

Deforestación en la Amazonía peruana: explorando respuestas desde la complejidad

Deforestation in the Peruvian Amazon: Exploring Responses from a Complex Perspective

Mirbel Epiquién-Rivera^{1*} 

1 Salqa Restoration. Lima, Perú.



Citar como: Epiquien-Rivera, M. (2025). «Deforestación en la Amazonía peruana: explorando respuestas desde la complejidad». *South Sustainability*, 6(2), e126.
DOI: 10.21142/SS-0602-2025-e126

Artículo recibido: 5/4/2025
Revisado por pares
Artículo aceptado: 25/6/2025



© Los autores, 2024. Publicado por la Universidad Científica del Sur (Lima, Perú)

* E-mail de correspondencia:
mirbelepiquien@gmail.com

RESUMEN

La deforestación es el resultado de una interacción compleja entre factores económicos, sociales, políticos y ecológicos, que se retroalimentan dentro de un sistema dinámico. Desde una perspectiva energética, constituye un proceso de transformación de sistemas complejos de baja entropía hacia sistemas más simples y de alta entropía. Por lo tanto, si se busca mitigar los impactos de este desbalance energético y restablecer cierto grado de «orden» o equilibrio ecosistémico, resulta imprescindible implementar políticas de carácter sistémico. En este trabajo se explica que, desde la aparición del ser humano en el ecosistema amazónico, ha existido una relación dialógica entre procesos de deforestación y esfuerzos de conservación, incluyendo la restauración del bosque mediante acciones de subsidio energético. En este contexto, se propone la creación de un programa nacional de restauración de ecosistemas y la revisión de las funciones actuales de los organismos públicos vinculados a la gestión forestal, como estrategia para enfrentar los desafíos globales del cambio climático y la pérdida de biodiversidad.

Palabras clave: deforestación, complejidad de sistemas, dialógica, sistemas socioecológicos, Amazonía

ABSTRACT

Deforestation is the result of a complex interaction between economic, social, political and ecological factors, which feed back into each other within a dynamic system. From an energy perspective, it is a process of transformation from complex, low-entropy systems to simpler, high-entropy systems. Therefore, when seeking to mitigate the impacts of this energy imbalance and restore a certain degree of ecosystem "order" or balance, the implementation of systemic policies is essential.

In this paper, we address how, since the arrival of humans within the Amazon ecosystem, a dialogic relationship has existed between deforestation processes and conservation efforts, including forest restoration through energy subsidy measures. In this context, what is proposed is the creation of a national ecosystem restoration program, together with a review of the functions of the public agencies currently involved in forest management, as a strategy to address the global challenges of climate change and biodiversity loss.

Keywords: deforestation, system complexity, dialogic, socioecological systems, Amazon



Introducción

A principios de enero de 2024 el Congreso de la República de Perú aprobó la modificación de los artículos 29 y 33 de la Ley 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre, que fue aprobada en 2011. Los artículos están referidos a los procedimientos y competencias de los sectores de gobierno en el proceso de zonificación forestal como una condición para el otorgamiento de derechos en la Amazonía.

Efectivamente, la falta de seguridad en la tenencia de la tierra en la Amazonía peruana ha sido ampliamente explicada (Baldo vino *et al.*, 2009; Robiglio *et al.*, 2015; Dourojeanni, 2020; Dongyu, 2020); el principal argumento es que la falta de propiedad sobre la tierra desalienta al ocupante a invertir dinero, trabajo o tiempo para plantar cultivos permanentes, e imposibilita obtener créditos para las campañas agrícolas. De allí que la modificación de la ley pretende resolver parte del problema.

¿Con la modificación de estos artículos de la ley forestal se podrá resolver el problema principal del ecosistema amazónico, la deforestación? Esa es la pregunta que trataremos de responder mediante un enfoque no lineal, sino basado en la complejidad, es decir, dejando de lado el análisis reduccionista que nos induce a pensar de forma dualista con dos escenarios aparentemente excluyentes: la conservación de los bosques en contraposición con la agricultura.

