones para la diversificación de los linajes virales, especialmente cuando se relajaron las medidas de mitigación (Naveca *et al.* 2020).

Los patrones de propagación de COVID-19 en Brasil evidencian claramente las grandes disparidades en la cantidad y calidad de los recursos de salud y los ingresos entre las regiones. A pesar de la evidente emergencia de salud pública severa, hubo una falla en la coordinación de las acciones de control, en parte debido a la negación gubernamental de la gravedad de la pandemia (Castro *et al.* 2021). La ausencia de restricciones a la movilidad y el total desprecio por las políticas de distanciamiento social y confinamiento contribuyeron a los sucesivos colapsos del sistema de salud, morgues y cementerios (Ferrante *et al.* 2020). El exceso de muertes incluyó no solo los casos de COVID-19, sino también una gran



**Figura 21.B3.1** Casos y muertes por COVID-19 en la Amazonía brasileña. Fuentes WCS-Venticinque et al. (2016); Brasil.IO.

**Cuadro 21.3 El impacto del COVID-19 sobre la región amazónica (cont.)**



**Figura 21.B3.2** Casos y muertes por COVID-19 en la Amazonía colombiana y peruana. Fuentes WCS-Venticinque et al. (2016); Ministerio de Salud de Perú e Instituto Nacional de Salud de Colombia.

fracción de pacientes afectados por enfermedades prevalentes, endémicas y epidémicas en la región amazónica, como la malaria y el dengue (Navarro *et al.* 2020, Torres *et al.* 2020), y los afectados por enfermedades crónicas como hipertensión, obesidad, diabetes, y enfermedades cardiovasculares y respiratorias crónicas, que también son prevalentes en la región y requieren una pronta atención en salud (Horton 2020).

Cuadro 21.3 El impacto del COVID-19 sobre la región amazónica (cont.)



Figura 21.B3.3 Diagrama que muestra un menor servicio de Unidad de Cuidados Intensivos para COVID-19 per cápita en macroregiones de salud en la Amazonía Legal Brasileña en comparación con otras regiones brasileñas, tanto a principios como a finales de 2020. Fuente: Registro Nacional de Establecimientos de Salud de Brasil (CNES), Ministerio de Salud.

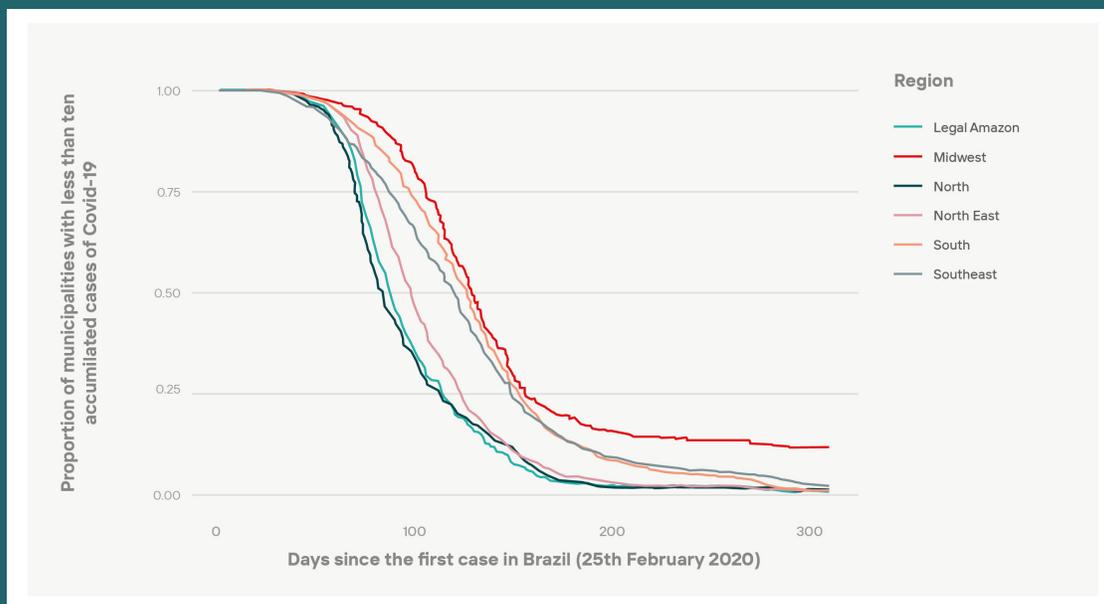


Figura 21.B3.4 Proporción de municipios con menos de diez casos acumulados de COVID-19 entre la Amazonía Legal Brasileña y regiones geográficas. La región Norte (en verde, toda la cual es parte de la Amazonía) tuvo la tasa más rápida de propagación de COVID, con el 50% de los municipios alcanzados en 90 días desde el inicio de la epidemia; seguida por la Amazonía Legal Brasileña (en rojo), incluye un estado ubicado en el Medio Oeste y parte de un estado del Noreste. Las regiones Sudeste (en rosa), Sur (en azul oscuro) y Centro-Oeste (en café claro), respectivamente, pasaron más de 100 días (después del primer caso en Brasil) para tener la mitad de los municipios con diez o más acumulados de COVID-19 casos. Incluso a fines de 2020, luego de más de 300 días, la región del Medio Oeste aún tiene más del 10% de sus municipios con menos de diez casos acumulados de COVID-19. Fuente: Brasil.IO (<https://brasil.io/home/>)

## Capítulo 21: Impactos de la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos sobre el bienestar y la salud de los seres humanos

