

POLICY BRIEF

NUEVE MANERAS DE EVITAR EL PUNTO DE NO RETORNO EN LA AMAZONÍA

*Bernardo M. Flores**, *Adriane Esquivel-Muelbert**, *Marco Ehrlich**, *Emilio Vilanova*, *Raquel Chaves*, *Marina Hirota*, *Michelle Kalamandeen* | *Co-autores principales

MENSAJES CLAVE

(i) Las emisiones globales de gases de efecto invernadero, combinadas con la deforestación y degradación forestal local, están empujando al sistema Amazónico más cerca de un punto de no retorno. Las alteraciones climáticas y del uso de suelo ya están debilitando el flujo de humedad a través de la Amazonía, reduciendo la resiliencia de los bosques como cortinas de viento y aumentando el riesgo de un colapso de los bosques en las partes periféricas y centrales del bioma. Esto aumenta el riesgo de cruzar un punto de no retorno a gran escala.

(ii) Un punto de no retorno a gran escala en la Amazonía puede desencadenar el colapso de la mayoría de los bosques y, en consecuencia: (1) acelerar el calentamiento global, obstaculizando los esfuerzos para lograr los objetivos del Acuerdo de París; (2) reducir el flujo de humedad en América del Sur, amenazando la seguridad hídrica para actividades socioeconómicas básicas, como la agricultura; (3) aumentar las temperaturas en toda la región Amazónica que pueden volverse insoportables para los humanos que viven en áreas urbanas y rurales; (4) causar extinciones masivas de especies; y (5) comprometer los bienes biológicos y culturales que representan soluciones clave para los desafíos actuales y futuros de la humanidad.

(iii) Las sinergias entre perturbaciones pueden provocar comportamientos forestales inesperados que pueden llevar al punto de no retorno anticipadamente, incluso en regiones forestales anteriormente consideradas resilientes al cambio climático, como el Amazonas central o occidental. Los modelos climáticos actuales del IPCC AR6 coinciden en que es poco probable que se cruce un punto de no retorno a gran escala en el sistema Amazónico en este siglo o en el próximo, pero estos modelos ignoran las múltiples interacciones y sinergias entre el clima y las alteraciones del uso de suelo (por ejemplo, olas de calor simultáneas, sequías prolongadas y extremas e incendios forestales).

RECOMENDACIONES

Para reducir la probabilidad de que se produzca una inflexión o punto de no retorno a gran escala del sistema forestal Amazónico, se necesitan urgentemente acciones que fortalezcan la resiliencia forestal (para una lista detallada, consulte la sección D):

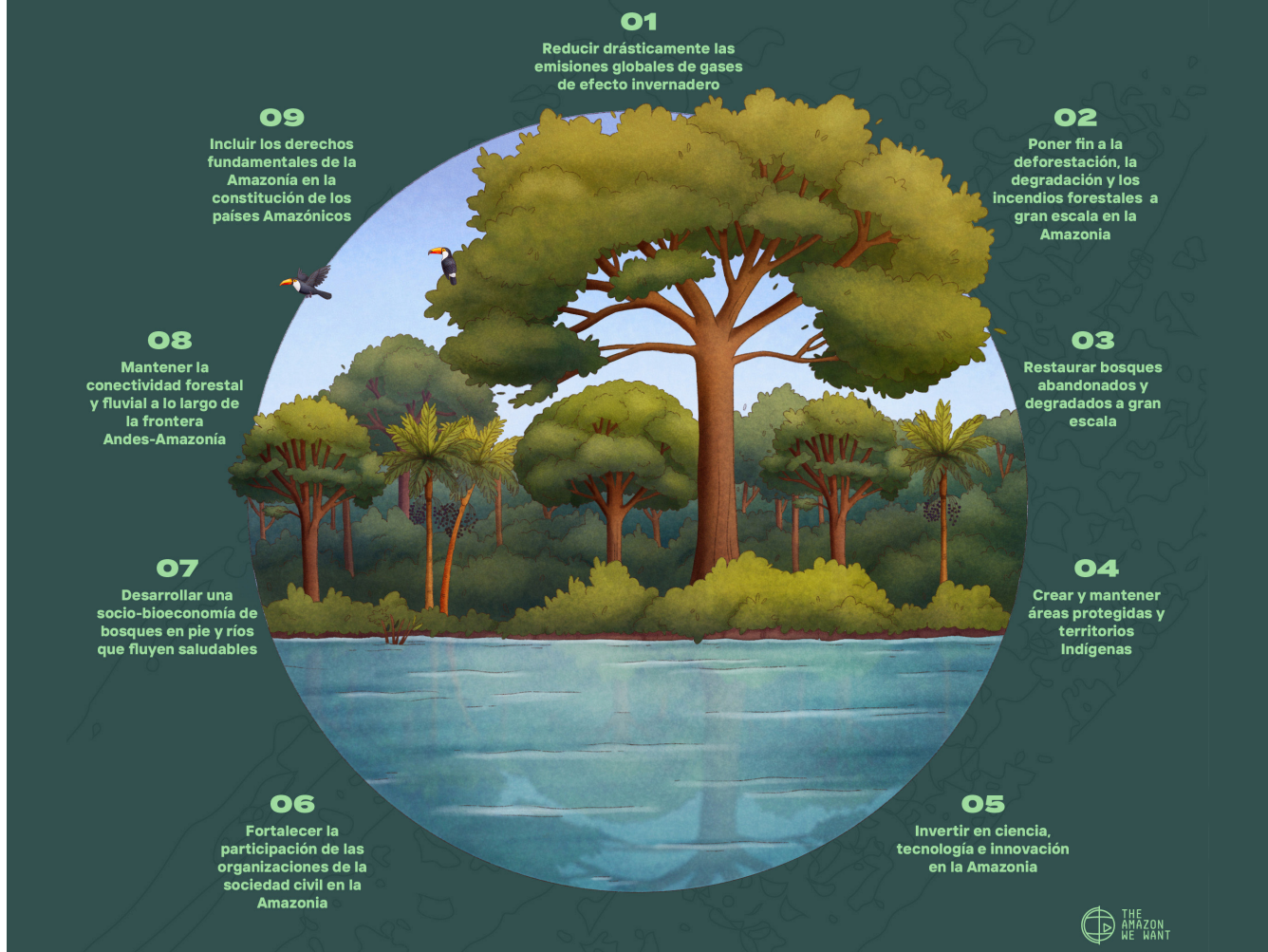
(i) Actuar a escala global, regional y local para reducir drásticamente las emisiones de gases de efecto invernadero y detener la deforestación, la degradación forestal y los incendios forestales.