El objetivo del presente manuscrito es entender la dinámica real e histórica de los bosques desde una perspectiva de complejidad, al plantear un modelo conceptual que permite observar la interrelación entre los componentes del sistema social y ecológico de los bosques amazónicos, que al mismo tiempo nos ayuda a proponer intervenciones eficientes de control de la deforestación.

Enfoque y discusión

Amazonía y deforestación

Los bosques amazónicos tienen un rol fundamental en la provisión de servicios ecosistémicos; entre estos, el de mayor impacto regional es el ciclo hidrológico del agua. De acuerdo con Fisher *et al.* (2009), la vegetación tropical es una fuente importante de evapotranspiración de la superficie terrestre global y, por lo tanto, desempeña un papel importante en los ciclos hidrológicos y la circulación atmosférica. De la misma forma, Nobre (2014) describe que una de las funciones de la Amazonía es la capacidad que este tiene de mantener húmedo el aire en movimiento, lo que permite llevar lluvia a áreas continentales alejadas de los océanos.

La relación de dependencia del hombre con el bosque amazónico no es reciente. De hecho, Roosevelt (2014) menciona que durante al menos 13 000 años los pueblos indígenas y las comunidades locales han cosechado

productos vegetales de los bosques y cultivado numerosas especies en huertos familiares y agroforestales.

Un estudio de Coelho *et al.* (2021) en la Amazonía brasilera demostró que la mitad de las especies arbóreas (2253 especies) tenían alguna utilidad para el hombre, lo que representa el 84 % de los individuos estimados en esos bosques amazónicos. En otro trabajo similar de Levis *et al.* (2017) se analizaron los impactos precolombinos en los bosques amazónicos de la cuenca amazónica, y se observó que las especies domesticadas tenían cinco veces más probabilidades que las especies no domesticadas de ser hiperdominantes. Otro interesante caso sobre la relación entre el bosque amazónico y el hombre en épocas muy remotas es la presencia de suelos altamente productivos conocidos como «terra preta» en la cuenca del Amazonas, que se sabe tienen un origen antrópico (Woods *et al.*, 2009)

Si el pasado y el presente del hombre amazónico están íntimamente relacionados con su ecosistema, el futuro también podría garantizarse mediante el potencial biosintético de los bosques amazónicos. Este es un factor clave para la conservación del ecosistema, tal como lo demostraron Gonçalves *et al.* (2024) al evaluar especies de árboles abundantes en fragmentos de bosque amazónico y cualificar sus compuestos secundarios. Sin embargo, la superficie de bosques se está reduciendo de manera progresiva. Para 2019, en la Amazonía peruana había 68,3 millones de hectáreas de bosques (Minam, 2021) y 9,8 millones de hectáreas deforestadas. Esta última cifra equivale al 13,6 % de la superficie total (Dourojeanni, 2022). La causa principal de la deforestación en la Amazonía peruana es la expansión agropecuaria, que es la fuente del 90 % de la deforestación anual (Dourojeanni, 2020). Desde hace poco más de dos décadas la minería aluvial ilegal se ha convertido en la segunda causa de deforestación y continúa creciendo; puede estimarse que entre el 5 % al 10 % de la deforestación actual es provocada por esa modalidad de minería (Asner *et al.*, 2013).

Se ha calculado que existe un punto de inflexión o umbral crítico de la deforestación, estimado en un 20 % de la extensión del bioma amazónico, a partir del cual la alteración de los ecosistemas naturales se tornaría irreversible (Lovejoy y Nobre, 2018). Según algunos especialistas, la Amazonía ya habría pasado o estaría muy cerca de ese umbral (Nobre y De Simone, 2009; Lovejoy y Nobre, 2018).