- Aunque la carga de malaria y leishmaniasis cutánea puede disminuir en áreas urbanas estructuradas, los entornos muy urbanizados en la Amazonía pueden proporcionar nichos que faciliten la propagación de otros arbovirus transmitidos por vectores como *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*.
  - Las enfermedades emergentes asociadas con la propagación zoonótica de hantavirus y arenavirus se han relacionado con actividades específicas de deforestación.
  - Se ha demostrado que la contaminación por mercurio de las actividades mineras produce deterioros neurológicos, motores, sensoriales y cognitivos en las poblaciones amazónicas expuestas. A menos que se aborde ahora, la toxicidad del mercurio tendrá efectos duraderos en las generaciones futuras, dada la escala y el crecimiento de las actividades mineras; los procesos de bioacumulación y biomagnificación; e impactos de salud específicos en el desarrollo de embriones y jóvenes.
  - Las interacciones complejas y las sinergias negativas entre los diferentes impactos de la degradación terrestre y acuática y sus vías aún no se comprenden claramente. Además, es necesario comprender la relación entre los impactos individuales y acumulativos de las diferentes perturbaciones ambientales.
- sólido centrado en la circulación de patógenos en el medio ambiente (agua, suelo y sedimentos), así como en las poblaciones de vectores de enfermedades y reservorios animales.
  - Las interacciones complejas entre los impulsores de la deforestación y la degradación de los ecosistemas y la carga de enfermedades resultante en la región amazónica deben investigarse más a fondo. Es particularmente importante enfatizar el papel de la deforestación y el cambio climático en el modelado de enfermedades transmitidas por vectores.
  - Se necesitan estrategias de salud pública adaptadas para abordar cada problema específico, pero estas medidas requieren una mejor integración de las acciones en los diferentes sectores y esferas de la sociedad.
  - Se necesitan métodos y enfoques innovadores para abordar el desafío de los impactos acumulativos más amplios de la degradación de los bosques y los ecosistemas acuáticos en la salud humana.
  - Es necesario reconocer que la Cuenca Amazónica es crucial para la subsistencia humana, especialmente para las comunidades tradicionales y los Pueblos Indígenas que dependen de los recursos naturales de la Amazonía para su supervivencia.
  - Se necesitan esfuerzos para formular políticas de gestión participativas legítimas, desarrolladas en un marco intercultural (p. ej., indígena, académico e institucional) para mejorar las estrategias de resiliencia climática, sostenibilidad, seguridad alimentaria y salud humana. La promoción de prácticas socialmente justas y culturalmente sensibles se puede lograr a través de una investigación orientada a la acción en la que los actores académicos y comunitarios desarrollen conjuntamente soluciones prácticas.

### 21.8 Recomendaciones

- Dada la importante influencia de los factores socioecológicos en la carga de enfermedades, mejorar la salud humana en la Amazonía requerirá descubrir todos los riesgos ambientales, gestionar los paisajes y promover soluciones equitativas.
- Para reducir el riesgo de aparición de virus en las poblaciones silvestres, es necesario mejorar los servicios de salud pública en toda la región (incluyendo el acceso, el saneamiento ambiental y las instalaciones de salud) y una estrecha vigilancia de las enfermedades infecciosas en la población humana.
- La prevención de enfermedades infecciosas también requiere un sistema de monitoreo

### 21.9 Referencias

- Adhin M, Labadie-Bracho M y Vreden S. 2014. Áreas mineras de oro en Surinam: ¿reservorios de resistencia a la malaria? *Infect Drug Resist* 7: 111.
- Agudelo CE. 2015. Bases científicas para contribuir a la gestión de la pesca comercial de bagres (familia pimelodidae) en la

## Capítulo 21: Impactos de la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos sobre el bienestar y la salud de los seres humanos

- Amazonía colombiana y sus zonas de frontera. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Agudelo CE, Alonso J y Moya L (Eds.). 2006. Perspectivas para el ordenamiento de la pesca y la acuicultura en el área de integración fronteriza Colombo – Peruana del río Putumayo. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI) and Instituto Nacional de Desarrollo (INADE).
- Agudelo CE, Salinas CY, Sánchez PCL, *et al.* 2000. Bagres de la amazonia colombiana: Un recurso sin fronteras. Bagres de la amazonia colombiana: Un recurso sin fronteras. (N. Fabrè, J. Donato, y J. Alonso, Eds). Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.
- Alhibshi, E. A. 2012. Revista de Investigación de Ciencias Farmacéuticas, Biológicas y Químicas.
- Aleixo NCR, Neto JCA da S, Pereira H dos S, *et al.* 2020. Pelos caminhos das águas: a mobilidade e evolução da COVID-19 no estado do Amazonas. *Confins*.
- Almeida CE, Folly-Ramos E, Peterson AT, *et al.* 2009. ¿Podría el insecto triatoma sherlocki ser vector de la enfermedad de Chagas en pequeñas comunidades mineras en Bahía, Brasil? *Med Vet Entomol* **23**: 410-7.