(ii) Implementar una restauración a gran escala (regeneración natural y reforestación) a lo largo de "Arcos de Restauración", los cuales fortalecerán la retroalimentación de las precipitaciones forestales en toda la Amazonía, reduciendo el riesgo de eventos de no retorno y mejorando la conectividad forestal a lo largo de la frontera Andes-Amazónica.

(iii) Reconocer y fortalecer el papel de liderazgo de los Pueblos Indígenas y Comunidades Locales en la gobernanza Amazónica, dados sus diversos conocimientos ecológicos, prácticas y conexiones bioculturales que aumentan la resiliencia de los bosques a los cambios globales. Esto implica ampliar los territorios indígenas y las Áreas Protegidas de uso sostenible, fortalecer las agencias indígenas y ambientales e incluir la participación efectiva de los Pueblos Indígenas y Comunidades Locales en los procesos de toma de decisiones.

(iv) Monitorear la dinámica de los bosques Amazónicos y las respuestas al estrés ambiental (por ejemplo, estrés térmico e hídrico) y perturbaciones (por ejemplo, deforestación y degradación debido a la tala ilegal y a los incendios forestales), para proporcionar información oportuna que pueda ayudar a fortalecer la gobernanza local. Esto requiere invertir en investigaciones centradas en los impactos de las perturbaciones sinérgicas y compuestas sobre la resiliencia de los bosques.

Nueve maneras de evitar el punto de no retorno en la Amazonía



Resumen Gráfico: Nueve maneras de evitar el punto de no retorno en la Amazonía.

A. EL BOSQUE TROPICAL MÁS GRANDE Y DIVERSO DEL PLANETA EN RIESGO

El sistema forestal Amazónico desempeña un papel clave en la regulación del sistema climático global^{1,2}, pero existe una creciente preocupación de que pueda cruzar un punto de no retorno en este siglo (ver Cuadro 1), lo que podría conducir a cambios ecosistémicos drásticos e irreversibles. Un colapso de la selva Amazónica, incluso si fuera parcial, tendría graves consecuencias para la biodiversidad, los medios de vida de los Pueblos Indígenas y Comunidades Locales y la persistencia de las

condiciones climáticas actuales del Planeta. Perturbaría el ciclo hidrológico de gran parte de América del Sur, amenazando el suministro de agua para millones de personas dentro y fuera de la Amazonía, en regiones como Los Andes, la Cuenca del Plata y los humedales del Pantanal. Exacerbaría los fenómenos hidrológicos extremos, como inundaciones y sequías³. La pérdida de bosques en toda la Amazonia también aumentaría las temperaturas regionales, haciéndolas intolerables para los humanos tanto en las zonas urbanas como en las rurales^{4,5}.

La región alberga a más de 47 millones de personas, incluidos 410 grupos indígenas con diversas culturas y sistemas de conocimientos. Estos grupos están profundamente interconectados con los ecosistemas amazónicos, lo que les permite identificar rápidamente cambios

y convertirse en voces de alerta temprana contra la deforestación, la degradación, el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y las transiciones ecológicas. Por lo tanto, los pueblos indígenas son clave para desarrollar estrategias de mitigación y adaptación frente a los cambios globales^{6,7}.

CUADRO 1: El punto de no retorno es un valor umbral de una condición estresante en la que un sistema determinado es inestable, y un pequeño cambio en las condiciones podría hacer que todo el sistema cambie abruptamente a un estado estable alternativo⁸.

A medida que un sistema se acerca a un punto de no retorno, pierde gradualmente resiliencia sin dejar de persistir en un determinado estado, hasta colapsar repentinamente en un estado contrastante. Este comportamiento de no retorno depende de la existencia de mecanismos de retroalimentación positiva, que son interacciones que se refuerzan a sí mismas y provocan que pequeños cambios se intensifiquen, se propaguen o se aceleren⁹. **Un punto de no retorno Amazónico** es un valor de un factor estresante (por ejemplo, estrés térmico o hídrico) más allá del cual el bosque colapsaría irreversiblemente, localmente o a mayor escala (es decir, sistémicamente), cambiando a un estado de vegetación abierta (no boscosa).

