

## **Capítulo 27**

# Medidas de conservación para contrarrestar las principales amenazas a la biodiversidad amazónica



Grande área de garimpo com dezenas de barracões, rio Uraricoera, Terra Indígena Yanomami  
(Foto: Bruno Kelly/Amazônia Real)



Science Panel for the Amazon



## 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

Barlow J, Lees AL, Sist P, Almeida R, Arantes C, Armenteras D, Berenguer E, Caron P, Cuesta F, Doria C, Ferreira J, Flecker A, Heilpern S, Kalamandeen M, Nascimento N, Peña-Claros M, Pioniot C, Pompeu PS, Souza C, Valentin JF. 2021. Capítulo 27: Medidas de conservación para contrarrestar las principales amenazas a la biodiversidad amazónica. En: 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, Barreto Filho HT, Barlow J, Berenguer E, Bortolotto F, Costa FA, Costa MH, Cui 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/OIPN4781

## ÍNDICE

<b>MENSAJES CLAVE</b>	<b>3</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>3</b>
<b>27.1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>27.2 PÉRDIDA DE HÁBITAT Y DEGRADACIÓN DE ECOSISTEMAS COMO RESULTADO DE LA GANADERÍA, LA EXPANSIÓN DE TIERRAS DE CULTIVO Y LA ESPECULACIÓN DE TIERRAS</b>	<b>4</b>
<b>27.3 DEGRADACIÓN DE ECOSISTEMAS RESULTANTE DEL USO DE RECURSOS BIOLÓGICOS: SOBREEXPLOTACIÓN O RECURSOS POR CAZA, PESCA Y TALA</b>	<b>5</b>
27.3.1 CAZA	5
27.3.2 SOBREPESCA	6
27.3.3 COMERCIO ILEGAL DE VIDA SILVESTRE	6
27.3.4 TALA ILEGAL	7
<b>27.4 DEGRADACIÓN DEL ECOSISTEMA COMO RESULTADO DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL CLIMA SEVERO</b>	<b>7</b>
<b>27.5 LA INFRAESTRUCTURA COMO MOTOR DEL CAMBIO: CARRETERAS Y FERROCARRILES</b>	<b>8</b>
<b>27.6 ENERGÍA Y MINERÍA COMO MOTOR DE CAMBIO</b>	<b>9</b>
<b>27.7 ESPECIES INVASORAS Y ENFERMEDADES</b>	<b>9</b>
<b>27.8 INTRUSIONES HUMANAS: GUERRA Y DISTURBIOS</b>	<b>10</b>
<b>27.9 RESIDUOS AGRÍCOLAS, ACUÍCOLAS E INDUSTRIALES; RESIDUOS PLÁSTICOS; METALES PESADOS Y MERCURIO</b>	<b>11</b>
<b>27.10 PEQUEÑAS REPRESAS CREADAS POR LA AGRICULTURA Y LA INFRAESTRUCTURA VIAL</b>	<b>12</b>
<b>27.11 DEGRADACIÓN DEL ECOSISTEMA RESULTANTE DE INTERACCIONES ENTRE FACTORES DE ESTRÉS</b>	<b>12</b>
<b>27.12 CONCLUSIONES</b>	<b>13</b>
<b>27.13 REFERENCIAS</b>	<b>13</b>

Resumen Gráfico

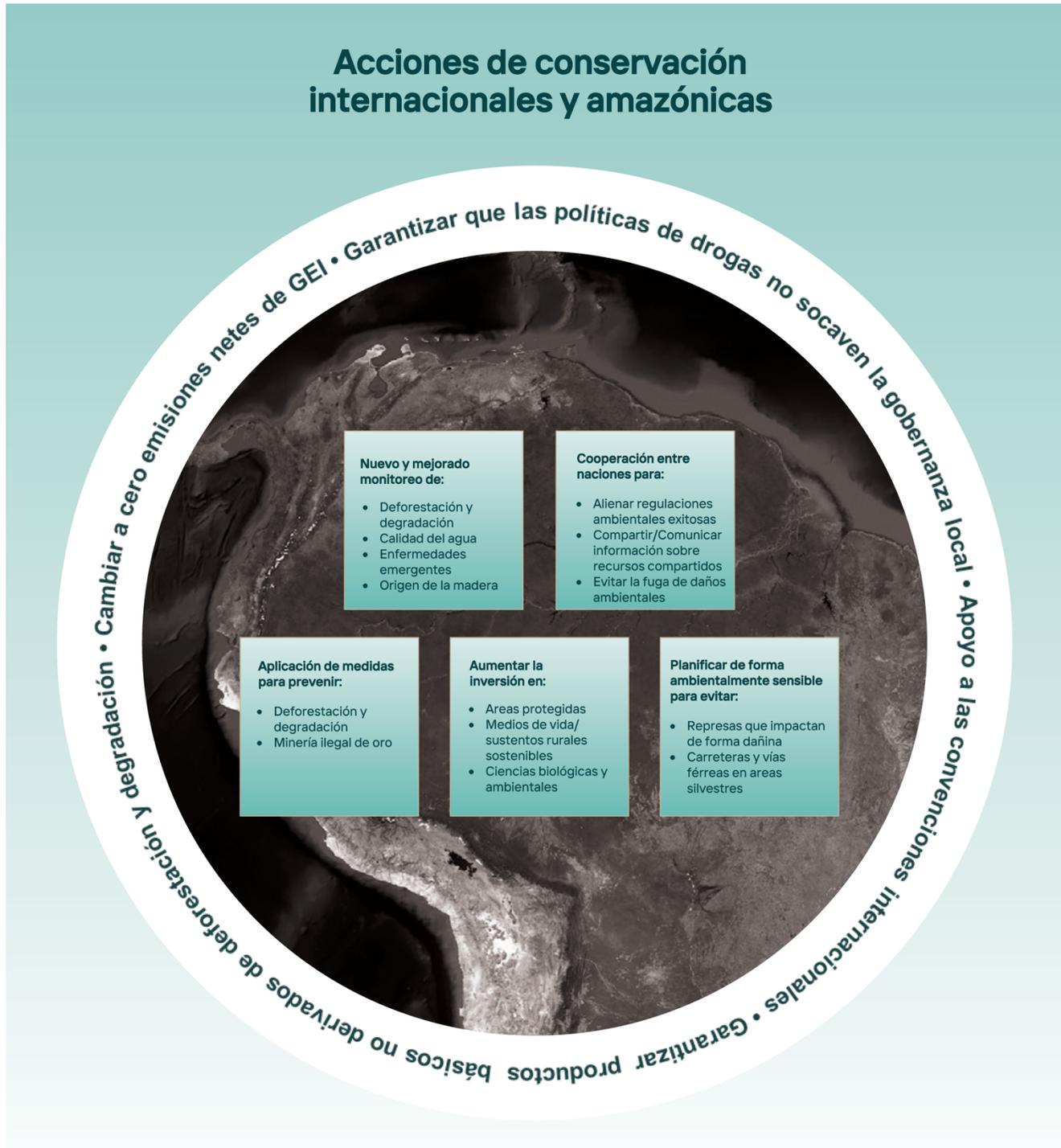


Figura 27.A Resumen gráfico

# Medidas de conservación para contrarrestar las principales amenazas a la biodiversidad amazónica

*Jos Barlow<sup>a,\*</sup>, Alexander C. Lees<sup>b</sup>, Plinio Sist<sup>cd,\*</sup>, Rafael Almeida<sup>e</sup>, Caroline Arantes<sup>f</sup>, Dolores Armenteras<sup>g</sup>, Erika Berenguer<sup>a,h</sup>, Patrick Caron<sup>d</sup>, Francisco Cuesta<sup>i</sup>, Carolina Doria<sup>j</sup>, Joice Ferreira<sup>k</sup>, Alexander Flecker<sup>e</sup>, Sebastian Heilpern<sup>l</sup>, Michelle Kalamandeen<sup>m</sup>, Marielos Peña-Claros<sup>n</sup>, Camille Piponiot<sup>o</sup>, Paulo Santos Pompeu<sup>p</sup>, Carlos Souza<sup>q</sup>, Judson F. Valentim<sup>r</sup>*

## Mensajes clave

- La biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas de la Amazonía están amenazados por una amplia gama de amenazas que se originan tanto dentro de la cuenca y como en el resto del mundo. Estas incluyen la pérdida de hábitat por la expansión de la ganadería y las tierras de cultivo, la caza y la sobrepesca, el cambio climático, la infraestructura inadecuada, la minería y la generación de energía, las especies invasoras, la guerra y los disturbios, la contaminación y la fragmentación de los cursos de agua por pequeñas represas y embalses.
- Las amenazas a menudo ocurren simultáneamente en las mismas regiones; las interacciones entre ellos pueden amplificar sus efectos o crear nuevos problemas. Dada la gama de amenazas y su complejidad, no existe una solución única ni simple para resolver los problemas socioambientales de la Amazonía. En cambio, es necesario (re)adoptar, replicar y ampliar un extenso conjunto de iniciativas.
- Lograr medidas de conservación de amplio alcance requerirá acciones que vayan más allá del ámbito tradicional de la biología de la conservación. Necesitará una nueva visión para la gente y la naturaleza de la Amazonía, e inversión en estrategias económicas alternativas.
- Las acciones que se tomen dentro de la Amazonía deben ir acompañadas de cambios en los países y regiones no amazónicas, para limitar el cambio climático y evitar exportar la deforestación, la fragmentación de los ríos y otros daños ambientales.