- Alvarez-Berrios NL y Mitchell Aide T. 2015. La demanda mundial de oro es otra amenaza para los bosques tropicales. *Environ Res Lett* **10**: 14006.
- de Oliveira Alves, N., Vessoni, A. T., Quinet, A., Fortunato, R. S., Kajitani, G. S., Peixoto, M. S., ... & De Medeiros, S. R. B. (2017). La quema de biomasa en la región amazónica causa daño en el ADN y muerte celular en las células pulmonares humanas. *Informes científicos* 7(1), 1-13
- Alves L. 2020. Oleada de enfermedades respiratorias en niños por incendios en la región amazónica de Brasil. *Lancet Respir Med* **8**: 21-2.
- Andersen EM, Goicochea CG, Torres RS, *et al.* 2000. La epidemiología de la malaria en un área epidémica de la Amazonía peruana. *Am J Trop Med Hyg* **62**: 247-56.
- Anthony SJ, Johnson CK, Greig DJ, *et al.* 2017. Patrones globales en la diversidad del coronavirus: *Virus Evol* **3**.
- Araújo PA, Freitas MO, Chiang JO, *et al.* 2019. Investigación sobre la Ocurrencia de Ciclos de Transmisión de Arbovirus en la Selva Tropical, Región Amazónica. *Viruses* **11**: 774.
- Athayde S y Silva-Lugo J. 2018. Estrategias de Adaptación al Desplazamiento y Cambio Ambiental Entre los Pueblos Indígenas Kaiabi de la Amazonía Brasileña. *Soc Nat Resour* **31**: 666-82.
- Barros Moreira Beltrão H, Paula Cerroni M de, Freitas DRC de, *et al.* 2009. Investigación de dos brotes de sospecha de transmisión oral de la enfermedad de Chagas aguda en la región amazónica, Estado de Pará, Brasil, en 2007. *Trop Doct* **39**: 231-2.
- Barros FSM y Honório NA. 2015. Deforestación y Malaria en la Frontera Amazónica: La agrupación de larvas de *Anopheles darlingi* (Diptera: Culicidae) determina la distribución focal de la malaria. *Am J Trop Med Hyg* **93**: 939-53.
- Barthem R y Goulding M. 1997. La conexión del bagre: Ecología, migración y conservación de los depredadores amazónicos. Nueva York: Columbia University Press.
- Barthem R y Goulding M. Un ecosistema inesperado: La Amazonia revelada por las pesqueras. St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Basta PC, Viana PV de S, Vasconcellos ACS de, *et al.* 2021. Exposición al mercurio en comunidades indígenas munduruku de la Amazonía brasileña: Antecedentes metodológicos y resumen de los principales resultados. *Int J Environ Res Public Health* **18**: 9222.
- Batista V. 1998. Distribuição, dinâmica da frota e dos recursos pesqueiros da Amazônia central. Universidade do Amazonas and INPA.
- Bausch DG y Mills JN. 2014. Arenavirus: Fiebre de Lassa, Fiebre Hemorrágica de Lujo, Coriomeningitis Linfocítica y Fiebres Hemorrágicas Sudamericanas. En: Infecciones virales de humanos. Boston, MA: Springer US.
- Bayley PB y Petrere Jr M. 1989. Pesquerías amazónicas: métodos de evaluación, estado actual y opciones de manejo. (D Dodge, Ed). *Can Spec Publ Fish Aquat Sci*.
- Begossi A, Salivonchik S V., Hallwass G, *et al.* 2018. Consumo de pescado en la Amazonía: una revisión de la biodiversidad, la energía hidroeléctrica y los problemas de seguridad alimentaria. *Brazilian J Biol* **79**: 345-57.
- Bezerra ÉCD, Santos PS dos, Lisbinski FC, y Dias LC. 2020. Análise espacial das condições de enfrentamento à COVID-19: uma proposta de Índice da Infraestrutura da Saúde do Brasil. *Cien Saude Colet* **25**: 4957-67.
- Bezerra ÉCD, Santos PS dos, Lisbinski FC, y Dias LC. 2020. Análise espacial das condições de enfrentamento à COVID-19: uma proposta de Índice da Infraestrutura da Saúde do Brasil. *Cien Saude Colet* **25**: 4957-67.
- Bezerra ÉCD, Santos PS dos, Lisbinski FC, y Dias LC. 2020. Análise espacial das condições de enfrentamento à COVID-19: uma proposta de Índice da Infraestrutura da Saúde do Brasil. *Cien Saude Colet* **25**: 4957-67.
- Blatrix R, Roux B, Béarez P, *et al.* 2018. El funcionamiento único de una pesquería precolombina en la planicie aluvial amazónica. *Sci Rep* **8**: 5998.
- Botto G, Cunningham A, Moise BF, *et al.* 2020. Estrategia recomendada por el Grupo de especialistas en murciélagos (BSG) de la SSC de la UICN para que los investigadores reduzcan el riesgo de transmisión del SARS-CoV-2 de humanos a murciélagos MEP: Minimizar, Evaluar, Proteger.
- Bourke BP, Conn JE, Oliveira TMP de, *et al.* 2018. Explorando la diversidad de vectores de malaria en la frontera amazónica. *Malar J* **17**: 342.
- Brito RN, Gorla DE, Diotaiuti L, *et al.* 2017. Impulsores de la invasión domiciliar por vectores selváticos de la enfermedad de Chagas en la transición Amazonia-Cerrado: Una evaluación estatal de varios años de los datos de vigilancia agregados por municipios (E Dumonteil, Ed). *PLoS Negl Trop Dis* **11**: e0006035.
- Burkett-Cadena ND y Vittor AY. 2018. Deforestación y enfermedades transmitidas por vectores: La conversión de bosques favorece a importantes mosquitos vectores de patógenos humanos. *Basic Appl Ecol* **26**: 101-10.
- Bury J. 2007. Migrantes mineros: Minería transnacional y patrones migratorios en los Andes peruanos. *Prof Geogr* **59**: 378-89.
- Buss LF, Prete CA, Abraham CMM, *et al.* 2021. Tasa de ataque de tres cuartos de SARS-CoV-2 en la Amazonía brasileña