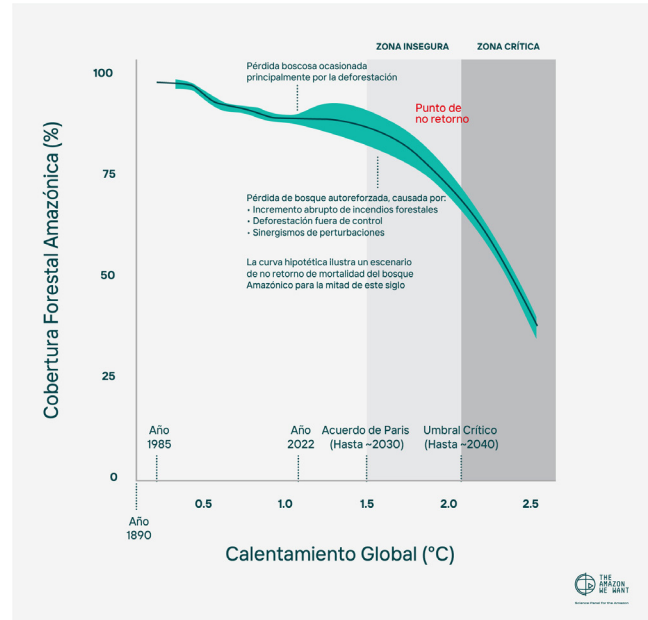


FIGURA DEL CUADRO 1: Posible colapso irreversible de la selva Amazónica provocado por un punto de no retorno en el calentamiento global. El aumento de las temperaturas ya está cambiando el clima regional de la Amazonía, exponiendo a los bosques a un estrés hídrico cada vez mayor. Además, las sinergias entre los impactos del calentamiento global y la deforestación, y las perturbaciones asociadas, como sequías extremas e incendios forestales, pueden anticipar el colapso del sistema. La curva hipotética ilustra un escenario de punto de no retorno para la muerte regresiva del bosque Amazónico a mediados de este siglo.

B. CAUSAS DE ESTRÉS Y SU POTENCIAL PARA ALCANZAR UMBRALES CRÍTICOS

Las emisiones de gases de efecto invernadero y la deforestación son las dos principales causas de estrés del sistema Amazónico. Independientes o combinados, estos factores pueden conducir a cambios drásticos en tres mecanismos clave que dan forma a la resiliencia Amazónica:

1. Calentamiento global: Algunos modelos indican un posible punto de no retorno a gran escala del bosque Amazónico en un umbral crítico, en algún lugar entre 2°C y 6°C de calentamiento global¹⁰. El aumento de la temperatura media global provoca que las condiciones climáticas cambien en la región Amazónica, que se prevé se volverá más cálida y seca (con excepción del noroeste de la Amazonía), lo que provocará un estrés hídrico generalizado.

2. Condiciones de lluvia: Tres posibles umbrales críticos en las condiciones de lluvia pueden resultar en un punto de no retorno relacionado con el estrés hídrico: (1) precipitación anual por debajo de 1.000 mm; (2) déficit hídrico máximo acumulado anual (MCWD, un indicador de la intensidad estacional) superior a 450 mm; (3) duración de la estación seca superior a 6-8 meses¹¹⁻¹³.

3. Cobertura forestal y conectividad de los paisajes: A escala del bioma Amazónico, la pérdida de cobertura forestal superior al 20% (20-50%) puede debilitar la retroalimentación de las precipitaciones forestales en toda la cuenca,

lo que probablemente acelerará los cambios climáticos regionales y podría causar más pérdidas de bosques debido al estrés hídrico^{13,14}. A escalas de paisaje, la evidencia empírica sugiere que la pérdida de bosques más allá del 70% podría ser un umbral crítico para el colapso de la integridad ecológica en los bosques tropicales, con la desaparición de la mayoría de las especies de vertebrados¹⁵. Partes del bosque Amazónico dentro de las fronteras de deforestación están cerca o pueden haber cruzado ya este umbral crítico⁵. La conectividad Andes-Amazonía es particularmente crítica para la movilidad animal y como medio que permite a las especies migrar a refugios climáticos^{16,17}.

CUADRO 2: Retroalimentaciones que pueden acelerar un punto de no retorno a gran escala

Retroalimentación entre el calentamiento global y las emisiones de carbono: Se proyecta que el calentamiento global aumentará los regímenes de sequía y las temperaturas en toda la Amazonia², lo cual está confirmado por las observaciones satelitales actuales de las condiciones climáticas¹⁸. Estos cambios ya están aumentando las tasas de mortalidad de árboles¹⁹ y la incidencia de incendios²⁰, lo que está provocando que los bosques del sudeste Amazónico pasen de ser un sumidero de carbono a una fuente de carbono^{21,22}. Las emisiones de gases de efecto invernadero aumentan tanto de fuentes superficiales como subterráneas, en particular de los humedales²³. Por ejemplo, con el aumento de las sequías, al menos 5 Pg de carbono almacenado en turberas y humedales de la Amazonía Peruana podrían liberarse a la atmósfera, acelerando aún más el calentamiento global²⁴.

Retroalimentación entre el bosque y las precipitaciones: A través del proceso de evapotranspiración, los árboles enfrían la atmósfera inferior y transfieren humedad del suelo a la atmósfera, aumentando su concentración. En consecuencia, esto aumenta la cantidad y la estabilidad de las precipitaciones, a escala local y regional, a través de la circulación atmosférica^{25,26}. Este es el mecanismo por el cual el bosque genera gran parte de su propia lluvia y la de otras regiones. La deforestación acumulada puede debilitar esta retroalimentación positiva y reducir las precipitaciones en las partes Sur y Suroeste del bosque Amazónico, que son las más vulnerables a los efectos en cascada de la deforestación sobre el flujo de humedad^{25,26}. La mortalidad de árboles como resultado del estrés hídrico acentuaría aún más al cambio climático regional, debilitando la retroalimentación de las precipitaciones forestales y reduciendo el flujo de humedad hacia otras regiones, como Los Andes, la Cuenca del Plata y los humedales del Pantanal.

Retroalimentación entre el bosque y los incendios forestales: Las perturbaciones que abren el dosel del bosque (por ejemplo, el aprovechamiento forestal) y permiten que los pastos se expandan, pueden aumentar la inflamabilidad del bosque. Como los pastos son más inflamables, los incendios pueden propagarse con mayor frecuencia, lo que a su vez impide la regeneración de árboles, manteniendo el ecosistema en un estado de vegetación abierta^{27,28}.