## Resumen

Las actividades humanas actuales están alterando y reduciendo la biodiversidad amazónica y modificando el funcionamiento de los ecosistemas terrestres y acuáticos (Capítulos 19 y 20). Este capítulo

<sup>a</sup> Lancaster Environment Centre, Lancaster University, Lancaster, UK, [jos.barlow@lancaster.ac.uk](mailto:jos.barlow@lancaster.ac.uk)

<sup>b</sup> Department of Natural Sciences, Manchester Metropolitan University, UK

<sup>c</sup> Agricultural Research Centre for International Development – France. CIRAD, [sist@cirad.fr](mailto:sist@cirad.fr).

<sup>d</sup> Université de Montpellier, UR Forests & Societies, Montpellier 34398, France

<sup>e</sup> Department of Ecology and Evolutionary Biology, Cornell University, 616 Thurston Ave., Ithaca NY 14853, USA

<sup>f</sup> Center for Global Change and Earth Observations, Michigan State University, East Lansing, USA

<sup>g</sup> Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

<sup>h</sup> Environmental Change Institute, University of Oxford, Oxford, UK.

<sup>i</sup> Grupo de Investigación en Biodiversidad, Medio Ambiente y Salud - BIOMAS - Universidad de Las Américas (UDLA), Quito, Ecuador

<sup>j</sup> Laboratório de Ictiologia e Pesca, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Porto Velho, Brazil

<sup>k</sup> Embrapa Amazonia Oriental, Trav. Eneas Pinheiro, Belém, Brazil

<sup>l</sup> Department of Natural Resources, Cornell University, USA

<sup>m</sup> School of Geography, University of Leeds, Leeds, UK

<sup>n</sup> Forest Ecology and Forest Management Group, Wageningen University & Research, Wageningen, The Netherlands

<sup>o</sup> Smithsonian Conservation Biology Institute & Smithsonian Tropical Research Institute, Republic of Panama

<sup>p</sup> Departamento de Ecologia e Conservação, Instituto de Ciências Naturais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brazil.

<sup>q</sup> Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), Belém, PA, Brazil.

<sup>r</sup> Agroforestry Research Center of Acre, Embrapa Acre, Rodovia BR-364, Km 14 (Rio Branco/Porto Velho), Rio Branco AC 69900-970, Brazil

describe algunos de los enfoques necesarios para abordar las principales amenazas a la biodiversidad y los ecosistemas de la Amazonía, es decir, la deforestación, la construcción de represas en los ríos, la minería, la caza, el comercio ilegal, la producción y el tráfico de drogas, la tala ilegal, la sobrepesca y la expansión de la infraestructura. El papel de la restauración se aborda en los Capítulos 28 y 29.

*Palabras clave: Deforestación, degradación, represas, minería, caza, pesca, tala*

### 27.1 Introducción

La biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas de la Amazonía están amenazados por una amplia gama de factores que se originan tanto dentro de la cuenca como en el resto del mundo. Aquí describimos algunas de las medidas preventivas requeridas para contrarrestar las amenazas más importantes para la biodiversidad amazónica. Se utiliza como marco para el análisis de los impulsores del cambio una adaptación específica para la Amazonía del Esquema de Clasificación de Amenazas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (v 3.2<sup>s</sup>). Como se trata de una revisión de alto nivel, es importante aclarar que no todas las amenazas son igualmente relevantes en toda la cuenca (ver los Capítulos 19 y 20), que las soluciones presentadas aquí son de mayor nivel y no exploran los matices y detalles que son clave para la implementación en regiones o contextos específicos, y que las medidas de conservación que pueden funcionar en un país o entorno pueden ser ineficaces o contraproducentes en otros lugares. Finalmente, señalamos que las medidas para conservar la biodiversidad amazónica deben llevarse a cabo junto con un conjunto más amplio de medidas que protegen a las personas vulnerables y mejoran el bienestar y los medios de vida locales (por ejemplo, ver también los Capítulos 25, 26, 30 y 31).

### 27.2 Pérdida de hábitat y degradación de ecosistemas como resultado de la ganadería, la expansión de tierras de cultivo y la especulación de tierras

La deforestación, la degradación forestal y la conversión de ecosistemas no forestales amenazan la

biodiversidad nativa en toda la Amazonía (Capítulo 19). Allá donde la deforestación es la principal amenaza, las acciones de conservación pueden desarrollarse en torno a la adopción, la replicación o el regreso a intervenciones que fueron exitosas en el pasado o en otras regiones. Estos incluyen (i) monitoreo casi en tiempo real de la pérdida de bosques en toda la cuenca, (ii) cumplimiento de acciones efectivas en el terreno, (iii) uso de sanciones según lo permitido por las leyes ambientales, y restricciones crediticias para propietarios en zonas de alta deforestación, (iv) moratorias de soya y ganadería, (v) incentivos a sistemas agrícolas que eviten la deforestación, (vi) la expansión, demarcación legal y salvaguarda real de las áreas protegidas, incluyendo reservas de uso sustentable y territorios indígenas, (vii) apoyo y reconocimiento de las acciones de base, incluyendo las patrullas y el mapeo liderados por las comunidades, y (viii) los mecanismos basados en incentivos, como son los pagos por servicios ecosistémicos y los esquemas voluntarios de REDD+, para mantener la cobertura forestal y evitar la degradación en tierras privadas.

Los avances en la teledetección pueden apoyar en gran medida estas intervenciones, lo que permite evaluaciones de la pérdida de bosques en tiempo real, a una escala más fina y con mayor resolución temporal y una capacidad mejorada para rastrear los factores de degradación, como los incendios y la tala ilegal. La teledetección también necesita hacer seguimiento a la pérdida y degradación de los ecosistemas no forestales, que pueden ser mucho más difíciles de detectar.

El éxito de las intervenciones diseñadas para prevenir la deforestación y la degradación requiere una mejor gobernanza y una reducción de la

<sup>s</sup> <https://www.iucnredlist.org/resources/threat-classification-scheme>

corrupción en todas las escalas (Cuneyt Koyuncu Y Rasim Yilmaz, 2008; Fischer et al., 2020). La evaluación de la conservación de la vegetación nativa en tierras privadas requiere registros de tierras actualizados y transparentes (por ejemplo, el *Catastro Ambiental Rural* en Brasil). Reducir el impacto negativo de los productos básicos que están fuertemente asociados con la deforestación, como la carne de res, la soya y los minerales requiere de una trazabilidad completa de las cadenas de suministro para lograr eliminar la deforestación (Zu Ermgassen et al., 2020). Además de las acciones dentro de los países amazónicos, mejorar la gobernanza y la responsabilidad financiera también depende de las acciones que se realicen en aquellos países que importan productos amazónicos.

### **27.3 Degradación de ecosistemas resultante del uso de recursos biológicos: sobreexplotación o recursos por caza, pesca y tala**

#### **27.3.1 Caza**

La caza de vida silvestre está muy extendida, culturalmente arraigada en la Amazonía y representa una gran amenaza para algunos vertebrados amazónicos y, en última instancia, para los ecosistemas (Capítulo 19). Para especies como *Crax globulosa*, en peligro de extinción, es la principal amenaza, mientras que, para otras, como *Psophia obscura*, en peligro crítico de extinción, actúa en sinergia con la pérdida, fragmentación y degradación del hábitat. La aplicación efectiva de los instrumentos legales existentes para proteger a las especies amenazadas de la caza es crucial para la persistencia a largo plazo de dichas especies. En algunos casos, esto puede ser una cuestión de sensibilización efectiva que contrarreste el desconocimiento de las leyes o la alta aceptación social de las acciones ilegales (Winter Y May, 2001). Sin embargo, las estrategias de intervención de conservación deben tener en cuenta los impactos, potencialmente graves, en muchos habitantes locales que corren el riesgo de perder su cultura, el conocimiento tradicional y la diversidad alimenticia, lo que generaría riesgos para la seguridad alimentaria (Ibarra et al., 2011). Aunque gran parte de la

caza tiene fines de subsistencia y está ligada a la pobreza rural, la caza cruza fronteras socioeconómicas (El Bizri et al., 2015) y puede verse facilitada por la falta de cumplimiento de la ley, fomentando el incumplimiento por ganancias económicas o simplemente para el ocio y/o el prestigio social. La demanda urbana de carne de animales silvestres es alta (Parry et al., 2014), y es un importante impulsor del agotamiento de las especies cinegéticas, incluso en paisajes con alta cobertura forestal (Parry Y Peres, 2015).

Bragagnolo et al. (2019) elaboró una serie de recomendaciones para mitigar el impacto de la caza teniendo en cuenta el bienestar humano. Sugieren que i) se debe simplificar el proceso de registro para convertirse formalmente en un cazador de subsistencia, ii) se deben extender los esquemas de licencias y iii) se debe vincular la caza con el manejo comunitario de la vida silvestre. Idealmente, el la gestión para el aprovechamiento de la vida silvestre debería basarse en sistemas de cuotas que consideren la variación en los atributos de la historia de vida de diferentes especies de caza, incluyendo las tasas reproductivas y densidades poblacionales. Además, o alternativamente, otra estrategia bien establecida para evitar el agotamiento de la caza regional, es la creación de 'zonas de exclusión' que fomentan la dinámica fuente-sumidero (Wilkie Y Carpenter, 1999). Las zonas de exclusión pueden ser específicas para ciertos hábitats, por ejemplo, se podría restringir la caza a zonas de bosques secundarios insertados en matrices de bosques primarios (García-Frapolli et al., 2007), aunque requerirían de su cumplimiento para ser efectivos. En circunstancias en las que sea necesario controlar la ilegalidad y reducir la presión de la caza, las posibles intervenciones incluyen i) proporcionar medios de vida alternativos, ii) modificar las cadenas de suministro de caza a través de la sustitución, y iii) utilizar campañas de educación y mercadeo social dirigidas a grupos demográficos clave para lograr un cambio en el comportamiento de los mismos (Bragagnolo et al. 2019).