La deforestación como un sistema complejo

Proponemos que la deforestación debe entenderse como un fenómeno sistémico, caracterizado por la interacción dinámica de variables sociales, económicas, políticas, físicas y ecológicas, que se retroalimentan entre sí de manera tanto positiva (incremental) como negativa (de control o regulación) (ver figura 1). Este fenómeno posee además una naturaleza recursiva, ya que actúa

simultáneamente como causa y efecto del proceso de degradación ecosistémica.

Siguiendo a Odum (1972), los ecosistemas tienden a alcanzar un equilibrio energético en el que las tasas de entrada y salida de energía se estabilizan, lo que se expresa en la relación entre respiración (R) y producción primaria (P). Esta última se refiere a la velocidad con que los organismos productores —principalmente plantas verdes— almacenan energía mediante fotosíntesis o quimiosíntesis en forma de biomasa disponible para otros niveles tróficos. En términos simples, la productividad se manifiesta en la cantidad de biomasa acumulada en el ecosistema forestal.

La energía que fluye a través del ecosistema proviene del sol, y su transformación obedece a las leyes de la termodinámica. Según la primera ley, la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma. La segunda ley —relacionada con el concepto de entropía— establece que toda transformación energética implica una pérdida de energía útil y se degrada en forma de calor. En este sentido, la deforestación representa una transición desde sistemas de baja entropía (estructuras biológicas complejas, como especies, poblaciones y ecosistemas) hacia sistemas de alta entropía (formas más simples, como pastizales o parcelas agrícolas).

Con base en el manejo histórico del bosque amazónico, proponemos la existencia de una relación dialógica entre conservación y pérdida de bosque, que puede entenderse dentro del concepto de sistema de producción equivalente. En este modelo, la pérdida de energía en una parte del sistema ecológico debería ser compensada mediante subsidios energéticos en otras áreas. Estos subsidios pueden tomar diversas formas, pero convergen en la necesidad de restaurar biomasa en zonas afectadas, como estrategia para desacelerar o revertir la trayectoria hacia umbrales críticos de degradación.

Un ecosistema que pierde su equilibrio R/P como resultado de la deforestación tiende a transformar su energía estructurada en calor, lo cual incrementa la entropía y compromete su capacidad autoreplicativa. Sin embargo, la implementación de subsidios energéticos puede fortalecer la productividad y reducir el desorden, lo que contribuye al mantenimiento de su estructura funcional (De Castro, 2019; Di Salvo *et al.*, 2009).

Desde esta perspectiva dialógica, el problema no reside simplemente en la pérdida de cobertura vegetal o en el cambio de uso del suelo en la Amazonía, sino en la magnitud y límites energéticos que tales transformaciones pueden alcanzar sin comprometer la resiliencia del sistema ecológico.

Conclusiones y recomendaciones

De acuerdo con el modelo de la deforestación propuesto (figura 1), este fenómeno debe ser entendido

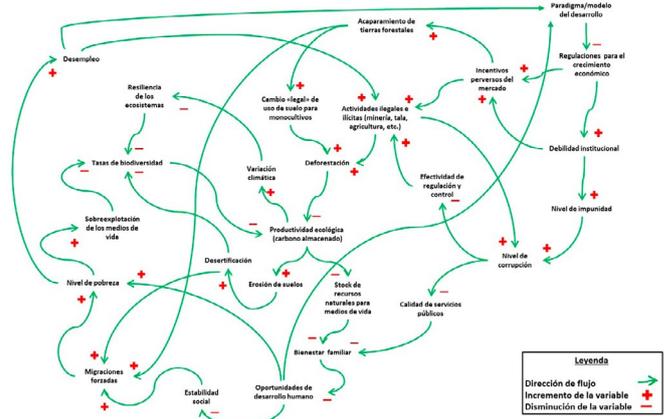


Figura 1. Modelo sistémico de la deforestación en la Amazonía peruana.

como un sistema complejo con propiedades recursivas y dialógicas. Es recursivo en tanto la deforestación actúa simultáneamente como causa y consecuencia de los procesos de degradación ecosistémica. Es dialógico porque, hasta ahora, ha existido una coexistencia entre áreas de bosque conservado y zonas deforestadas, siempre que el ecosistema haya recibido un ingreso compensatorio de energía —a través de subsidios en forma de biomasa— dentro de lo que se denomina un sistema de producción equivalente.