C. EVIDENCIA OBSERVADA DE UN PUNTO DE NO RETORNO QUE SE ACERCA

1. Las perturbaciones compuestas pueden acelerar el cambio. Los bosques pueden verse cada vez más abrumados por perturbaciones compuestas relacionadas con el clima y los cambios en el uso de suelo. Cuando las perturbaciones compuestas interactúan, pueden surgir poderosos efectos sinérgicos (por ejemplo, por olas de calor simultáneas, sequías extremas e incendios forestales) y provocar un comportamiento de inflexión inesperado²⁹, incluso en regiones que antes se consideraban resilientes. La temperatura media de la estación seca ya es 2°C más alta hoy que hace 40 años en la mayor parte de la Amazonia¹⁸. Actualmente, el 16% de la Amazonia ha sido deforestada y el 17% de los bosques restantes han sido degradados por perturbaciones humanas agravadas^{30,31}, una estadística que alcanza el 38% si consideramos la degradación por repetidos eventos de sequía extrema (por ejemplo, en 2005, 2010, 2014-16 y 2023)³². Incluso partes remotas de la Amazonia

central están ahora expuestas a temperaturas más cálidas, recurrentes sequías extremas e incendios forestales, lo que las hace vulnerables a la transición de los ecosistemas en las próximas décadas^{8,18,30}. El actual fenómeno de El Niño en 2023, está demostrando cómo estas sinergias pueden ser destructivas para el bosque, su fauna y las sociedades humanas locales.

2. Los bosques están atravesando transiciones ecológicas. Las tasas de mortalidad de los árboles están aumentando en la mayor parte de la Amazonia³³, y las especies de árboles relacionadas con la sequía se están volviendo más abundantes, lo que cambia la composición y el funcionamiento de los bosques³⁴. Los árboles en la franja sur de la Amazonia están funcionando más allá de sus umbrales fisiológicos (margen de seguridad hidráulica) en términos de disponibilidad de agua³⁵. En los bosques de llanuras aluviales, los incendios forestales están facilitando la expansión de los ecosistemas de sabana de arena blanca, con cambios importantes en las especies de árboles, aves y peces³⁶⁻³⁸.

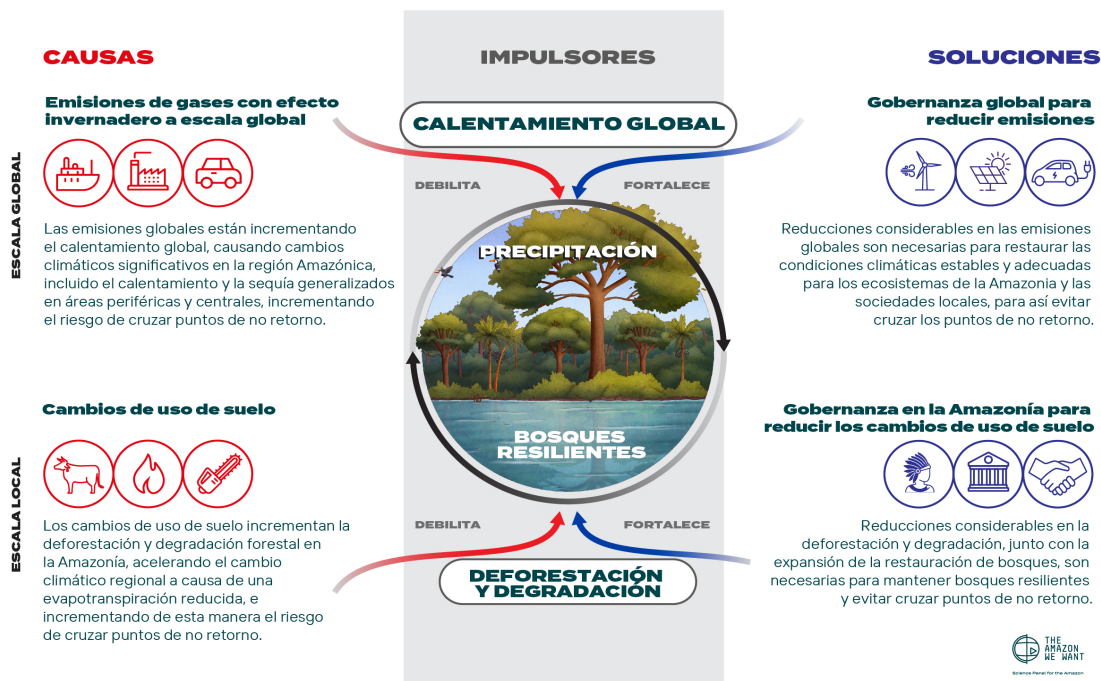


FIGURA 1. Causas, impulsores y soluciones que afectan el riesgo de alcanzar puntos de no retorno en la Amazonía. Las causas (emisiones de gases de efecto invernadero y cambios en el uso de suelo), debilitan la retroalimentación entre las precipitaciones y el bosque; es decir, la pérdida de bosques contribuye a cambios climáticos que aumentan aún más la pérdida de bosques (Cuadro 2), reduciendo así la resiliencia de los mismos. Las soluciones (una mayor gobernanza para reducir las emisiones y cambios en el uso de suelo), fortalecen la retroalimentación entre las precipitaciones y los bosques, aumentando así la resiliencia de los últimos.

3. Los bosques amazónicos están perdiendo su resiliencia. La resiliencia de los bosques está disminuyendo en tres cuartas partes del bioma Amazónico, como lo indican las observaciones de datos satelitales que revelan un fenómeno conocido como “desaceleración crítica”, lo que sugiere que el sistema podría estar acercándose a un punto de no retorno³⁹.