### 27.3.2 Sobrepesca

La pesca en la Amazonía abarca un gradiente de intensidad, que va desde industrial a artesanal, y utiliza diversos artes y técnicas, con impactos que varían espaciotemporalmente a lo largo de los diferentes ecosistemas fluviales. Esto puede conducir al agotamiento de las poblaciones, pero al igual que con la caza, afecta de manera desproporcionada a algunas especies más que a otras, con los mayores impactos en los peces grandes (Capítulo 20). Muchas especies de gran tamaño también son migratorias, lo que plantea desafíos de gestión transfronteriza. Muchas de las soluciones a la sobreexplotación de vertebrados terrestres se aplican igualmente a las pesquerías, con un enfoque en la gestión pesquera integrada que puede incluir la planificación basada en la comunidad, evaluaciones cuidadosas de las poblaciones que consideren las historias de vida de las especies, la implementación de áreas de no-captura y el control de actividades comerciales. Los esquemas de co-manejo comunitario, en particular, han demostrado ser efectivos para reducir la presión sobre especies clave, salvaguardar la biodiversidad acuática, mejorar los medios de vida de las personas a través de mayores rendimientos y empoderar a los grupos marginados, incluidas las mujeres y los pueblos indígenas (Silva y Peres 2016, Lopes et al. 2021). La aplicación de los límites de temporada de veda existentes y los requisitos de tamaño mínimo aumentaría la productividad de la población, limitaría la sobreexplotación (Castello et al., 2011), y protegería a los individuos sexualmente inmaduros para evitar el colapso de las poblaciones de peces, incluso si se restringe la pesca (Myers Y Mertz, 1998). La diversificación de la composición de las capturas debería reducir la presión sobre las especies sobreexplotadas; este es particularmente el caso de especies migratorias como *Salminus brasiliensis*, *Colossoma macropomum*, *Brachyplatystoma capretum* y *Pseudoplatystoma* spp. que necesitan una gestión eficaz a gran escala espacial. Otras actividades de 'pesca' deben terminar de inmediato; por ejemplo, la disminución de la población de los delfines de agua dulce amazónicos *Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis* se debe a una combinación de

captura incidental y pesca que los utiliza como carnada para atrapar al bagre carroñero *Calophysus macropterus* (da Silva et al. 2018). La falta generalizada de monitoreo a largo plazo es una barrera importante para cuantificar y mitigar la sobrepesca. Los gobiernos nacionales de toda la Amazonía deben invertir en infraestructura regional para recopilar, mantener y compartir información (Goulding et al. 2019).

### 27.3.3 Comercio ilegal de vida silvestre

Si bien la prevalencia puede haber disminuido desde los máximos históricos, el tráfico nacional e internacional sigue siendo el principal factor impulsor de la disminución de especies acuáticas como los peces ornamentales (Capítulo 20) y especies terrestres como los pájaros cantores (Capítulo 19). Por ejemplo, la población del pinzón de semilla de pico grande *Sporophila maximiliani* está en peligro crítico en Brasil, pero aún se encuentra en el comercio (do Nascimento et al., 2015; Machado et al., 2019). Las autoridades también deben estar atentas a los nuevos intercambios; ahora existe un mercado emergente para las partes del cuerpo de felinos, impulsado en parte por la demanda de su uso en la medicina tradicional china (Morcalty et al. 2020). Los organismos encargados de hacer cumplir la ley han incautado restos de jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*) y ocelote (*Leopardus pardalis*), la mayoría aparentemente de origen boliviano (Arias et al. 2021). Abordar el comercio internacional requiere mejoras en la financiación de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) (Phelps et al., 2010). Hay medidas adicionales que podrían ayudar a mitigar los efectos del tráfico de biodiversidad. Por ejemplo, la fundación de linajes cautivos controlados por pedigrí de las últimas aves silvestres, o de aves silvestres confiscadas por las autoridades ambientales, podría ayudar a garantizar la integridad genética de algunas de las especies más amenazadas (Ubaid et al., 2018). Esto debe sumarse a los esfuerzos para detener la entrada del comercio de aves silvestres y las medidas para aumentar la sostenibilidad de la cría de aves, enfatizando la importancia de las aves

criadas en cautiverio (Marshall et al., 2020). Todas las intervenciones de conservación serán más eficaces si se toman medidas para reducir la demanda nacional y extranjera de especies silvestres.

#### 27.3.4 Tala ilegal

En ausencia de una regulación y un seguimiento estrictos, la tala selectiva puede ser un importante factor de degradación forestal, lo que debilita la resiliencia de los bosques ante los incendios (Alencar et al., 2004). Esto aumenta el riesgo de extinción comercial de las especies maderables más valiosas (Blundell Y Gullison, 2003; Branch et al., 2013; Richardson Y Peres, 2016), y reduce la riqueza y altera la composición de la fauna forestal (por ejemplo, Mason 1996, Barlow et al. 2006, França et al. 2018). La tala selectiva también es un importante impulsor indirecto de la deforestación, ya que crea caminos, accesos y asentamientos (Capítulo 19). Existe una gran cantidad de evidencia sobre soluciones regulatorias efectivas, como las pautas de cosecha de madera que establecen límites de extracción evitando la tala en áreas ecológicamente sensibles, como son pendientes empinadas y adyacentes a cursos de agua, y formas de mitigar los impactos de la tala y transporte de árboles. Estas se conocen colectivamente como técnicas de “reducción de impactos madereros” (RIL, por sus siglas en inglés) (ITTO/IUCN, 2009; ITTO, 2015). Si bien estos son, sin duda, preferibles a los enfoques convencionales (no planificados) para reducir las pérdidas de carbono y biodiversidad (West et al., 2014; Chaudhary et al., 2016), todavía existen preocupaciones importantes sobre la sostenibilidad a largo plazo de las tasas de captura que se han establecido (Sist et al., 2021). Estos deben revisarse utilizando datos especie y región específicos sobre ciclos y modelos de cosechas y s (Sist Y Ferreira, 2007; Piponiot et al., 2019). El mayor y más inmediato desafío se relaciona con la alta prevalencia de actividades ilegales, que incluso permean las concesiones legales (Finer et al., 2014; Brancalion et al., 2018). La tala ilegal tiene dos efectos principales. Primero, no se siguen las prácticas de manejo forestal sostenible en las áreas donde se extrae

madera ilegalmente (Vidal et al., 2020), causando reducciones significativas y duraderas en las reservas de carbono forestal (Berenguer et al., 2014). En segundo lugar, la disponibilidad de madera ilegal suprime los precios del mercado, lo que reduce los incentivos para que otros sigan los métodos EIR (Santos de Lima et al., 2018).

Abordar estos problemas requerirá sistemas públicos mejorados que rijan la tala y cadenas de suministro de forma más transparente para que el origen de la madera pueda ser rastreado y claramente verificado (Brancalion et al. 2018). Big data, el uso de vehículos aéreos no tripulados (UAV) (Figueiredo et al., 2016), y las tecnologías de ADN podrían apoyar los procesos de verificación (Degen et al., 2013). También se pueden realizar mejoras mediante la creación de alianzas entre múltiples actores más sólidas relacionadas con los bosques y que incluyan la participación de la comunidad local (Ros-Tonen et al., 2008). Esto puede ayudar a garantizar tanto el cumplimiento de las leyes ambientales como los derechos de tenencia de la tierra. A más largo plazo, reducir la dependencia económica de la Amazonía de la madera de los bosques nativos debería proporcionar un mejor enfoque (ver el Capítulo 29), siempre y cuando las plantaciones no conduzcan a la conversión de los bosques nativos.

#### 27.4 Degradación del ecosistema como resultado del cambio climático y el clima severo

Los vínculos entre las acciones humanas, el cambio climático y los extremos climáticos ahora son inequívocos o prácticamente seguros (IPCC AR6 WG1). Dichos cambios también son importantes impulsores de la degradación de los ecosistemas en la Amazonía (Capítulo 22). Los impactos pueden ser directos e inmediatos, por ejemplo, a través de sequías que causan una mortalidad generalizada de árboles y vida acuática (e.g. Phillips *et al.* 2009; Lennox *et al.* 2019) o a través de inundaciones dañinas (Marengo Y Espinoza, 2016; Barichivich et al., 2018). Los eventos climáticos extremos alteran la disponibilidad de recursos clave como los árboles frutales (Wright et al., 1999) y provocan

cambios importantes en las poblaciones de vida silvestre (Bodmer et al., 2018). El cambio climático también puede actuar lentamente, durante largos períodos de tiempo, alterando los patrones de temperatura y precipitaciones, y aumentando la duración de la estación seca (Fu et al., 2013). Estos cambios más graduales están asociados con cambios en la composición de especies de árboles observados en redes de parcelas a largo plazo (Esquivel-Muelbert et al., 2019). El cambio climático y los extremos también pueden actuar en conjunto con otras perturbaciones para aumentar la probabilidad de megaincendios a gran escala (por ejemplo, Aragao et al. 2018, Withey et al. 2018) y muerte de los bosques (Nobre et al., 2016) (ver los Capítulos 22 y 24).