En relación con las modificaciones recientes a la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, se reconoce la posibilidad de un aumento en las tasas de deforestación. No obstante, es fundamental señalar que este desenlace no depende exclusivamente del contenido normativo, sino de la interacción de múltiples variables que componen el sistema descrito en el modelo.

Asimismo, la idea de que la propiedad o la seguridad jurídica en el acceso a la tierra constituirían una solución al problema de la deforestación debe abordarse con cautela. Experiencias como las del Cerrado o el Pantanal en Brasil —donde predomina la propiedad privada de la tierra— demuestran que altos niveles de deforestación pueden persistir, incluso bajo marcos jurídicos sólidos. En esta misma línea, el estudio de Bicudo da Silva *et al.* (2023) reveló que entre 2003 y 2020 las tasas de deforestación en tierras privadas superaron las de todas las áreas bajo conservación en Brasil.

El modelo presentado sugiere que las intervenciones deben ser integrales, multisectoriales y dirigidas a la construcción de un sistema de producción equivalente. Para lograr este objetivo, se propone la creación de un Programa Nacional de Restauración Ecológica, con un mandato claro para liderar, articular e implementar acciones de recuperación ecosistémica. Este programa debería contar con un directorio multisectorial que, como mínimo, integre a las entidades Ministerio del Ambiente (Minam), Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (Midagri) y Ministerio de la Producción (Produce)



(en el caso de ecosistemas acuáticos), y su adscripción podría definirse según el contexto político-institucional, preferentemente bajo el Minam o el Midagri.

Finalmente, se subraya la necesidad de enfrentar la fragmentación institucional en el sector forestal. No es viable controlar los procesos de deforestación con entidades débiles o con funciones dispersas. Se requiere una reforma institucional de carácter articulador, basada en una lógica de red funcional. Las competencias del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (Serfor), el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (Sernanp), el Minam, el Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre (Osinfor) y los gobiernos regionales deben ser revisadas y reestructuradas desde

una perspectiva sistémica que responda adecuadamente a los desafíos contemporáneos del cambio climático y la pérdida acelerada de biodiversidad.

Contribución de autoría

MER: Responsable de la conceptualización, análisis formal y redacción íntegras del manuscrito.

Fuente de financiamiento

Autofinanciado.

Potenciales conflictos de interés

Ninguno.