4. Los bosques perturbados tienen dificultades para recuperarse. Aproximadamente el 4% de los bosques Amazónicos se encuentran en un estado de bosque secundario⁴⁰, pero la recuperación de

estos bosques es incierta, ya que algunas áreas pueden persistir en un estado degradado durante décadas o incluso siglos⁴¹⁻⁴³, como consecuencia de retroalimentaciones positivas⁹ (Cuadro 2). Algunos ejemplos son los bosques dominados por árboles de *Vismia*, bambúes y lianas, que se están expandiendo como resultado de los incendios forestales y otras perturbaciones⁴⁴⁻⁴⁶. Dentro de las fronteras agrícolas, los pastos no nativos inflamables contribuyen a la propagación de incendios recurrentes, y al menos el 5% de los paisajes en el sur de la Amazonía mantienen un estado degradado de dosel abierto^{47,48}.

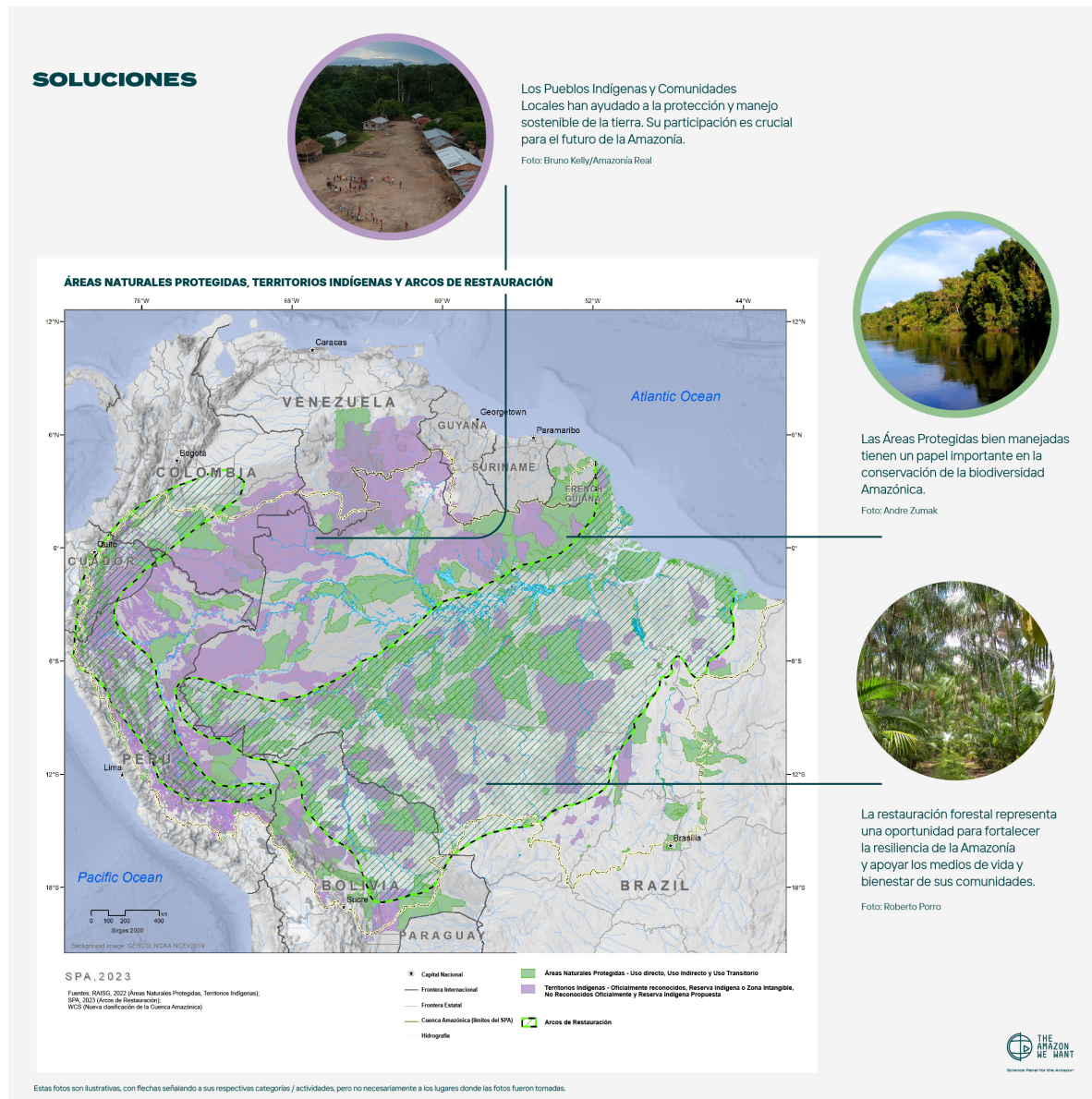


FIGURA 2. Las soluciones para evitar el punto de no retorno de la Amazonía, incluyen la creación y el mantenimiento de áreas protegidas y territorios indígenas, así como el apoyo a la restauración a gran escala.

5. Los paisajes han perdido una conectividad crítica. La deforestación en la parte Colombiana de la frontera Andes-Amazónica está perturbando la movilidad animal⁴⁹, amenazando la supervivencia de especies sensibles al clima en las próximas décadas, incluidas las especies de plantas que dependen de los animales para su dispersión y polinización⁹. La construcción de represas hidroeléctricas a lo largo de la frontera entre los Andes y la Amazonia también amenaza la movilidad de los peces migratorios, así como el flujo de sedimentos y nutrientes, provocando inseguridad alimentaria para la población local y afectando los ecosistemas de las llanuras aluviales⁵⁰, por ejemplo, al provocar una mortalidad masiva de árboles⁵¹.

D. SOLUCIONES DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN

Se necesitan urgentemente acciones que fortalezcan la resiliencia de los bosques si queremos seguir un enfoque de precaución, mitigar los principales impulsores del estrés y aumentar la adaptabilidad de los bosques y las sociedades locales para evitar puntos de no retorno en la Amazonia.

1. Reducir drásticamente las emisiones globales de gases de efecto invernadero es un primer paso clave para mitigar el cambio climático global y sus impactos en las condiciones climáticas Amazónicas.