Abordar la presencia generalizada de los factores climáticos es un desafío, que requiere una acción global rápida para alcanzar emisiones netas de CO<sub>2</sub> cero, así como reducciones fuertes y sostenidas en otras emisiones de gases de efecto invernadero (IPCC AR6). Si bien las reducciones en el uso de combustibles fósiles son fundamentales, también se necesitan acciones dentro de la Amazonía. En primer lugar, la Amazonía es en sí misma un almacén global de carbono de importancia crítica y un sumidero potencial, y el cambio en el uso de la tierra de las naciones amazónicas contribuye con la mayoría de sus emisiones (Capítulo 19). Por lo tanto, la gestión local para evitar la deforestación y la degradación y alentar la restauración forestal jugará un papel clave en la mitigación del cambio climático global (si se lleva a cabo junto con las reducciones de emisiones en otros lugares). En segundo lugar, la gestión local puede ser clave para permitir que los ecosistemas conserven su resistencia innata al estrés climático (p. ej. França *et al.* 2020). La cubierta forestal es en sí misma un determinante importante de los climas locales, reduciendo las temperaturas y reteniendo el ciclo del agua (Capítulos 7 y 29). Evitar la tala selectiva y crear zonas de amortiguación en los bordes de los bosques con bosques en regeneración podría ayudar a conservar los microclimas de los bosques húmedos (Uhl Y Kauffman, 1990), reduciendo el riesgo de incendios forestales. Los árboles en bosques intactos

también pueden ser más resistentes al estrés por sequía e incendios, con niveles más bajos de mortalidad (Berenguer et al., 2021). La gestión local que fomente que los ríos fluyan libremente también podría hacer que los sistemas acuáticos sean más resistentes al cambio climático y a los extremos climáticos, ya que el clima extremo exagera los impactos que las grandes represas tienen en el funcionamiento de los ecosistemas en los bosques río abajo (Moser et al., 2019).

### 27.5 La infraestructura como motor del cambio: Carreteras y Ferrocarriles

La experiencia pasada sugiere que, aumentar el acceso a nuevas regiones a través de la construcción o pavimentación de carreteras sin cambios drásticos en la gobernanza, dará como resultado un aumento inevitable de la deforestación y la degradación ambiental (ver los Capítulos 14 y 19). Dado que los cambios en la gobernanza son poco probables a corto plazo y aún no han demostrado ser efectivos en escalas más pequeñas, mantener la integridad de la Amazonía requiere un enfoque muy cauteloso para la construcción de nuevas carreteras y la mejora de las redes de transporte existentes. Esto es especialmente importante cuando se implementan esquemas de construcción o mejora de carreteras en regiones previamente inaccesibles, como la IIRSA (la carretera planificada en la 'Calha Norte' de la Amazonía brasileña) o la pavimentación de carreteras como la BR319 entre Manaus y Porto Velho. Si bien todas las carreteras y vías férreas tienen consecuencias ambientales perjudiciales, algunas son peores que otras. Debe haber una mayor distinción entre carreteras y vías férreas que son importantes para la economía local y las personas, y aquellas que abren fronteras forestales, fomentan el acaparamiento de tierras y una amplia gama de actividades ilegales, o están motivadas por razones geopolíticas o especulación de tierras. Si bien muchas carreteras no oficiales están asociadas con la deforestación, estos son síntomas de gobernanza no planificada y especulación de la tierra, así como posibles impulsores de la deforestación *per se*. Los ferrocarriles en la región están casi todos ligados al transporte de soya y/o productos mineros

(Capítulo 19). Si bien los ferrocarriles pueden tener menos impactos indirectos en los bosques circundantes que las carreteras, actúan para fragmentar la región y acelerar la deforestación a lo largo de las vías (Capítulo 19). Finalmente, los grandes desarrollos de infraestructura deben evitar las áreas protegidas y los territorios Indígenas.

### 27.6 Energía y minería como motor de cambio

En lugar de construir grandes represas, se deben aprovechar fuentes alternativas de energía renovable en la Amazonía, incluyendo la energía solar (Sánchez et al., 2015) y eólica de fuera de la red. Cuando se consideren represas para la generación de energía regional, los costos y beneficios potenciales deben evaluarse frente a formas alternativas de generación de energía, realizando evaluaciones de impacto integrales que consideren los costos sociales, ambientales y económicos totales durante la vida útil del proyecto, incluido el desmantelamiento. Dichas evaluaciones deben incluir los efectos indirectos de los grandes proyectos de infraestructura, que pueden extenderse decenas de kilómetros en el bosque circundante (Capítulo 19 y Capítulo 20 Sonter *et al.* 2017). Si se implementa, el enfoque debe estar en las estaciones hidroeléctricas de cabecera más pequeñas a lo largo de los afluentes terciarios que minimizan los impactos sobre la biodiversidad, y deben evitar los tramos inferiores de los ríos amazónicos donde los impactos sobre la sociobiodiversidad son más generalizados. Estas represas hidroeléctricas más pequeñas aún requerirán análisis ambientales completos de la cuenca del río para comprender y mitigar los impactos ambientales acumulativos. Requerirán la eliminación de la vegetación antes de la inundación para minimizar las emisiones de metano, y existe la necesidad de mantener tramos de ríos libres de represas que contengan secciones representativas del paisaje original (Lees et al., 2016). La aprobación de nuevas represas también debe ir acompañada de un análisis de compensación que incluya estimaciones realistas de la producción de energía futura bajo diferentes escenarios climáticos (Winemiller et al., 2016). Los esfuerzos para modernizar las centrales hidro-

eléctricas más antiguas darán como resultado un ahorro considerable de costos y tiempo y generarán menos impactos ecológicos y sociales, aunque es probable que el desmantelamiento y el cambio a formas alternativas de energía renovable brinden los mayores beneficios ambientales.

### 27.7 Especies invasoras y enfermedades

Las especies invasoras son uno de los principales impulsores de las extinciones locales y globales en todo el mundo (Bellard et al. 2016), alterando los procesos de los ecosistemas y la provisión de servicios, a menudo junto con cambios en la extensión y calidad del hábitat impulsados directamente por otras acciones humanas. Estos impactos son particularmente frecuentes en los sistemas acuáticos donde las especies invasoras pueden provocar cambios en la abundancia de las comunidades acuáticas, especialmente peces, zooplancton y macrofitos, lo que puede conducir a una mayor turbidez del agua y una mayor concentración de nitrógeno y materia orgánica (Gallardo et al. 2016). Aunque las especies invasoras están muy extendidas en los ecosistemas acuáticos de la Amazonía, nuestro conocimiento de sus impactos y distribución es limitado (Capítulo 20). Hasta la fecha, la mayoría de los impactos se han demostrado en sistemas ribereños que experimentan una mayor presión de propágulos de especies invasoras no nativas (Doria et al., 2021). Muchas introducciones de peces (por ejemplo, carpa y tilapia) son deliberadas y se percibe como un medio para desarrollar la acuicultura y la economía. Tales medidas han recibido recientemente el respaldo político de medidas legales que facilitan la "naturalización por decreto" de tales especies de peces invasoras (Pelicice et al., 2014; Alves et al., 2018). Esta tendencia hacia la legalización de especies no autóctonas para la acuicultura debe revertirse y, en su lugar, los productores acuícolas deben tratar de desarrollar nuevas tecnologías para la producción de especies de peces autóctonas; la Amazonía tiene la reserva más diversa de opciones a nivel mundial.

Más allá de los peces introducidos, los ecosistemas acuáticos también están amenazados por la hierba

invasora *Urochloa arrecta* (hierba africana), que compite con las comunidades nativas de macrófitas, lo que provoca extinciones locales que empobrecen los servicios de los ecosistemas (Fares et al., 2020). Los invasores como *Urochloa arrecta* están asociados con ambientes alterados y una ruptura en la integridad del ecosistema, especialmente una mayor apertura del dosel que facilita la invasión. Como tal, las medidas tomadas para restaurar los bosques ribereños de dosel cerrado deberían ayudar a restringir su propagación. Es necesario mejorar la bioseguridad y el tratamiento de las aguas de lastre para detener la propagación de otras especies acuáticas en la Amazonía, como el mejillón dorado *Limnoperna fortunei*, que se ha propagado en cuencas adyacentes (por ejemplo, Paraná) y también podría representar una gran amenaza para la biodiversidad en cuanto a actividades económicas (por ejemplo, bloqueo de tuberías de centrales hidroeléctricas y suministros de agua) (Uliano-Silva et al., 2013). El monitoreo puede ayudar a garantizar la detección temprana, pero debe ir acompañado de protocolos de bioseguridad efectivos que eviten el transporte de especies invasoras a la Amazonía. Esto requiere una gestión coordinada a varias escalas y la estrecha cooperación de los gobiernos estatales y locales.

Los sistemas terrestres en la Amazonía, aparentemente parecieran estar menos amenazados por especies invasoras pero hay ejemplos como el escape de la acacia (*Acacia mangium*) desde plantaciones comerciales a gran escala hacia las sabanas amazónicas circundantes (Aguiar et al. 2014). Las iniciativas silvícolas, incluyendo las plantaciones o la restauración forestales, deben realizar una evaluación de riesgos sobre el potencial de invasión de las especies que se utilizan y contribuir a controlar las invasiones biológicas en caso de que ocurran. Se necesitan esfuerzos de vigilancia de enfermedades para rastrear enfermedades como la fiebre amarilla en primates (Ramos-Fernández and Wallace, 2008) y quitridiomycosis en anfibios que pueden ser en gran parte asintomáticos en la cuenca (Russell et al., 2019). Aunque estos pueden no ser problemas importantes en la actualidad, pueden representar serias amenazas para poblaciones pe-

queñas y fragmentadas de especies en peligro crítico en el futuro.