## Capítulo 21: Impactos de la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos sobre el bienestar y la salud de los seres humanos

- durante una epidemia en gran medida no mitigada. *Science* **371**: 288-92.
- Canalez G de G, Rapozo P, Coutinho T, y Reis R. 2020. Espalhamento da Covid-19 no interior do Amazonas: panorama e reflexões desde o Alto Solimões, Brasil. *Mundo Amaz* **11**: 111-44.
- Carlson CJ. 2020. De LA PREDICCIÓN a la prevención, una pandemia después. *The Lancet Microbe* **1**: e6-7.
- Castro F, Lopes GR y Brondizio ES. 2020. La Amazonía brasileña en tiempos de COVID-19: ¿De la crisis a la transformación? *Ambient e Soc* **23**: 1-13.
- Castro MC, Kim S, Barberia L, et al. 2021. Patrón espaciotemporal de propagación de COVID-19 en Brasil. *Science* **372**: 821-6.
- Cerdeira RGP, Ruffino ML, and Isaac VJ. 2000. Capturas de peces entre comunidades ribereñas alrededor del Lago Grande de Monte Alegre, Bajo Amazonas, Brasil. *Fish Manag Ecol* **7**: 355-74.
- Chaves LSM, Conn JE, López RVM, and Sallum MAM. 2018. La abundancia de parches de bosque afectados de menos de 5 km<sup>2</sup> es un factor clave de la incidencia de la malaria en la Amazonía brasileña. *Sci Rep* **8**: 7077.
- Choi YW, Tuel A y Eltahir EAB. 2020. Un determinante ambiental de la enfermedad respiratoria viral. *medRxiv*.
- Codeço CT, Villela D, Coelho F, et al. 2020. Estimativa de risco de espalhamento da COVID-19 no Brasil e o impacto no sistema de saúde e população por microrregião.
- Coomes OT, Takasaki Y, Abizaid C and Barham BL. 2010. Las pesquerías de llanura aluvial como seguro natural para los pobres rurales en ambientes de bosques tropicales: evidencia de la Amazonía. *Fish Manag Ecol* **17**: 513-21.
- Crampton W, Castello L, Viana JP, et al. 2004. Pesquerías en la Amazonía Várzea. Tendencias históricas, estado actual y factores que afectan la sostenibilidad. En: Silvius KM, Bodmer RE, Fragoso JM. (Eds). *People in Nature: Conservación de la vida silvestre en América del Sur y Central*. Naturaleza: Conservación de la vida silvestre en América del Sur y Central.
- Crespo-Lopez ME, Augusto-Oliveira M, Lopes-Araújo A, et al. 2021. Mercurio: ¿Qué podemos aprender de la Amazonía? *Environ Int* **146**: 106223.
- D'Amato G, Holgate ST, Pawankar R, et al. 2015. Condiciones meteorológicas, cambio climático, nuevos factores emergentes y asma y trastornos alérgicos relacionados. Una declaración de la Organización Mundial de la Alergia. *World Allergy Organ J* **8**: 25.
- Damiani S, Guimarães SMF, Montalvão MTL y Passos CJS. 2020. "Todo lo que queda es tierra y cielo desnudos": Cultura del aceite de palma e impactos socioambientales en un territorio indígena tembé en la Amazonía brasileña. *Ambient Soc* **23**.
- Dávalos LM, Austin RM, Balisi MA, et al. 2020. El papel histórico de las pandemias en la creación de desigualdad (J Sills, Ed). *Science* **368**: 1322,2-1323.
- Andreazzi CS de, Brandão ML, Bueno MG, et al. 2020. La respuesta de Brasil al COVID-19. *Lancet* **396**: e30.
- Barros Moreira Beltrão H de, Paula Cerroni M de, Freitas DRC de, et al. 2009. Investigación de dos brotes de sospecha de transmisión oral de la enfermedad de Chagas aguda en la región amazónica, Estado de Pará, Brasil, en 2007. *Trop Doct* **39**: 231-2.
- Delgado S, Erickson BR, Agudo R, et al. 2008. Virus del Chapare, un Arnavirus recién descubierto aislado de un caso de fiebre hemorrágica fatal en Bolivia (MJ Buchmeier, Ed). *PLoS Pathog* **4**: e1000047.
- Diringer SE, Feingold BJ, Ortiz EJ, et al. 2015. Transporte fluvial de mercurio procedente de la minería de oro artesanal y en pequeña escala y riesgos de la exposición alimentaria al mercurio en Madre de Dios, Perú. *Environ Sci Process & Impacts* **17**: 478-87.
- Dórea JG, Souza JR de, Rodrigues P, et al. 2005. Mercurio capilar (marca del consumo de pescado) y riesgo cardiovascular en indígenas Mundurukú y Kayabi de la Amazonía. *Environ Res* **97**: 209-19.
- Doria CRC, Duponchelle F, Lima MAL, et al. 2018. Revisión del uso y estado de los recursos pesqueros en la cuenca del río Madeira (Brasil, Bolivia y Perú) antes de la finalización de la represa hidroeléctrica. *Rev Fish Sci Aquac* **26**: 494-514.
- Doria CR da C, Machado LF, Brasil de Souza ST y Lima MAL. 2016. A pesca em comunidades ribeirinhas na região do médio rio Madeira, Rondônia. *Novos Cad NAEA* **19**: 163-88.
- Downs WG. 1982. El programa de virus de la Fundación Rockefeller: 1951-1971 con Actualización a 1981. *Annu Rev Med* **33**: 1-30.
- Ellwanger JH, Kulmann-Leal B, Kaminski VL, et al. 2020. Más allá de la pérdida de diversidad y el cambio climático: Impactos de la deforestación amazónica en las enfermedades infecciosas y la salud pública. *An Acad Bras Cienc* **92**.
- Erickson CL. 2000. Una pesquería artificial a escala de paisaje en la Amazonía boliviana. *Nature* **408**: 190-3.
- Agencia Europea del Medio Ambiente. 2016. Medio ambiente y salud — Agencia Europea del Medio Ambiente. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/themes/human/intro>. Visto 15 Mar 2021.
- Ferrante, L., Steinmetz, W. A., Almeida, A. C. L., Leão, J., Vassão, R. C., Tupinambás, U., ... & Duczmal, L. H. (2020). Las políticas de Brasil condenan a la Amazonía a una segunda ola de COVID-19. *Nature Medicine*, 26(9), 1315-1315.
- Farias, M. R. D. C. D., Rosa, A. M., Hacon, S. D. S., Castro, H. A. D., & Ignotti, E. (2010). Prevalencia de asma en escolares de un municipio del sudeste de la Amazonía brasileña. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 13(1), 49-57.
- Fernandes J, Coelho TA, Oliveira RC de, et al. 2020. Una encuesta retrospectiva de virus transmitidos por roedores en poblaciones rurales de la Amazonía brasileña. *Rev Soc Bras Med Trop* **53**.
- Fernandes NCC de A, Cunha MS, Guerra JM, et al. 2017. Brote de fiebre amarilla entre primates no humanos, Espirito Santo, Brasil, 2017. *Emerg Infect Dis* **23**: 2038-41.
- Figueiredo LTM. 2007. Arbovirus emergentes en Brasil. *Rev Soc Bras Med Trop* **40**: 224-9.
- Figueiredo LTM. 2007. Arbovirus emergentes en Brasil. *Rev Soc Bras Med Trop* **40**: 224-9.
- Figueiredo LTM. 2006. Febres hemorrágicas por virus no Brasil. *Rev Soc Bras Med Trop* **39**: 203-10.
- Filho SR y Maddock JEL. 1997. Contaminación por mercurio en dos áreas mineras de oro de la Amazonía brasileña. *J*

## Capítulo 21: Impactos de la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos sobre el bienestar y la salud de los seres humanos