2. Poner fin a la deforestación, la degradación y los incendios forestales a gran escala en la Amazonia es igualmente importante para mitigar los cambios en las condiciones climáticas Amazónicas. Esto requiere políticas novedosas para abordar los principales impulsores de la deforestación, la degradación y los incendios forestales en cada país Amazónico, y

coordinación entre estos países para prevenir la internacionalización de los mercados ilegales de tierras⁵².

3. Restaurar bosques abandonados y degradados a gran escala es crucial para mantener las condiciones climáticas Amazónicas⁵³. Esto requiere facilitar la restauración pasiva evitando la deforestación de bosques secundarios y la reforestación activa para promover la recuperación de bosques degradados mediante la plantación de diversas combinaciones de especies de árboles nativos con potencial económico⁵⁴.

4. Crear y mantener áreas protegidas y territorios Indígenas es una acción efectiva y de bajo costo que contribuye significativamente a reducir la deforestación y los incendios forestales⁵⁵⁻⁵⁷. La demarcación constitucional y la provisión de derechos legales a las tierras de las Poblaciones Indígenas y Comunidades Locales es un paso clave para fortalecer la resiliencia de los activos biológicos y culturales de los ecosistemas Amazónicos.

5. Invertir en ciencia, tecnología e innovación puede fortalecer la resiliencia Amazónica. Una mejor comprensión de la complejidad de la Amazonía a través de modelos basados en datos y monitoreo a largo plazo, ayudará a predecir cómo responderá el sistema a los cambios globales y a los efectos sinérgicos de las perturbaciones climáticas y del uso de suelo. En última instancia, proteger la Amazonía requiere investigación transdisciplinaria, producida a través de enfoques éticos y justos, a través de múltiples sistemas de conocimiento e incluyendo perspectivas de Pueblos Indígenas y Comunidades Locales⁵⁸. Esto requiere mejorar la capacidad científica de las instituciones de investigación en la Amazonía.

6. Fortalecer la participación de las organizaciones de la sociedad civil en la toma de decisiones ambientales es necesario para mantener un sistema de gobernanza resiliente. Cuando las políticas públicas de las instituciones gubernamentales fallan, las organizaciones de la sociedad civil pueden actuar para mantener y/o fortalecer la gobernanza Amazónica.

7. Desarrollar una sociobioeconomía sostenible de bosques en pie y ríos que fluyen saludables puede contribuir a empoderar a los Pueblos Indígenas y Comunidades Locales que conservan el antiguo conocimiento ecológico sobre la sociobiodiversidad Amazónica⁵⁹. Esto requiere desarrollar cadenas de suministro y de valor con infraestructura logística sostenible⁶⁰, conectando comunidades y mercados remotos, así como iniciativas de cosecha sostenibles⁶¹.

8. Mantener la conectividad forestal a lo largo de la frontera Andino-Amazónica es vital para garantizar la resiliencia de las especies; eventos de cambio climático pasados han demostrado que la movilidad animal es clave para garantizar el acceso a los refugios climáticos, siendo los Andes la cuna de la biodiversidad Amazónica¹⁶.

9. Incluir los derechos fundamentales de la Amazonía en la constitución de los países Amazónicos. Los países deberían seguir el ejemplo de Ecuador, que consagró los derechos de la naturaleza en su constitución, y Bolivia y Colombia, que han creado apoyo legal y jurisprudencial para los derechos de la naturaleza. Tales prácticas pueden ser instrumentos legales eficaces para proteger paisajes, ecosistemas, ríos, montañas,

especies y otros elementos del sistema socioecológico de actividades humanas destructivas, al tiempo que adoptan una perspectiva sistémica que comprende que todos los seres vivos están interconectados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a quienes contribuyeron a este resumen de políticas. Esto incluye la opinión experta de Claudio Almeida; los revisores pares Gilberto Fisch, Germán Poveda, Fernando Roca, Carlos Nobre, Marielos Peña-Claros y Susan Trumbore; y los participantes de la consulta pública Jhan-Carlo Espinoza (IRD-Francia), Jurgen Kesselmeier (Instituto Max Planck de Química), Encarni Montoya (Consejo Superior de Investigaciones Científicas) y Camilo Torres (Universidad del Estado de Amazonas). También agradecemos a la Secretaría Técnica del SPA, particularmente a Isabella Leite Lucas. El documento ha sido editado por Lauren Barredo. Traducido del inglés al portugués por Isabella Leite Lucas y del inglés al español por Federico Ernesto Viscarra Riveros.