### 27.8 Intrusiones humanas: Guerra y disturbios

Los impactos ambientales negativos derivados de los conflictos con actores no estatales dentro de un país se han documentado en todo el mundo (McNeely, 2003). Entre los impulsores de la deforestación, tanto la guerra como los conflictos violentos en áreas tropicales han afectado los bosques y la biodiversidad de muchos países de América Latina (McNeely, 2003; Fjeldså et al., 2005). El impacto de la violencia en la deforestación tropical es mixto. En algunos casos, el conflicto aumenta las tasas de deforestación (McNeely, 2003; Hanson et al., 2009), debido principalmente a cambios en la tenencia de la tierra y cambios en las prácticas agrícolas, incluyendo la expansión de cultivos ilícitos (Negret et al., 2019). En otros casos, al limitar el acceso al bosque, los grupos armados han reducido inadvertidamente la explotación forestal (Dávalos, 2001), impidiendo el desarrollo de la infraestructura y la agricultura (Reardon, 2018), e incluso facilitando la recuperación del bosque (McSweeney et al., 2014).

Las situaciones posteriores a la ocurrencia de conflictos requieren de una cuidadosa gestión. En Colombia, después de décadas de disturbios, el reciente acuerdo de paz de 2016 amplió las prácticas de desarrollo insostenible, lo que resultó en un aumento de la deforestación en algunas áreas fronterizas. Un aumento desproporcionado de los incendios fue la primera señal de degradación forestal a gran escala (Armenteras et al., 2019) y transformación en el corazón de áreas protegidas clave en la Amazonía colombiana (Murillo-Sandoval et al., 2020). En Colombia, al igual que en Brasil, los propietarios de tierras utilizan la ganadería para reclamar la propiedad de los bosques recién talados, lo que se suma a la falta de claridad en la titularidad de los títulos de propiedad de la tierra (Armenteras et al., 2019). Establecer un control y una gobernanza gubernamentales legítimos en las antiguas zonas de conflicto amazónicas de Perú y Colombia es fundamental para garantizar que las tasas de

deforestación no aumenten durante los períodos de transición. En Colombia, esto requiere trabajar con comunidades en reservas indígenas y tierras colectivas afrocolombianas para establecer objetivos de conservación dentro de un contexto más amplio de aspiraciones de desarrollo local (Negret et al., 2019). La conservación y el uso sostenible también requieren la participación de las comunidades desplazadas por la guerra, pero esto se ve socavado por los asesinatos en masa y los asesinatos de líderes comunitarios (ONU, 2021) y un aumento en el área de cultivos ilícitos (Murillo-Sandoval et al., 2020). Además, el acceso y la distribución de la tierra sigue siendo muy desigual en países como Brasil, Perú y también Colombia, y ha sido una fuente importante de conflictos violentos durante décadas (Krause, 2020); frenar la especulación y el acaparamiento de tierras es esencial para proteger los bosques (Armenteras et al., 2019). Es necesario y debe promoverse el apoyo político, técnico y financiero a los pequeños agricultores para garantizar la transición del cultivo de coca a otros usos legales de la tierra. Algunas de las soluciones se encuentran fuera de los países amazónicos. Por ejemplo, la desregulación y la legalización de las drogas en el mundo desarrollado reduciría los ingresos del crimen organizado y abriría oportunidades para el desarrollo sostenible y la conservación en regiones afectadas por el crecimiento de este cultivo y el tráfico de los productos derivados (McSweeney et al., 2014).

### **27.9 Residuos agrícolas, acuícolas e industriales; residuos plásticos; metales pesados y mercurio**

La Amazonía necesita una red de monitoreo de la calidad del agua que se extienda a través de las diferentes cuencas fluviales, proporcionando una forma de vincular los cambios en la calidad con los cambios en la biodiversidad y las condiciones del ecosistema. Esto también es clave para las comunidades humanas, dado que los ríos son la principal fuente de agua potable de la región, pero no es tratada en muchas áreas (Fenzl Y Mathis, 2004). Aunque el agua es tratada para el consumo en las ciudades amazónicas, el tratamiento de aguas residuales a menudo es inexistente o ineficaz y re-

quiere una inversión urgente (Capítulo 20). El monitoreo también debe cubrir las zonas industriales y mineras, como Manaos (Amazonas) y Barcarena (Pará), respectivamente, donde los depósitos de relaves de desechos industriales representan un riesgo importante para la salud humana y del ecosistema (Medeiros et al., 2017).

La minería del oro es la principal fuente de mercurio en las aguas de los ríos. Se acumula a lo largo de la cadena alimentaria hasta llegar a los humanos, afectando especialmente a las poblaciones humanas que dependen en gran medida del consumo de pescado, lo que provoca graves daños neurológicos y motores, incluso en aquellos que viven a varios kilómetros de distancia de las fuentes de contaminación (Capítulo 21). Estas actividades predominantemente ilegales deben frenarse mediante una mejor gobernanza, cumplimiento y protección de áreas protegidas y territorios indígenas. Fuera de la Amazonía, las cadenas de suministro de oro deben ser transparentes y responsables de sus fuentes, por lo tanto, es necesario tomar medidas enérgicas contra la creciente presencia de oro ilegal en el comercio internacional.

Se necesita una investigación urgente para comprender el impacto de los plaguicidas en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos tanto en los ecosistemas terrestres como acuáticos (Capítulo 19 y Capítulo 20). Las soluciones implican una selección más rigurosa y la concesión de licencias de productos químicos, y una mejor capacitación para los agricultores en su uso. Esto reducirá los impactos derivados de técnicas de aplicación deficientes. Estos temas son especialmente pertinentes en el sur de la cuenca (Lathuillière et al., 2018). La contaminación plástica es un problema creciente, con microplásticos encontrados en varias especies de peces diferentes (Capítulo 20). Las acciones específicas de cada país (ver el Capítulo 28) deben estar soportadas por una regulación a nivel de toda la cuenca. Por ejemplo, en Perú, las campañas públicas y las prohibiciones de plástico de un solo uso han cobrado impulso y tales acciones podrían replicarse en los demás países amazónicos.

### 27.10 Pequeñas represas creadas por la agricultura y la infraestructura vial

Además de la fragmentación de los ríos provocada por las represas hidroeléctricas (ver la Sección 2.5), la fragmentación de los cursos de agua en el Amazonas también está asociada con cruces de caminos y alcantarillas inadecuados. Aunque estas barreras suelen ser pequeñas en comparación con las represas hidroeléctricas, tienen consecuencias a escala de paisaje para los conjuntos de especies (Schiesari et al., 2020) y son una amenaza directa para los ensamblajes de peces altamente diversos y únicos que se encuentran en los arroyos del Amazonas (Leal et al., 2018). Incluso los pequeños embalses creados aguas arriba de las carreteras son impulsores importantes del cambio de hábitat dentro de la corriente (Leal et al., 2016). Los cruces de carreteras inadecuados también aíslan a las poblaciones acuáticas al interrumpir las vías de dispersión (Perkin y Gido, 2012), lo que podría dificultar las oportunidades de recolonización después de eventos de extinción estocásticos e inducidos por humanos (Schumann et al., 2019; Wilkes et al., 2019), y distribuciones cambiantes debido al cambio climático (Comte et al., 2014). A pesar de la creciente conciencia de los beneficios que se pueden obtener de la adaptación de las pequeñas pero generalizadas barreras creadas por los cruces de carreteras (O'Shaughnessy et al., 2016), hay pocos incentivos para hacerlo; estos cruces son considerados de bajo impacto ambiental por el Consejo Ambiental Brasileño (CONAMA 2006, resolución #369), desanimando las prácticas de restauración. Sin embargo, incluso los cambios relativamente menores en las regulaciones podrían marcar una diferencia importante. Muchos cruces de caminos en la Amazonía requieren reparaciones frecuentes, y reemplazarlos con estructuras menos dañinas (puentes) podría tener una atractiva relación costo-beneficio.

### 27.11 Degradación del ecosistema resultante de interacciones entre factores de estrés

Muchos de los factores estresantes antes mencionados ocurren simultáneamente, y un conjunto de

estos puede amplificar tanto la prevalencia como el impacto de otros factores estresantes o incluso crear nuevos problemas. Aquí destacamos la importancia de tales interacciones centrándonos en los incendios forestales, que son un componente clave en cualquier muerte regresiva amazónica a gran escala (capítulo 24). Destacamos claramente la complejidad asociada con los efectos interactivos y demostramos que las soluciones deben abordar cada uno de los conductores de forma independiente, lo que requiere a su vez una acción multisectorial. El cambio climático global es un factor clave de la prevalencia de incendios, aumentando tanto la duración de la estación seca como incrementando las temperaturas (Brando et al., 2019). Por lo tanto, mantener el potencial de mitigación del cambio climático de la Amazonía depende de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en todo el mundo. Pero si bien abordar el cambio climático sigue siendo una prioridad mundial, es probable que sea un proceso lento con retrasos significativos, incluso en el mejor de los casos (Masson-Delmotte et al., 2121). Por lo tanto, la prevención de incendios forestales en las próximas décadas requerirá medidas de conservación y prevención que aborden sus causas locales (Barlow et al., 2020). Abordar la deforestación es fundamental, ya que la tala de bosques es una fuente importante de ignición y aumenta la inflamabilidad de los bosques restantes al aumentar la densidad de los bordes, elevar las temperaturas regionales y reducir las precipitaciones (Capítulo 19).