- Geochemical Explor* **58**: 231-40.
- Filho VS de A, Netto PEA, Hacon S de S, y Carmo CN do. 2017. Distribuição espacial de queimadas e mortalidade em idosos em região da amazônia Brasileira, 2001-2012. *Cienc e Saude Coletiva* **22**: 245-53.
- Fluet-Chouinard E, Funge-Smith S, y McIntyre PB. 2018. Cosecha mundial oculta de peces de agua dulce revelada por encuestas domiciliarias. *Proc Natl Acad Sci* **115**: 7623-8.
- Freitas SR, Longo KM, Dias MAFS, y Dias PLS. 2005. Emissões de queimadas em ecossistemas da América do Sul. *Estud Avancados* **19**: 167-85.
- Furtado LG. 2012. Pesca artesanal: um delineamento de sua história no Pará. Belém: Boletim do Museo Paraense Emilio Goeldi - Antropologia.
- Galarido AKR, Zimmerman R, y Galarido CD. 2013. Control de larvas de Anopheles (Nyssorhynchus) mediante formulación granular de Bacillus sphaericus en pozos de excavación de mineros de oro abandonados en la selva amazónica brasileña. *Rev Soc Bras Med Trop* **46**: 172-7.
- Gibb H y O'Leary KG. 2014. Exposición al mercurio e impactos en la salud entre las personas de la comunidad minera de oro artesanal y en pequeña escala: Una revisión completa. *Environ Health Perspect* **122**: 667-72.
- Gilbert AT, Petersen BW, Recuenco S, et al. 2012. Evidencia de exposición al virus de la rabia entre humanos en la Amazonía peruana. *Am J Trop Med Hyg* **87**: 206-15.
- Gimaque JBL, Bastos M de S, Braga WSM, et al. 2012. Evidencia serológica de infección por hantavirus en regiones rurales y urbanas del estado de Amazonas, Brasil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* **107**: 135-7.
- Gimaque JBL, Bastos MS, Braga WSM, et al. 2012. Evidencia serológica de infección por hantavirus en regiones rurales y urbanas del estado de Amazonas, Brasil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* **107**: 135-7.
- Godfrey BJ. 1992. Migración a la frontera aurífera en la Amazonía brasileña. *Geogr Rev* **82**: 458-69.
- Gomes AL do V, Magalhães C, Melo F, et al. 2009. Curso Internacional de Virus Emergentes en la Región Amazónica. *Emerg Infect Dis* **15**: e1-e1.
- Gomes ALDV, Magalhães C, Melo F, et al. 2009. Curso internacional sobre virus emergentes en la amazonia. En: Enfermedades infecciosas emergentes. Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC).
- Gonçalves-Oliveira LF, Souza-Silva F, Castro Côrtes LM de, et al. 2019. La terapia combinada de antimoniato de meglumina y oxiranos (epoxi- $\alpha$ -lapachona y epoximetil-lawsona) potencia el efecto leishmanicida en ratones infectados por Leishmania (Leishmania) amazonensis. *Int J Parasitol Drugs Drug Resist* **10**: 101-8.
- Grandjean P, White RF, Nielsen A, et al. 1999. Neurotoxicidad por metilmercurio en niños amazónicos aguas abajo de la minería aurífera. *Environ Health Perspect* **107**: 587-91.
- Guagliardo SA, Barboza JL, Morrison AC, et al. 2014. Patrones de Expansión Geográfica de Aedes aegypti en la Amazonía Peruana (R Barrera, Ed). *PLoS Negl Trop Dis* **8**: e3033.
- Guterres A, Oliveira RC de, Fernandes J, et al. 2015. Detección de diferentes hantavirus sudamericanos. *Virus Res* **210**: 106-13.
- Hacon S de S, Oliveira-da-Costa M, Gama C de S, et al. 2020. Exposición al mercurio a través del consumo de pescado en comunidades tradicionales de la Amazonía norte brasileña. *Int J Environ Res Public Health* **17**: 5269.
- Hallal PC, Hartwig FP, Horta BL, et al. 2020. Prevalencia de anticuerpos contra el SARS-CoV-2 en Brasil: resultados de dos encuestas domiciliarias serológicas sucesivas a nivel nacional. *Lancet Glob Heal* **8**: e1390-8.
- Heilpern SA, DeFries R, Fiorella K, et al. 2021. La disminución de la diversidad de especies capturadas en la naturaleza pone en riesgo los suministros de nutrientes dietéticos. *Sci Adv* **7**.
- Heilpern SA, Fiorella K, Cañas C, et al. 2021. La sustitución de la pesca de agua dulce por la acuicultura y el pollo socava la nutrición humana en la Amazonía peruana. *Nat Food* **2**: 192-7.
- Hicks CC, Cohen PJ, Graham NAJ, et al. 2019. Aprovechar las pesquerías mundiales para hacer frente a las deficiencias de micronutrientes. *Nature* **574**: 95-8.
- Holmes EC, Rambaut A y Andersen KG. 2018. Pandemias: Gastar en vigilancia, no comentar predicción. *Nature* **558**: 180-2.
- Horton R. 2020. Fuera de línea: El COVID-19 no es una pandemia. *Lancet* **396**: 874.
- Hotez PJ, Bottazzi ME, Franco-Paredes C, et al. 2008. Las Enfermedades Tropicales Desatendidas de América Latina y el Caribe: Una revisión de la carga y distribución de la enfermedad y una hoja de ruta para el control y la eliminación (PJ Lammie, Ed). *PLoS Negl Trop Dis* **2**: e300.
- Hotez PJ, Bottazzi ME, Franco-Paredes C, et al. 2008. Las Enfermedades Tropicales Desatendidas de América Latina y el Caribe: Una revisión de la carga y distribución de la enfermedad y una hoja de ruta para el control y la eliminación (PJ Lammie, Ed). *PLoS Negl Trop Dis* **2**: e300.
- Grupo de trabajo de la IARC sobre la evaluación de los riesgos cancerígenos para los seres humanos. (2010). Algunos hidrocarburos aromáticos policíclicos no heterocíclicos y algunas exposiciones relacionadas. Monografías de la IARC sobre la evaluación de los riesgos cancerígenos para los seres humanos, 92, 1.
- Isaac VJ y Almeida MC. 2011. El Consumo de pescado en la Amazonía brasileña. Italia.
- Isaac VJ, Almeida MC, Giarrizzo T, et al. 2015. El consumo de alimentos como indicador de la conservación de los recursos naturales en comunidades ribereñas de la Amazonía brasileña. *An Acad Bras Cienc* **87**: 2229-42.
- Jacobson L da SV. 2013. Efeitos adversos da poluição atmosférica em crianças e adolescentes devido a queimadas na Amazônia: uma abordagem de modelos mistos em estudos de painel.
- Jacobson L da SV, Hacon S de S, Castro HA de, et al. 2012. Asociación entre el material particulado fino y el flujo espiratorio máximo de escolares en la Amazonía subcuatorial brasileña: Un estudio de panel. *Environ Res* **117**: 27-35.
- Jacobson L da SV, Hacon S de S, Castro HA de, et al. 2014. Efectos agudos del material particulado y el carbono negro de los incendios estacionales en el flujo espiratorio máximo de escolares en la Amazonía brasileña (Q Sun, Ed). *PLoS One* **9**: e104177.
- Jones C, Lowe J, Liddicoat S, y Betts R. 2009. Cambios

## Capítulo 21: Impactos de la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos sobre el bienestar y la salud de los seres humanos