REFERENCIAS

1. Science Panel for the Amazon. 2021. Executive Summary of the Amazon Assessment Report 2021. Nobre C, Encalada A, Anderson E, et al. (eds). United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA. 48 pages.
2. IPCC. 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. Masson-Delmotte V, Zhai P, Pirani A, et al. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
3. Salazar JF, Villegas JC, Rendón AM, et al. 2018. Scaling properties reveal regulation of river flows in the Amazon through a “forest reservoir”. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 22: 1735–1748
 4. Oliveira BFA, Bottino MJ, Nobre P and Nobre CA. 2021. Deforestation and climate change are projected to increase heat stress risk in the Brazilian Amazon. *Communications Earth and Environment* 2(207).
 5. Gatti LV, Costa PM, Alencar A, et al. 2023a. Human impact on carbon emissions, losses in ecosystem services, and finance for Amazon solutions. Policy Brief. Science Panel for the Amazon.
 6. Alexander C, Bynum N, Johnson E et al. 2011. Linking indigenous and scientific knowledge of climate change. *BioScience*, 61(6), 477-484.
 7. Ford JD, King N, Galappaththi EK et al. 2020. The resilience of indigenous peoples to environmental change. *One Earth*, 2(6), 532-543.
 8. Hirota M, Flores BM, Betts R et al. 2021. Chapter 24: Resilience of the Amazon Forest to Global Changes: Assessing the Risk of Tipping Points. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E et al. (Eds). Amazon Assessment Report 2021. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.
 9. Flores BM and Staal A. 2022. Feedback in tropical forests of the Anthropocene. *Global Change Biology* 28(17), 5041-5061.
 10. Armstrong McKay DI, Staal A, Abrams JF et al. 2022. Exceeding 1.5 C global warming could trigger multiple climate tipping points. *Science*, 377(6611), eabn7950.
 11. Salazar LF, Nobre CA, and Oyama MD. 2007. Climate change consequences on the biome distribution in tropical South America. *Geophysical Research Letters* 34(9): L09708.
 12. Sampaio G, Nobre CA, Costa MH et al. 2007. Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion. *Geophysical Research Letters* 34(17): L17709.
 13. Nobre CA, Sampaio G, Borma LS, et al. 2016. Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. *Proc Natl Acad Sci U S A* 113.
 14. Boers N, Marwan N, Barbosa HM and Kurths J. 2017. A deforestation-induced tipping point for the South American monsoon system. *Scientific reports*, 7(1), 41489.
 15. Banks-Leite C, Pardini R, Tambosi LR, et al. 2014. Using ecological thresholds to evaluate the costs and benefits of set-asides in a biodiversity hotspot. *Science* 345(6200), 1041-1045.
 16. Rangel TF, Edwards NR, Holden PB, et al. 2018. Modeling the ecology and evolution of biodiversity: Biogeographical cradles, museums, and graves. *Science* 361(6399).
 17. Artaxo P, Almeida-Val VMF, Bilbao B, et al. 2021. Chapter 23: Impacts of deforestation and climate change on biodiversity, ecological processes, and environmental adaptation. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E, et al. (eds). Amazon Assessment Report 2021. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.

18. Marengo JA, Espinoza JC, Fu R, et al. 2021. Chapter 22: Long-term variability, extremes and changes in temperature and hydro meteorology in the Amazon region. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E, et al. (eds). Amazon Assessment Report 2021. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.
19. Esquivel-Muelbert A, Phillips OL, Brienen RJW, et al. 2020. Tree mode of death and mortality risk factors across Amazon forests. *Nat Commun* 11.
20. Alencar AA, Brando PM, Asner GP, and Putz FE. 2015. Landscape fragmentation, severe drought, and the new Amazon forest fire regime. *Ecological Applications* 25(6), 1493-1505.
21. Gatti LV, Basso L, Miller JB, et al. 2021. Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. *Nature* 595, 388-393.
22. Gatti LV, Cunha CL, Marani L, et al. 2023b. Increased Amazon carbon emissions mainly from decline in law enforcement. *Nature* 621: 318-323
23. Covey K, Soper F, Pangala S, et al. 2021. Carbon and Beyond: The Biogeochemistry of Climate in a Rapidly Changing Amazon. *Front. For. Glob. Change* 4.
24. Hastie A, Coronado ENH, Reyna J, et al. 2022. Risks to carbon storage from land-use change revealed by peat thickness maps of Peru. *Nature Geoscience* 15, 369–374.
25. Zemp DC, Schleussner C-F, Barbosa HMJ, et al. 2017. Self-amplified Amazon forest loss due to vegetation-atmosphere feedbacks. *Nat Commun* 8: 1–10.
26. Staal A, Tuinenburg OA, Bosmans JHC, et al. 2018. Forest-rain- fall cascades buffer against drought across the Amazon. *Nat Clim Chang* 8: 539–43.
27. Cochrane MA, Alencar A, Schulze MD, et al. 1999. Positive feed- backs in the fire dynamic of closed canopy tropical for- ests. *Science* 284: 1832–5.
28. Van-Nes EH, Staal A, Hantson S, et al. 2018. Fire forbids fifty- fifty forest. *PLoS One* 13: 12–7.
29. Willcock S, Cooper GS, Addy J, and Dearing JA. 2023. Earlier collapse of Anthropocene ecosystems driven by multiple faster and noisier drivers. *Nature Sustainability*.
30. Berenguer E, Armenteras D, Lees AC et al. 2021. Chapter 19: Drivers and Ecological Impacts of Deforestation and Forest Degradation. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E et al. (Eds). Amazon Assessment Report 2021. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.
31. Bullock EL, Woodcock CE, Souza Jr. C and Olofsson P. 2020. Satellite-based estimates reveal widespread forest degradation in the Amazon. *Global Change Biology* 26(5), 2956-2969.
32. Lapola DM, Pinho P, Barlow et al. 2023. The drivers and impacts of Amazon forest degradation. *Science*, 379(6630), eabp8622.
33. Brienen RJW, Phillips OL, Feldpausch TR, et al. 2015. Long-term decline of the Amazon carbon sink. *Nature* 519: 344–8.
34. Esquivel-Muelbert A, Baker TR, Dexter KG, et al. 2019. Compositional response of Amazon forests to climate change. *Glob Chang Biol* 25.