Pero la deforestación no es la única fuente de ignición en el paisaje. Muchos incendios forestales comienzan cuando los incendios en los pastos de ganado 'escapan' (Barlow et al., 2020); este riesgo puede reducirse fomentando la intensificación sostenible de la ganadería, que evita la quema de pastos (Capítulo 29). La agricultura tradicional dependiente del fuego, como los sistemas de barbecho agrícola que utilizan tala y quema (p. ej. Padoch y Pinedo-Vasquez 2010) son más difíciles de reemplazar, ya que las acciones podrían tener resultados no deseados para el uso sostenible de la tierra, la seguridad alimentaria regional y la justicia social. En estos casos, las políticas de conservación

deben ayudar a los agricultores a adaptar las prácticas agrícolas existentes y deben considerar las perspectivas locales (Carmenta et al., 2013). Los incendios también podrían reducirse mediante la prevención de la tala ilegal y cualquier otra acción que provoque la degradación forestal, ya que las altas tasas de extracción y la falta de planificación previa o gestión de seguimiento hacen que los bosques talados ilegalmente sean especialmente vulnerables a los incendios, debido a los cambios en el microclima (Uhl y Kauffman, 1990). Finalmente, los incendios forestales pueden reducirse mediante el monitoreo y pronóstico casi en tiempo real de la intensidad de la sequía y el riesgo de incendio, especialmente si se vinculan con cuerpos de bomberos locales receptivos, con recursos y capacitados. Los cuerpos de bomberos son fundamentales para la gestión eficaz de los parques en la Amazonía boliviana y brasileña, pero siguen careciendo crónicamente de recursos (Nóbrega Spínola et al., 2020).

### 27.12 Conclusiones

Se necesita con urgencia un amplio conjunto de medidas de conservación para evitar una mayor pérdida de hábitat y la degradación de los ecosistemas en toda la Amazonía. Aquí describimos brevemente algunas acciones clave. Primero, la prevención de la deforestación y degradación es vital en algunas de las regiones más deforestadas, especialmente en el sur y este de la cuenca donde varias especies están en Peligro Crítico. En segundo lugar, se necesitan medidas urgentes en toda la cuenca para permitir que los ecosistemas de la Amazonía continúen brindando beneficios locales, regionales y globales y eviten el riesgo de muerte regresiva de los bosques a gran escala (Capítulo 24). El enfoque en la retención de bosques y la prevención de la degradación debe complementarse con acciones para proteger los ecosistemas acuáticos y los no forestales. Esto requerirá cambios multisectoriales en la planificación energética y minera y cambios en el uso de agroquímicos. Lograr medidas de conservación tan amplias requerirá acciones que van más allá del ámbito tradicional de la biología de la conservación; requerirá una nueva

visión para la gente y la naturaleza de la Amazonía (Capítulo 25), un apoyo renovado para las áreas protegidas y las tierras indígenas (Capítulo 31) e inversión en estrategias económicas alternativas (Capítulo 30). El progreso de la conservación también se beneficiará de un cambio radical en la inversión en ciencia dentro de la Amazonía para evaluar el estado y la distribución de las especies, e integrar el conocimiento indígena y local en este proceso (Capítulo 33). Muchas especies, especialmente de invertebrados, aún no han sido descritas. Las revisiones taxonómicas en curso están descubriendo un gran déficit en nuestra comprensión actual de la diversidad amazónica, con muchos complejos de especies generalizadas que se dividen en múltiples especies de rango restringido con distribuciones mucho más pequeñas. Cuanto más miremos la biota de la Amazonía, más razones encontraremos para conservarla.

### 27.13 Referencias

- Aguiar Jr, A., Barbosa, R. I., Barbosa, J. B., & Mourão Jr, M. (2014). Invasion of *Acacia mangium* in Amazonian savannas following planting for forestry. *Plant Ecology & Diversity*, 7(1-2), 359-369.
- Alencar, A. A. C., Solórzano, L. A., and Nepstad, D. C. (2004). Modeling forest understory fires in an eastern Amazonian landscape. *Ecol. Appl.* 14, 139-149.
- Alves, G. H. Z., Tófoli, R. M., Lima-Júnior, D. P., Hoeinghaus, D. J., and others (2018). New decree promotes fish invasion in Amazon and Pantanal. *Biodivers. Conserv.* 27, 2449-2450.
- Aragão, L. E., Anderson, L. O., Fonseca, M. G., Rosan, T. M., Vedovato, L. B., Wagner, F. H., ... & Saatchi, S. (2018). 21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. *Nature communications*, 9(1), 1-12.
- Arias, M., Hinsley, A., Nogales-Ascarrunz, P., Negroes, N., Glikman, J. A., & Milner-Gulland, E. J. (2021). Prevalence and characteristics of illegal jaguar trade in north-western Bolivia. *Conservation Science and Practice*, e444.
- Armenteras, D., Negret, P., Melgarejo, L. F., Lakes, T. M., Londoño, M. C., García, J., et al. (2019). Curb land grabbing to save the Amazon. *Nat. Ecol. Evol.* 3, 1497-1497. doi:10.1038/s41559-019-1020-1.
- Barichivich, J., Gloor, E., Peylin, P., Brienen, R. J. W., Schöngart, J., Espinoza, J. C., et al. (2018). Recent intensification of Amazon flooding extremes driven by strengthened Walker circulation. *Sci. Adv.* 4, eaat8785.
- Barlow, J., Berenguer, E., Carmenta, R., and França, F. (2020). Clarifying Amazonia's burning crisis. *Glob. Chang. Biol.* 26, 319-321. doi:10.1111/gcb.14872.
- Barlow, J., Peres, C. A., Henriques, L. M. P., Stouffer, P. C., &

- Wunderle, J. M. (2006). The responses of understorey birds to forest fragmentation, logging and wildfires: an Amazonian synthesis. *Biological Conservation*, 128(2), 182-192.
- Bellard, C., Cassey, P., & Blackburn, T. M. (2016). Alien species as a driver of recent extinctions. *Biology Letters*, 12(2), 20150623.
- Berenguer, E., Ferreira, J., Gardner, T. A., Aragão, L. E. O. C., De Camargo, P. B., Cerri, C. E., et al. (2014). A large-scale field assessment of carbon stocks in human-modified tropical forests. *Glob. Chang. Biol.* 20, 3713–3726.
- Berenguer, E., Lennox, G. D., Ferreira, J., Malhi, Y., Aragão, L. E. O. C., Barreto, J. R., et al. (2021). Tracking the impacts of El Niño drought and fire in human-modified Amazonian forests. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 118, 2019377118. doi:10.1073/PNAS.2019377118.
- Blundell, A. G., and Gullison, R. E. (2003). Poor regulatory capacity limits the ability of science to influence the management of mahogany. in *Forest Policy and Economics* (Elsevier), 395–405. doi:10.1016/S1389-9341(03)00038-8.
- Bodmer, R., Mayor, P., Antunez, M., Chota, K., Fang, T., Puertas, P., et al. (2018). Major shifts in Amazon wildlife populations from recent intensification of floods and drought. *Conserv. Biol.* 32, 333–344. doi:10.1111/cobi.12993.
- Bragagnolo, C., Gama, G. M., Vieira, F. A. S., Campos-Silva, J. V., Bernard, E., Malhado, A. C. M., et al. (2019). Hunting in Brazil: What are the options? *Perspect. Ecol. Conserv.* 17, 71–79.
- Brancalion, P. H. S., de Almeida, D. R. A., Vidal, E., Molin, P. G., Sontag, V. E., Souza, S. E. X. F., et al. (2018). Fake legal logging in the Brazilian Amazon. *Sci. Adv.* 4, eaat1192.
- Branch, T. A., Lobo, A. S., and Purcell, S. W. (2013). Opportunistic exploitation: An overlooked pathway to extinction. *Trends Ecol. Evol.* 28, 409–413. doi:10.1016/j.tree.2013.03.003.
- Brando, P. M., Silvério, D., Maracahipes-Santos, L., Oliveira-Santos, C., Levick, S. R., Coe, M. T., et al. (2019). Prolonged tropical forest degradation due to compounding disturbances: Implications for CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O fluxes. *Glob. Chang. Biol.* 25, 2855–2868. doi:10.1111/gcb.14659.
- Carmenta, R., Vermeylen, S., Parry, L., and Barlow, J. (2013). Shifting Cultivation and Fire Policy: Insights from the Brazilian Amazon. *Hum. Ecol.* 41, 603–614. doi:10.1007/s10745-013-9600-1.
- Castello, L., McGrath, D. G., and Beck, P. S. A. (2011). Resource sustainability in small-scale fisheries in the Lower Amazon floodplains. *Fish. Res.* 110, 356–364.
- Chaudhary, A., Burivalova, Z., Koh, L. P., and Hellweg, S. (2016). Impact of Forest Management on Species Richness: Global Meta-Analysis and Economic Trade-Offs. *Sci. Rep.* 6, 1–10. doi:10.1038/srep23954.
- Comte, L., Murienne, J., and Grenouillet, G. (2014). Species traits and phylogenetic conservatism of climate-induced range shifts in stream fishes. *Nat. Commun.* 5, 1–9. doi:10.1038/ncomms6053.
- CONAMA (2006). Resolução Conama No 369, de 28 de março de 2006. Brazil.
- Cuneyt Koyuncu, and Rasim Yilmaz (2008). The Impact of Corruption on Deforestation: A Cross-Country Evidence. *J. Dev. Areas* 42, 213–222. doi:10.1353/jda.0.0010.
- Dávalos, L. M. (2001). The San Lucas mountain range in Colombia: how much conservation is owed to the violence? *Biodivers. Conserv.* 10, 69–78. doi:10.1023/A:1016651011294.
- Degen, B., Ward, S. E., Lemes, M. R., Navarro, C., Cavers, S., and Sebbenn, A. M. (2013). Verifying the geographic origin of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) with DNA-fingerprints. *Forensic Sci. Int. Genet.* 7, 55–62. doi:10.1016/j.fsigen.2012.06.003.
- do Nascimento, C. A. R., Czaban, R. E., and Alves, R. R. N. (2015). Trends in illegal trade of wild birds in Amazonas state, Brazil. *Trop. Conserv. Sci.* 8, 1098–1113.
- Doria, C. R. da C., Agudelo, E., Akama, A., Barros, B., Bonfim, M., Carneiro, L., et al. (2021). The Silent Threat of Non-native Fish in the Amazon: ANNF Database and Review. *Front. Ecol. Evol.* 0, 316. doi:10.3389/FEVO.2021.646702.
- El Bizri, H. R., Morcatty, T. Q., Lima, J. J. S., and Valsecchi, J. (2015). The thrill of the chase: uncovering illegal sport hunting in Brazil through YouTube™ posts. *Ecol. Soc.* 20.
- Esquivel-Muelbert, A., Baker, T. R., Dexter, K. G., Lewis, S. L., Brienen, R. J. W., Feldpausch, T. R., et al. (2019). Compositional response of Amazon trees to climate change. *Glob. Chang. Biol.* 25, 39–56. doi:10.1111/gcb.14413.
- Fares, A. L. B., Calvão, L. B., Torres, N. R., Gurgel, E. S. C., and Michelin, T. S. (2020). Environmental factors affect macrophyte diversity on Amazonian aquatic ecosystems inserted in an anthropogenic landscape. *Ecol. Indic.* 113, 106231.
- Fenzl, N., and Mathis, A. (2004). Pollution of natural water resources in Amazonia: Sources, risks and consequences. *Issues local Glob. use water from Amaz.* Montevideo, UNESCO, 57–76.
- Figueiredo, E. O., D'Oliveira, M. V. N., Locks, C. J., and Papa, D. de A. (2016). Estimativa do Volume de Madeira em Pátios de Estocagem de Toras por meio de Câmeras RGB Instaladas em Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP). *Bol. Pesqui. Número 9 - Embrapa d*, 1–59.
- Finer, M., Jenkins, C. N., Sky, M. A. B., and Pine, J. (2014). Logging concessions enable illegal logging crisis in the Peruvian Amazon. *Sci. Rep.* 4, 1–6. doi:10.1038/srep04719.
- Fischer, R., Giessen, L., and Günter, S. (2020). Governance effects on deforestation in the tropics: A review of the evidence. *Environ. Sci. Policy* 105, 84–101. doi:10.1016/j.envsci.2019.12.007.
- Fjeldsá, J., Álvarez, M. D., Lazcano, J. M., and León, B. (2005). Illicit Crops and Armed Conflict as Constraints on Biodiversity Conservation in the Andes Region. *AMBIO A J. Hum. Environ.* 34, 205–211. doi:10.1579/0044-7447-34.3.205.
- França, F. M., Frazão, F. S., Korasaki, V., Louzada, J., & Barlow, J. (2017). Identifying thresholds of logging intensity on dung beetle communities to improve the sustainable management of Amazonian tropical forests. *Biological Conservation*, 216, 115-122.
- França, F. M., Benkwitt, C. E., Peralta, G., Robinson, J. P. W., Graham, N. A. J., Tylianakis, J. M., et al. (2020). Climatic and local stressor interactions threaten tropical forests and coral reefs. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 375. doi:10.1098/rstb.2019.0116.
- Fu, R., Yin, L., Li, W., Arias, P. A., Dickinson, R. E., Huang, L., et al. (2013). Increased dry-season length over southern