- comprometidos en los ecosistemas terrestres debido al cambio climático. *Nat Geosci* **2**: 484-7.
- Kalamandeen M, Gloor E, Mitchard E, *et al.* 2018. Aumento generalizado de la deforestación a pequeña escala en la Amazonía. *Sci Rep* **8**: 1-10.
- Khalili Tilami S y Sampels S. 2018. Valor nutricional del pescado: Lípidos, Proteínas, Vitaminas y Minerales. *Rev Fish Sci Aquac* **26**: 243-53.
- Kuhn JH, Adkins S, Alioto D, *et al.* 2020. Actualización taxonómica 2020 para el filo Negarnaviricota (Riboviria: Orthornavirae), incluyendo los grandes órdenes Bunyavirales y Mononegavirales. *Arch Virol* **165**: 3023-72.
- Laporta GZ. 2019. Pérdida de la selva amazónica y disminución de la carga de malaria en Brasil. *Lancet Planet Heal* **3**: e4-5.
- Liana Anderson y Marchezini V. 2020. Incêndios Florestais na Amazônia: O Que Dizem os Dados Sobre Desenvolvimento, Desastres e Emergências em Saúde Pública.
- Loiseau R, Nabet C, Simon S, *et al.* 2019. Leishmaniasis cutánea americana en Guyana Francesa: actualización epidemiológica y estudio de factores de riesgo ambientales. *Int J Dermatol* **58**: 1323-8.
- Lowe R, Lee S, Martins Lana R, *et al.* 2020. Arbovirus emergentes en la selva amazónica urbanizada. *BMJ*: m4385.
- MacDonald AJ y Mordecai EA. 2019. La deforestación de la Amazonía impulsa la transmisión de la malaria, y la carga de la malaria reduce la tala de bosques. *Proc Natl Acad Sci USA* **116**: 22212-8.
- Magliocca NR, Ellis EC, Allington GRH, *et al.* 2018. Cerrando las brechas de conocimiento global: Producir conocimiento generalizado a partir de estudios de casos de sistemas socioecológicos. *Glob Environ Chang* **50**: 1-14.
- Mascarenhas MDM, Vieira LC, Lanzieri TM, *et al.* 2008. Poluição atmosférica devida à queima de biomassa florestal e atendimentos de emergência por doença respiratória em Rio Branco, Brasil - Setembro, 2005. *J Bras Pneumol* **34**: 42-6.
- Mascarenhas MDM, Vieira LC, Lanzieri TM, *et al.* 2008. Contaminación antropogénica del aire y visitas a la sala de emergencias relacionadas con enfermedades respiratorias en Rio Branco, Brasil, septiembre de 2005. *J Bras Pneumol* **34**: 42-6.
- Medeiros DBA y Vasconcelos PFC. 2019. ¿Es el ambiente diverso brasileño una cuna para el surgimiento y mantenimiento de arbovirus exóticos? *An Acad Bras Cienc* **91**.
- Medeiros DB, Rosa EST da, Marques AA, *et al.* 2010. Circulación de hantavirus en el área de influencia de la Carretera Cuiabá-Santarém. *Mem Inst Oswaldo Cruz* **105**: 665-71.
- Medeiros DBA y Vasconcelos PFC. 2019. ¿Es el ambiente diverso brasileño una cuna para el surgimiento y mantenimiento de arbovirus exóticos? *An Acad Bras Cienc* **91**.
- Monteiro AS y Santos LL dos. 2020. Covid-19 e a crescente fragilidade da Amazônia brasileira. *Inst Adv Sustain Stud*.
- Monteiro, Sgambatti A Santos L dos L. 2020. Covid-19 e a crescente fragilidade da Amazônia brasileira. *IASS Discuss Pap*.
- Morel FMM, Kraepiel AML y Amyot M. 1998. El ciclo químico y la bioacumulación del mercurio. *Annu Rev Ecol Syst* **29**: 543-66.
- Nardoto GB, Murrieta RSS, Prates LEG, *et al.* 2011. Pollo congelado por pescado salvaje: Transición nutricional en la región amazónica brasileña determinada por proporciones de isótopos estables de carbono y nitrógeno en las uñas. *Am J Hum Biol* **23**: 642-50.
- Navarro JC, Arrivillaga-Henríquez J, Salazar-Loor J, y Rodríguez-Morales AJ. 2020. COVID-19 y dengue, coepidemias en Ecuador y otros países de América Latina: Empujando los sistemas de atención médica tensos al límite. *Travel Med Infect Dis* **37**.
- Navarro J-C, Arrivillaga-Henríquez J, Salazar-Loor J, y Rodríguez-Morales AJ. 2020. COVID-19 y dengue, coepidemias en Ecuador y otros países de América Latina: Empujando los sistemas de atención médica tensos al límite. *Travel Med Infect Dis* **37**: 101656.
- Naveca FG, Nascimento V, Souza VC de, *et al.* 2021. COVID-19 en Amazonas, Brasil, fue impulsado por la persistencia de linajes endémicos y la aparición de P.1. *Nat Med* **27**: 1230-8.
- Nicolelis MAL, Raimundo RLG, Peixoto PS, and Andreazzi CS. 2021. El impacto de las ciudades superpropagadoras, las carreteras y la disponibilidad de cuidados intensivos en las primeras etapas de la epidemia de COVID-19 en Brasil. *Sci Rep* **11**: 13001.
- Oestreicher JS, Amaral DP Do, Passos CJS, *et al.* 2020. Desarrollo rural y cambios en las prácticas alimentarias de los hogares de 1999 a 2010 en la región del río Tapajós, Amazonia brasileña: Evidencia empírica de encuestas dietéticas. *Global Health* **16**.
- Olalla HR, Velez LN, Kato H, *et al.* 2015. Un análisis de los casos notificados de leishmaniasis en la Amazonía sur ecuatoriana, 1986-2012. *Acta Trop* **146**: 119-26.
- Olival KJ, Hosseini PR, Zambrana-Torrel C, *et al.* 2017. Los rasgos virales y del huésped predicen la propagación zoonótica de los mamíferos. *Nature* **546**: 646-50.
- Oliveira RC de, Santos MC, Guterres A, *et al.* 2020. Virus Río Marmoré y Síndrome Pulmonar por Hantavirus, Brasil <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/10982>. Visto
- Olivero-Verbel J, Carranza-Lopez L, Caballero-Gallardo K, *et al.* 2016. Exposición humana y evaluación del riesgo asociado a la contaminación por mercurio en el río Caquetá, Amazonia colombiana. *Environ Sci Pollut Res* **23**: 20761-71.
- Organization WH. 2005. Ecosistemas y el bienestar humano: Síntesis de Salud.
- Pereira WV da S, Teixeira RA, Souza ES de, *et al.* 2020. Fraccionamiento químico y bioaccesibilidad de elementos potencialmente tóxicos en zona de minería artesanal de oro en la Amazonía. *J Environ Manage* **267**: 110644.
- Petrere JM. 1992. As comunidades humanas ribeirinhas da Amazônia e suas transformações sociais. En: Diegues A (Ed). *Populações humanas, rios e mares da Amazônia*. São Paulo: Anais do IV Encontro de Ciências Sociais e o Mar no Brasil.
- Pettigrew SM, Pan WK, Berky A, *et al.* 2019. En áreas urbanas, pero no rurales, de Madre de Dios, Perú, la adopción de una dieta occidental está inversamente asociada con la ingesta de selenio. *Sci Total Environ* **687**: 1046-54.
- Piotrowski M y Ortiz E. 2019. Acercándose al punto de inflexión. Impulsores de la deforestación en la región amazónica. *Dialogue Leadersh Am*: 1-28.
- Prestes-Carneiro G, Béarez P, Bailon S, *et al.* 2016. Pesca de subsistencia en Hatahara (750-1230 CE), un pueblo precolombino de la Amazonía central. *J Archaeol Sci Reports* **8**: 454-62.
- Rader B, Scarpino S V., Nande A, *et al.* 2020. El hacinamiento y