35. Tavares JV, Oliveira RS, Mencuccini M, et al. 2023. Basin-wide variation in tree hydraulic safety margins predicts the carbon balance of Amazon forests. *Nature* 617, 111–117.
36. Ritter CD, Andretti CB and Nelson BW. 2012. Impact of past forest fires on bird populations in flooded forests of the Cuini River in the Lowland Amazon. *Biotropica*, 449-453.
37. Flores BM and Holmgren M. 2021. White-Sand Savannas Expand at the Core of the Amazon After Forest Wildfires. *Ecosystems*.
38. Lugo-Carvajal A, Holmgren M, Zuanon J and van der Sleen P. 2023. Fish on Fire: Shifts in Amazonian fish communities after floodplain forest fires. *Journal of Applied Ecology*.
39. Boulton CA, Lenton TM, and Boers N. 2022. Pronounced loss of Amazon rainforest resilience since the early 2000s. *Nature Climate Change* 12, 271-278.
40. Smith CC, Healey JR, Berenguer E, et al. 2021. Old-growth forest loss and secondary forest recovery across Amazonian countries. *Environ. Res. Lett.* 16 085009
41. Barlow J and Peres CA. 2008. Fire-mediated dieback and compositional cascade in an Amazonian forest. *Philos Trans R Soc London B* 363: 1787–94.
42. Jakovac CC, Peña-Claros M, Kuyper TW, and Bongers F. 2015. Loss of secondary-forest resilience by land-use intensification in the Amazon. *J Ecol* 103: 67–77.
43. Brando PM, Silvério D, Maracahipes-Santos L, et al. 2019. Prolonged tropical forest degradation due to compounding disturbances: Implications for CO₂ and H₂O fluxes. *Global Change Biology*, 25(9), 2855-2868.
44. Mesquita RCG, Ickes K, Ganade G, and Williamsom GB. 2001. Alternative successional pathways in the Amazon Basin. *Journal of Ecology* 89(4), 528-537.
45. Carvalho AL, Nelson BW, Bianchini MC, et al. 2013. Bamboo-Dominated Forests of the Southwest Amazon: Detection, Spatial Extent, Life Cycle Length and Flowering Waves. *PlosOne*.
46. Tymen B, Rejou-Mechain M, Dalling JW, et al. 2015. Evidence for arrested succession in a liana-infested Amazonian forest. *Journal of Ecology* 104(1), 149-159.
47. Veldman JW and Putz FE. 2011. Grass-dominated vegetation, not species-diverse natural savanna, replaces degraded tropical forests on the southern edge of the Amazon Basin. *Biol Conserv* 144: 1419–29.
48. Silvério D V, Brando PM, Balch JK, et al. 2013. Testing the Amazon savannization hypothesis: fire effects on invasion of a neotropical forest by native cerrado and exotic pasture grasses. *Philos Trans R Soc B Biol Sci* 368: 20120427.
49. Murillo-Sandoval PJ, Clerici N, and Correa-Ayram C. 2022. Rapid loss in landscape connectivity after the peace agreement in the Andes-Amazon region. *Global Ecology and Conservation* 38, e02205.
50. Anderson EP, Jenkins CN, Heilpern S, et al. 2018. Fragmentation of Andes-to-Amazon connectivity by hydropower dams 4(1).
51. Resende AF, Piedade MTF, Feitosa YO, et al. 2020. Flood-pulse disturbances as a threat for long-living Amazonian trees. *New Phytologist Foundation* 277(6), 1790-1803.

52. Costa FA, Larrea C, Araujo R, et al. 2023. Land markets and illegalities: the deep roots of deforestation in the Amazon. Policy Brief. Science Panel for the Amazon.

53. Barlow J, Anderson L, Berenguer e, et al. 2022. Transforming the Amazon through "Arcs of Restoration". Policy Brief. Science Panel for the Amazon.

54. Sist P, Peña-Claros M, Ascarrunz N, et al. 2023. Forest management for timber production and forest landscape restoration in the Amazon: the way towards sustainability. Policy Brief. Science Panel for the Amazon.

56. Baragwanath K and Bayi E. 2020. Collective property rights reduce deforestation in the Brazilian Amazon. PNAS 117(34), 20495-20502.

57. Moutinho P, Lucas IL, Baniwa A, et al. 2022. The role of Amazonian Indigenous peoples in fighting the climate crises. Policy Brief. Science Panel for the Amazon.

58. Nóbrega RLB, Alencar PHL, Baniwa B. et al. 2023. Co-developing pathways to protect nature, land, territory, and well-being in Amazonia. Commun Earth Environ 4:364

59. Athayde S, Shepard G, Cardoso TM, et al. 2021. Chapter 10: Critical Interconnections between Cultural and Biological Diversity of Amazonian Peoples and ecosystems. In: Nobre C, Encalada A, Anderson e, et al. (eds). Amazon Assessment Report 2021. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.

60. Schaeffer R, Caceres RB, Klautau A et al. 2023. A New Infrastructure for the Amazon. Policy Brief. Science Panel for the Amazon.

61. Garrett R, Ferreira J, Abramovay R, et al. 2023. Supporting socio-bioeconomies of healthy standing forests and flowing rivers in the Amazon. Policy Brief. Science Panel for the Amazon.

AFILIACIONES DE LOS AUTORES

Bernardo Flores: Universidad Federal de Santa Catarina, Programa de Posgrado en Ecología, Florianópolis, Brasil, mflores.bernardo@gmail.com

Adriane Esquivel-Muelbert: School of Geography, Earth and Environmental Sciences, University of Birmingham, UK and Birmingham Institute of Forest Research (BIFoR), University of Birmingham, UK. a.esquivelmuelbert@bham.ac.uk

Marco Ehrlich: Universidad El Bosque, Av. Cra. 9 No. 131 A – 02, Bogotá, Colombia, marcoehrich58@gmail.com

Emilio Vilanova: Wildlife Conservation Society (WCS). 2300 Southern Boulevard. Bronx, New York 10460.

Raquel Chaves: Universidad de Brasília, Departamento de Antropología, Brasília – DF, Brasil; liderazgo del pueblo Tupinambá de Tapajós

Marina Hirota: Universidad Federal de Santa Catarina, Departamento de Física. Florianópolis, SC, Brasil

Michelle Kalamandeen: School of Earth and Environment, McMaster University, 1280 Main St W, Hamilton, ON L8S 4L8, Canada

MAS INFORMACIÓN EN
theamazonwewant.org

SÍGANOS
  [theamazonwewant](https://www.instagram.com/theamazonwewant)

CONTACTO
Secretaría Científico-Técnica del SPA en NY

475 Riverside Drive | Suite 530
New York NY 10115 USA
+1 (212) 870-3920 | spa@unsdsn.org