- Amazonia in recent decades and its implication for future climate projection. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 110, 18110–18115. doi:10.1073/pnas.1302584110.
- García-Frapolli, E., Ayala-Orozco, B., Bonilla-Moheno, M., Espadas-Manrique, C., and Ramos-Fernández, G. (2007). Biodiversity conservation, traditional agriculture and ecotourism: Land cover/land use change projections for a natural protected area in the northeastern Yucatan Peninsula, Mexico. *Landsc. Urban Plan.* 83, 137–153.
- Gallardo, B., Clavero, M., Sánchez, M. I., & Vilà, M. (2016). Global ecological impacts of invasive species in aquatic ecosystems. *Global change biology*, 22(1), 151–163.
- Hanson, T., Brooks, T. M., Da Fonseca, G. A. B., Hoffmann, M., Lamoreux, J. F., Machlis, G., et al. (2009). Warfare in Biodiversity Hotspots. *Conserv. Biol.* 23, 578–587. doi:10.1111/j.1523-1739.2009.01166.x.
- Ibarra, J. T., Barreau, A., Campo, C. Del, Camacho, C. I., Martin, G. J., and McCandless, S. R. (2011). When formal and market-based conservation mechanisms disrupt food sovereignty: impacts of community conservation and payments for environmental services on an indigenous community of Oaxaca, Mexico. *Int. For. Rev.* 13, 318–337.
- ITTO/IUCN (2009). Guidelines for the conservation and sustainable use of biodiversity in tropical timber production forests. ITTO Policy Development Series No 17 ITTO/IUCN.
- ITTO (2015). Guidelines for the sustainable management of natural tropical forests. ITTO Policy Development Series. , ed. I. I. T. T. Organization Yokohama, Japan. Available at: [www.itto.int](http://www.itto.int) [Accessed April 23, 2021].
- Krause, T. (2020). Reducing deforestation in Colombia while building peace and pursuing business as usual extractivism? *J. Polit. Ecol.* 27, 401–418.
- Lathuillière, M. J., Coe, M. T., Castanho, A., Graesser, J., and Johnson, M. S. (2018). Evaluating water use for agricultural intensification in Southern Amazonia using the Water Footprint Sustainability Assessment. *Water* 10, 349.
- Leal, C. G., Barlow, J., Gardner, T. A., Hughes, R. M., Leitão, R. P., Nally, R. Mac, et al. (2018). Is environmental legislation conserving tropical stream faunas? A large-scale assessment of local, riparian and catchment-scale influences on Amazonian fish. *J. Appl. Ecol.* 55, 1312–1326. doi:10.1111/1365-2664.13028.
- Leal, C. G., Pompeu, P. S., Gardner, T. A., Leitão, R. P., Hughes, R. M., Kaufmann, P. R., et al. (2016). Multi-scale assessment of human-induced changes to Amazonian instream habitats. *Landsc. Ecol.* 31, 1725–1745.
- Lees, A. C., Peres, C. A., Fearnside, P. M., Schneider, M., and Zuanon, J. A. S. (2016). Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. *Biodivers. Conserv.* 25, 451–466.
- Lennox, R. J., Crook, D. A., Moyle, P. B., Struthers, D. P., and Cooke, S. J. (2019). Toward a better understanding of freshwater fish responses to an increasingly drought-stricken world. *Rev. Fish Biol. Fish.* 29, 71–92. doi:10.1007/s11160-018-09545-9.
- Machado, R. B., Silveira, L. F., da Silva, M. I. S. G., Ubaid, F. K., Medolago, C. A., Francisco, M. R., et al. (2019). Reintroduction of songbirds from captivity: the case of the Great-billed Seed-finch (*Sporophila maximiliani*) in Brazil. *Biodivers. Conserv.*, 1–24.
- Marengo, J. A., and Espinoza, J. C. (2016). Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: Causes, trends and impacts. *Int. J. Climatol.* 36, 1033–1050. doi:10.1002/joc.4420.
- Marshall, H., Collar, N. J., Lees, A. C., Moss, A., Yuda, P., and Marsden, S. J. (2020). Characterizing bird-keeping user-groups on Java reveals distinct behaviours, profiles and potential for change. *People Nat.* 2, 877–888.
- Mason, D. (1996). Responses of Venezuelan understory birds to selective logging, enrichment strips, and vine cutting. *Biotropica*, 296–309.
- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, S., Berger, N., et al. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Available at: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Full\\_Report.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf) [Accessed November 8, 2021].
- McNeely, J. A. (2003). Conserving forest biodiversity in times of violent conflict. *Oryx* 37, 142–152. doi:10.1017/S0030605303000334.
- McSweeney, K., Nielsen, E. A., Taylor, M. J., Wrathall, D. J., Pearson, Z., Wang, O., et al. (2014). Drug Policy as Conservation Policy: Narco-Deforestation. *Science* (80- ). 343, 489–490. doi:10.1126/science.1244082.
- Medeiros, A. C., Faial, K. R. F., Faial, K. do C. F., da Silva Lopes, I. D., de Oliveira Lima, M., Guimarães, R. M., et al. (2017). Quality index of the surface water of Amazonian rivers in industrial areas in Pará, Brazil. *Mar. Pollut. Bull.* 123, 156–164.
- Morcatty, T. Q., Bausch Macedo, J. C., Nekar, K. A. I., Ni, Q., Durigan, C. C., Svensson, M. S., & Nijman, V. (2020). Illegal trade in wild cats and its link to Chinese-led development in Central and South America. *Conservation Biology*, 34(6), 1525–1535.
- Moser, P., Simon, M. F., Medeiros, M. B., Gontijo, A. B., and Costa, F. R. C. (2019). Interaction between extreme weather events and mega-dams increases tree mortality and alters functional status of Amazonian forests. *J. Appl. Ecol.* 56, 2641–2651. doi:10.1111/1365-2664.13498.
- Murillo-Sandoval, P. J., Dexter, K. Van, Hoek, J. Van Den, Wrathall, D., and Kennedy, R. (2020). The end of gunpoint conservation: forest disturbance after the Colombian peace agreement. *Environ. Res. Lett.* 15, 34033. doi:10.1088/1748-9326/ab6ae3.
- Myers, R. A., and Mertz, G. (1998). The limits of exploitation: a precautionary approach. *Ecol. Appl.* 8, S165--S169.
- Negret, P. J., Sonter, L., Watson, J. E. M., Possingham, H. P., Jones, K. R., Suarez, C., et al. (2019). Emerging evidence that armed conflict and coca cultivation influence deforestation patterns. *Biol. Conserv.* 239, 108176.
- Nobre, C. A., Sampaio, G., Borma, L. S., Castilla-Rubio, J. C., Silva, J. S., and Cardoso, M. (2016). Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 113, 10759–10768. doi:10.1073/pnas.1605516113.
- Nóbrega Spínola, J., Soares da Silva, M. J., Assis da Silva, J. R., Barlow, J., and Ferreira, J. (2020). A shared perspective on managing Amazonian sustainable-use reserves in an era of