## Capítulo 21: Impactos de la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos sobre el bienestar y la salud de los seres humanos

- la forma de las epidemias de COVID-19. *Nat Med* **26**: 1829-34.
- Ramírez JD, Sordillo EM, Gotuzzo E, *et al.* 2020. SARS-CoV-2 en la Región Amazónica: Un presagio de la fatalidad para los amerindios (A Mostafa, Ed). *PLoS Negl Trop Dis* **14**: e0008686.
- Rappold AG, Reyes J, Pouliot G, *et al.* 2017. Vulnerabilidad de la comunidad a los impactos en la salud de la exposición al humo de incendios forestales. *Environ Sci Technol* **51**: 6674-82.
- Reuben A, Frischtak H, Berky A, *et al.* 2020. Los niveles elevados de mercurio en el pelo están asociados con deficiencias en el desarrollo neurológico en niños que viven cerca de la minería de oro artesanal y de pequeña escala en Perú. *Geo-Health* **4**.
- Reuters. 2021. Mineros de oro disparan contra comunidad indígena yanomami en Brasil.
- Rice KM, Walker EM, Wu M, *et al.* 2014. Mercurio ambiental y sus efectos tóxicos. *J Prev Med Public Heal* **47**: 74-83.
- Rodrigues MG de A, Sousa JD de B, Dias ÁLB, *et al.* 2019. El papel de la deforestación en la incidencia de la leishmaniasis cutánea americana: distribución espacio-temporal, factores ambientales y socioeconómicos asociados en la Amazonía brasileña. *Trop Med Int Heal* **24**: 348-55.
- Rosa AP de AT. 2016. La historia de la Arbovirología en el Instituto Evandro Chagas, Belém, Pará, Brasil, de 1954 a 1998. *Rev Pan-Amazônica Saúde* **7**: 61-70.
- Rosa AP de AT da. 2016. La historia de la Arbovirología en el Instituto Evandro Chagas, Belém, Pará, Brasil, de 1954 a 1998. *Rev Pan-Amazônica Saúde* **7**: 61-70.
- Rosa, A. M., Ignotti, E., Hacon, S. d. S. & Castro, H. A. d. 2008. Análisis de hospitalizaciones por enfermedades respiratorias en Tangara da Serra, Brasil. *J Bras Pneumol*. **34**, 575-582.
- Rosário ING, Andrade AJ, Ligeiro R, *et al.* 2016. Evaluación del proceso de adaptación de la fauna de flebotomos a ambientes antropizados en un área de transmisión de leishmaniasis en la Amazonía brasileña. *J Med Entomol* **54**: tjw182.
- Rotureau B, Joubert M, Clyti E, *et al.* 2006. Leishmaniasis entre mineros de oro, Guyana Francesa [6]. *Emerg Infect Dis* **12**: 1169-70.
- Sanchez JF, Carnero AM, Rivera E, *et al.* 2017. Transmisión inestable de malaria en el sur de la Amazonía peruana y su asociación con la minería aurífera, Madre de Dios, 2001-2012. *Am J Trop Med Hyg* **96**: 304-11.
- Santos-Lima C, Mourão D de S, Carvalho CF de, *et al.* 2020. Efectos neuropsicológicos de la exposición al mercurio en niños y adolescentes de la región amazónica, Brasil. *Neurotoxicology* **79**: 48-57.
- Schiesari L y Grillitsch B. 2011. Los plaguicidas se encuentran con la megadiversidad en la expansión de los cultivos para biocombustibles. *Front Ecol Environ* **9**: 215-21.
- Schiesari L, Waichman A, Brock T, *et al.* 2013. Uso de plaguicidas y conservación de la biodiversidad en la frontera agrícola amazónica. *Philos Trans Biol Sci* **368**: 1-9.
- Schiesari L, Waichman A, Brock T, *et al.* 2013. Uso de plaguicidas y conservación de la biodiversidad en la frontera agrícola amazónica. *Philos Trans R Soc B Biol Sci* **368**: 20120378.
- Silva AMC da, Moi GP, Mattos IE, y Hacon S de S. 2014. Bajo peso al nacer a término y presencia de partículas finas y monóxido de carbono en la Amazonía brasileña: un estudio de cohorte retrospectivo de base poblacional. *BMC Pregnancy Childbirth* **14**: 309.
- Silva WNT da, Rosa MFP, Mendonça KS, *et al.* 2021. Síndrome respiratoria aguda grave em indígenas no contexto da pandemia da COVID-19 no Brasil: uma análise sob a perspectiva da vigilância epidemiológica. *Vigil Sanit em Debate* **9**: 2-11.
- Sinti-Hesse C, Díaz-Soria F, Casanova-Rojas W, *et al.* 2019. Las embarcaciones fluviales como medio de expansión de *Aedes aegypti* hacia zonas fronterizas de la amazonía peruana. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* **36**: 392-9.
- Smith LT, Aragão LEOC, Sabel CE, y Nakaya T. 2015. La sequía impacta en la salud respiratoria de los niños en la Amazonía brasileña. *Sci Rep* **4**: 3726.
- Sousa Júnior A da S, Palácios VR da CM, Miranda C do S, *et al.* 2017. Análise espaço-temporal da doença de Chagas e seus fatores de risco ambientais e demográficos no município de Barcarena, Pará, Brasil. *Rev Bras Epidemiol* **20**: 742-55.
- Sundström JF, Albiñh A, Boqvist S, *et al.* 2014. Amenazas futuras a la producción agrícola de alimentos planteadas por la degradación ambiental, el cambio climático y las enfermedades animales y vegetales: un análisis de riesgos en tres entornos económicos y climáticos. *Food Secur* **6**: 201-15.
- Swenson JJ, Carter CE, Domec J-C, y Delgado CI. 2011. Minería de oro en la Amazonía peruana. Precios globales, deforestación e importaciones de mercurio (GJ-P Schumann, Ed). *PLoS One* **6**: e18875.
- Tacon AGJ y Metian M. 2013. El pescado importa: Importancia de los alimentos acuáticos en la nutrición humana y el suministro mundial de alimentos. *Rev Fish Sci* **21**: 22-38.
- Tello-Martin JS y Bayley P. 2001. La Pesquería Comercial de Loreto con Énfasis en el Análisis de la Relación Entre Captura y Esfuerzo Pesquero de la Flota Comercial De Iquitos, Cuenca Del Amazonas (Perú). *Folia Amaz* **12**: 123.
- Terças-Trettel ACP, Oliveira EC De, Fontes CJF, *et al.* 2019. Malaria y Síndrome Pulmonar por Hantavirus en la Minería de Oro en la Región Amazónica, Brasil. *Int J Environ Res Public Health* **16**: 1852.
- Terrazas WCM, Sampaio VDS, Castro DB de, *et al.* 2015. Deforestación, red de drenaje, condición indígena y diferencias geográficas de la malaria en el Estado de Amazonas. *Malar J* **14**: 379.
- Torres K, Alava F, Soto-Calle V, *et al.* 2020. Situación de la Malaria en la Amazonía Peruana durante la Pandemia del COVID-19. *Am J Trop Med Hyg* **103**: 1773-6.
- Tregidgo DJ, Barlow J, Pompeu PS, *et al.* 2017. La metrópolis de la selva tropical proyecta una sombra de defaunación de 1.000 km. *Proc Natl Acad Sci* **114**: 8655-9.
- Ullrich SM, Tanton TW, y Abdrashitova SA. 2001. Mercurio en el Medio Acuático: Una revisión de los factores que afectan la metilación. *Crit Rev Environ Sci Technol* **31**: 241-93.
- Vale MM, Berenguer E, Argollo de Menezes M, *et al.* 2021. La pandemia del COVID-19 como oportunidad para debilitar la protección ambiental en Brasil. *Biol Conserv* **255**: 108994.
- Valente SA da S, Costa Valente V da, Neves Pinto AY das, *et al.* 2009. Análisis de un brote agudo de enfermedad de Chagas en la Amazonía brasileña: casos humanos, triatomínicos, mamíferos reservorio y parásitos. *Trans R Soc Trop Med Hyg* **103**:

## Capítulo 21: Impactos de la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos sobre el bienestar y la salud de los seres humanos

- 291-7.
- Valentine MJ, Murdock CC y Kelly PJ. 2019. Ciclos silvestres de arbovirus en primates no humanos. *Parasites and Vectors* **12**.
- Valle D y Clark J. 2013. Los esfuerzos de conservación pueden aumentar la carga de malaria en la Amazonía brasileña (T Eisele, Ed). *PLoS One* **8**: e57519.
- Valle D y Tucker Lima JM. 2014. Impulsores a gran escala de la malaria y áreas prioritarias para la prevención y el control en la región amazónica brasileña utilizando un novedoso modelo geoespacial multipatógeno. *Malar J* **13**: 443.
- Vliet N van, Quiceno-Mesa MP, Cruz-Antia D, et al. 2015. Del pescado y la carne de animales silvestres a los nuggets de pollo: la transición nutricional en un continuo de entornos rurales a urbanos en la región de la triple frontera amazónica. *Ethnobiol Conserv* **4**.
- Vasconcelos PF, Rosa JF Da, Rosa AP Da, et al. 1991. Epidemiología de la encefalitis por arbovirus en la Amazonía brasileña. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo* **33**: 465-76.
- Vasconcelos PFC, Travassos da Rosa APA, Rodrigues SG, et al. 2001. El manejo inadecuado del ecosistema natural en la región amazónica brasileña resulta en el surgimiento y resurgimiento de arbovirus. *Cad Saude Publica* **17**: S155-64.
- Vasconcelos PFC, Travassos da Rosa APA, Rodrigues SG, et al. 2001. El manejo inadecuado del ecosistema natural en la región amazónica brasileña resulta en el surgimiento y resurgimiento de arbovirus. *Cad Saude Publica* **17**: S155-64.
- Venticinque E, Forsberg B, Barthem R, et al. 2016. Un marco explícito de la cuenca fluvial basado en SIG para la conservación de ecosistemas acuáticos en la Amazonía Disponible en: [https://knb.ecoinformatics.org/view/doi%3A10.5063%2FF1BG2KX8#snapp\\_computing.6.1](https://knb.ecoinformatics.org/view/doi%3A10.5063%2FF1BG2KX8#snapp_computing.6.1).
- Veríssimo J. 1895. A pesca na Amazônia, Vol. 3. Rio de Janeiro, RJ Brazil: Livraria clássica de Alves.
- Viana RL, Freitas CM de, y Giatti LL. 2016. Saúde ambiental e desenvolvimento na Amazônia legal: indicadores socioeconômicos, ambientais e sanitários, desafios e perspectivas. *Saúde e Soc* **25**: 233-46.
- Vittor AY, Pan W, Gilman RH, et al. 2009. Vinculando la deforestación con la malaria en la Amazonía: Caracterización del hábitat de reproducción del principal vector de la malaria, *Anopheles darlingi*. *Am J Trop Med Hyg* **81**: 5-12.
- Vittor AY, Gilman RH, Tielsch J, et al. 2006. El efecto de la deforestación en la tasa de mordeduras humanas de *Anopheles darlingi*, el principal vector de la malaria falciparum en la Amazonía peruana. *Am J Trop Med Hyg* **74**: 3-11.
- Wagner L y Hoang T. 2020. INFORME DE POLÍTICA Impactos del coronavirus sobre la trata de personas.
- Blanco RJ y Razgour O. 2020. Enfermedades zoonóticas emergentes que se originan en los mamíferos: una revisión sistemática de los efectos del cambio antropogénico del uso de la tierra. *Mamm Rev* **50**: 336-52.
- Organización Mundial de la Salud. OMS. 2008. Mercurio: Evaluar la carga ambiental de la enfermedad a nivel nacional y local. Editor, Prüss-Üstün A. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 2008.
- Organización Mundial de la Salud. OMS. 1947. CONSTITUCIÓN de la Organización Mundial de la Salud
- Organization <https://www.who.int/about/who-we-are/constitution>. Visto 15 Mar 2021.
- Wu M-F, Ison JR, Wecker JR, y Lapham LW. 1985. Función cutánea y auditiva en ratas después del envenenamiento con metilmercurio. *Toxicol Appl Pharmacol* **79**: 377-88.

CONTACT INFORMATION

**SPA Technical-Scientific Secretariat New York**  
**475 Riverside Drive, Suite 530**  
**New York NY 10115**  
**USA**  
**+1 (212) 870-3920**  
**spa@unsdsn.org**

**SPA Technical-Scientific Secretariat South America**  
**Av. Ironman Victor Garrido, 623**  
**São José dos Campos – São Paulo**  
**Brazil**  
**spasouthamerica@unsdsn.org**

WEBSITE [theamazonwewant.org](http://theamazonwewant.org)  
INSTAGRAM [@theamazonwewant](https://www.instagram.com/theamazonwewant)  
TWITTER [@theamazonwewant](https://twitter.com/theamazonwewant)