- megafires. *J. Appl. Ecol.* 57, 2132–2138. doi:10.1111/1365-2664.13690.
- O'Shaughnessy, E., Landi, M., Januchowski-Hartley, S. R., and Diebel, M. (2016). Conservation leverage: Ecological design culverts also return fiscal benefits. *Fisheries* 41, 750–757.
- Padoch, C., and Pinedo-Vasquez, M. (2010). Saving Slash-and-Burn to Save Biodiversity. *Biotropica* 42, 550–552. doi:10.1111/j.1744-7429.2010.00681.x.
- Parry, L., Barlow, J., and Pereira, H. (2014). Wildlife harvest and consumption in Amazonia's urbanized wilderness. *Conserv. Lett.* 7, 565–574.
- Parry, L., and Peres, C. A. (2015). Evaluating the use of local ecological knowledge to monitor hunted tropical-forest wildlife over large spatial scales. 20. doi:10.5751/ES-07601-200315.
- Pelicice, F. M., Vitule, J. R. S., Lima Junior, D. P., Orsi, M. L., and Agostinho, A. A. (2014). A serious new threat to Brazilian freshwater ecosystems: the naturalization of nonnative fish by decree. *Conserv. Lett.* 7, 55–60.
- Perkin, J. S., and Gido, K. B. (2012). Fragmentation alters stream fish community structure in dendritic ecological networks. *Ecol. Appl.* 22, 2176–2187. doi:10.1890/12-0318.1.
- Phelps, J., Webb, E. L., Bickford, D., Nijman, V., and Sodhi, N. S. (2010). Conservation. Boosting CITES. *Science* 330, 1752–1753. doi:10.1126/SCIENCE.1195558.
- Phillips, O. L., Aragão, L. E. O. C., Lewis, S. L., Fisher, J. B., Lloyd, J., López-González, G., et al. (2009). Drought sensitivity of the Amazon rainforest. *Science* (80-. ). 323, 1344–1347.
- Piponiot, C., Rödig, E., Putz, F. E., Rutishauser, E., Sist, P., Ascarunz, N., et al. (2019). Can timber provision from Amazonian production forests be sustainable? *Environ. Res. Lett.* 14, 064014. doi:10.1088/1748-9326/ab195e.
- Ramos-Fernández, G., and Wallace, R. B. (2008). Spider monkey conservation in the twenty-first century: recognizing risks and opportunities. *Spider monkeys Behav. Ecol. Evol. genus Ateles*, 351–376.
- Reardon, S. (2018). FARC and the forest: Peace is destroying Colombia's jungle - and opening it to science. *Nature* 558, 169–170. doi:10.1038/d41586-018-05397-2.
- Richardson, V. A., and Peres, C. A. (2016). Temporal Decay in Timber Species Composition and Value in Amazonian Logging Concessions. *PLoS One* 11, e0159035. doi:10.1371/journal.pone.0159035.
- Ros-Tonen, M. A. F., Van Andel, T., Morsello, C., Otsuki, K., Rosendo, S., and Scholz, I. (2008). Forest-related partnerships in Brazilian Amazonia: there is more to sustainable forest management than reduced impact logging. *For. Ecol. Manage.* 256, 1482–1497.
- Russell, I. D., Larson, J. G., von May, R., Holmes, I. A., James, T. Y., and Davis Rabosky, A. R. (2019). Widespread chytrid infection across frogs in the Peruvian Amazon suggests critical role for low elevation in pathogen spread and persistence. *PLoS One* 14, e0222718.
- Sánchez, A. S., Torres, E. A., and Kalid, R. A. (2015). Renewable energy generation for the rural electrification of isolated communities in the Amazon Region. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 49, 278–290. doi:10.1016/j.rser.2015.04.075.
- Santos de Lima, L., Merry, F., Soares-Filho, B., Oliveira Rodrigues, H., dos Santos Damaceno, C., and Bauch, M. A. (2018). Illegal logging as a disincentive to the establishment of a sustainable forest sector in the Amazon. *PLoS One* 13, e0207855. doi:10.1371/journal.pone.0207855.
- Schiesari, L., Ilha, P. R., Negri, D. D. B., Prado, P. I., and Grillitsch, B. (2020). Ponds, puddles, floodplains and dams in the Upper Xingu Basin: could we be witnessing the 'lentification' of deforested Amazonia? *Perspect. Ecol. Conserv.* doi:10.1016/j.pecon.2020.05.001.
- Schumann, D. A., Haag, J. M., Ellensohn, P. C., Redmond, J. D., and Graeb, K. N. B. (2019). Restricted movement of prairie fishes in fragmented riverscapes risks ecosystem structure being ratcheted downstream. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 29, 235–244. doi:10.1002/aqc.2996.
- Sist, P., and Ferreira, F. N. (2007). Sustainability of reduced-impact logging in the Eastern Amazon. *For. Ecol. Manage.* 243, 199–209.
- Sist, P., Piponiot, C., Kanashiro, M., Pena-Claros, M., Putz, F. E., Schulze, M., et al. (2021). Sustainability of Brazilian forest concessions. *For. Ecol. Manage.* 496, 119440. doi:10.1016/J.FORECO.2021.119440.
- Sonter, L. J., Herrera, D., Barrett, D. J., Galford, G. L., Moran, C. J., and Soares-Filho, B. S. (2017). Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon. *Nat. Commun.* 8, 1013. doi:10.1038/s41467-017-00557-w.
- Ubaid, F. K., Silveira, L. F., Medolago, C. A. B., Costa, T. V. V., Francisco, M. R., Barbosa, K. V. C., et al. (2018). Taxonomy, natural history, and conservation of the Great-billed Seed-Finch *Sporophila maximiliani* (Cabanis, 1851)(Thraupidae, Sporophilinae). *Zootaxa* 4442, 551–571.
- Uhl, C., and Kauffman, J. B. (1990). Deforestation, fire susceptibility, and potential tree responses to fire in the eastern Amazon. *Ecology* 71, 437–449. doi:10.2307/1940299.
- Uliano-Silva, M., Fernandes, F., de Holanda, I. B. B., and Rebelo, M. F. (2013). Invasive species as a threat to biodiversity: the golden mussel *Limnoperna fortunei* approaching the Amazon River basin. *Explor. Themes Aquat. Toxicol. Res. Signpost, India.*
- Vidal, E., West, T. A. P., Lentini, M., Souza, S. E. X., Klauber, C., and Waldhoff, P. (2020). "Sustainable forest management (SFM) of tropical moist forests: the case of the Brazilian Amazon," in *Achieving Sustainable Management of Tropical Forests.*, 1–31. doi:10.19103/AS.2020.0074.42.
- West, T. A. P., Vidal, E., and Putz, F. E. (2014). Forest biomass recovery after conventional and reduced-impact logging in Amazonian Brazil. *For. Ecol. Manage.* 314, 59–63. doi:10.1016/j.foreco.2013.11.022.
- Wilkes, M. A., Webb, J. A., Pompeu, P. S., Silva, L. G. M., Vowles, A. S., Baker, C. F., et al. (2019). Not just a migration problem: Metapopulations, habitat shifts, and gene flow are also important for fishway science and management. in *River Research and Applications* (John Wiley and Sons Ltd), 1688–1696. doi:10.1002/rra.3320.
- Wilkie, D. S., and Carpenter, J. F. (1999). Bushmeat hunting in the Congo Basin: an assessment of impacts and options for mitigation. *Biodivers. Conserv.* 8, 927–955.
- Winemiller, K. O., McIntyre, P. B., Castello, L., Fluet-Chouinard, E., Giarrizzo, T., Nam, S., et al. (2016). Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong.

Science (80- ). 351, 128–129.

Winter, S. C., and May, P. J. (2001). Motivation for compliance with environmental regulations. *J. Policy Anal. Manag. J. Assoc. Public Policy Anal. Manag.* 20, 675–698.

Wright, S. J., Carrasco, C., Calderon, O., and Paton, S. (1999). The El Nino Southern Oscillation, Variable Fruit Production, and Famine in a Tropical Forest. *Ecology* 80, 1632. doi:10.2307/176552.

Zu Ermgassen, E. K. H. J., Godar, J., Lathuillière, M. J., Löfgren, P., Gardner, T., Vasconcelos, A., et al. (2020). The origin, supply chain, and deforestation risk of Brazil's beef exports. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 117, 31770–31779. doi:10.1073/pnas.2003270117.

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)