Referencias bibliográficas

- Asner, G., Llactayo, W., Tupayachi, R. y Ráez-Luna, E. (2013).** «Elevated rates of gold mining in the Amazon revealed through high-resolution monitoring». *PNAS*, 110 (46), pp. 18454-18459. Disponible en: <https://doi.org/10.1073/pnas.1318271110>
- Baldovino, S., Caillaux, J., Capella, J., Monteferri, B., Pulgar-Vidal, M. y Sandoval, M. (2009).** «Hacia la construcción de una nueva visión de la Amazonía». *Revista Argumentos*, 3(3). Disponible en: <https://red.pucp.edu.pe/ridei/wp-content/uploads/biblioteca/100606.pdf>.
- Bicudo da Silva, R., Castro Victoria, D. de, Ávila Nossack, F., Viña, A., Millington, J. D. A., Vieira, S. A., Batistella, M., Moran, E. y Liu, J. (2023).** «Slow-down of deforestation following a Brazilian forest policy was less effective on private lands than in all conservation areas». *Communications Earth & Environment*, 4(111). Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s43247-023-00783-9>
- Coelho, S., Levis, C., Baccaro, F., Figueiredo, F., Pinassi, A., Steege, H., Peña-Claros, M., Clement, C. y Schiatti, J. (2021).** «Eighty-four per cent of all Amazonian arboreal plant individuals are useful to humans». *PLOS One*, 16(10), e0257875. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257875>
- Gonçalves, A., Peron, M., Cola, J. y Araujo, C. (2024).** «Metabólitos secundários em quatro espécies florestais de fragmentos amazônicos». *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 19(2), e2504. Disponible en: <https://doi.org/10.5039/agraria.v19i2a2504>
- De Castro, C. (2019).** *Reencontrando a Gaia. A hombros de James Lovelock y Lynn Margulis*. Málaga: Ediciones de Genal.
- Di Salvo, A., Romero, N. y Briceño, J. (2009).** «Estudio de los ecosistemas desde la perspectiva de la complejidad». *Multiciencias*, 9(3), pp. 242-248.
- Dourojeanni, M. (2019).** *Amazonía peruana. ¿Qué futuro?* Lima: Pronaturaleza y Universidad Nacional de Educación Guzmán y Valle. Disponible en: https://www.academia.edu/39962447/Amazonia_Qu%C3%A9_Futuro.
- Dourojeanni, M. (2020).** *Reflexiones sobre la Amazonía. Recopilación de artículos (2010-2020) sobre la Amazonía peruana*. Lima: Pronaturaleza.
- Dourojeanni, M. (2022).** ¿Es posible detener la deforestación en la Amazonía peruana? En A. Castro y M. I. Merino-Gómez (eds.), *Desafíos y perspectivas de la situación ambiental en el Perú. En el marco de la conmemoración de los 200 años de vida republicana* (pp. 247-285). Lima: Instituto de la Naturaleza, Tierra y Energía (INTE-PUCP).
- Dongyu, Q. (2020).** «Legislar para promover una inversión responsable en la agricultura y los sistemas alimentarios». Nota de orientación jurídica para parlamentarios en América Latina y el Caribe 5. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Disponible en: <http://www.fao.org/3/cb0444es/cb0444es.pdf>
- Fisher J., Malhi, Y., Bonal, D., Da Rocha, H. R., De Araújo, A. C., Gamo, M., Goulden, M. L., Hirano, T., Huete, A. R., Kondo, H., Kumagai, T., Loescher, H. W., Miller, S., Nobre, A. D., Nouvellon, Y., Oberbauer, S. F., Panuthai, S., Roupsard, O., Saleska, S., Tanaka, K., Tanaka, N., Tu, K. P., Von Randow, C. (2009).** «The land-atmosphere water flux in the tropics». *Global Change Biology*, 15, pp. 2694-2714.
- Hausmann, R. (2024).** «La bioeconomía no salvará al Amazonas». Disponible en: <https://www.project-syndicate.org/commentary/urban-development-holds-key-to-preserving-amazon-rainforest-by-ricardo-hausmann-2024-04/spanish>
- Levis, C., Costa, F. R., Bongers, F., Peña-Claros, M., Clement, C., Junqueira, A., Neves, E. ... Steege, H. (2017).** «Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition». *Science*, 355(6328), pp. 925-931. Disponible en: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aal0157>
- Lovejoy, T. E. y Nobre, C. (2018).** «Amazon tipping point». *Science Advances*, 4(2). Disponible en: <https://advances.sciencemag.org/content/4/2/eaat2340.full>.
- Ministerio del Ambiente (Minam). (2021).** *Mapa de la cobertura y pérdida del bosque amazónico al 2019*. Lima: Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático.
- Nobre, C. y De Simone, L. (2009).** «'Tipping points' for the Amazon Forest». *Current Opinions on Environmental Sustainability*, 1(1), pp. 28-36. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2009.07.003>
- Nobre, A. D. (2014).** *El futuro climático de la Amazonía. Informe de evaluación científica*. São José dos Campos: ARA, CCST-INPE y INPA.
- Odum, E. (1972).** *Fundamentos de ecología*. Ciudad de México: Interamericana.
- Robiglio, V., Reyes, M. y Castro, E. (2015).** *Diagnóstico de los productores familiares en la Amazonía Peruana*. Informe de consultoría elaborado por ICRAF Oficina Regional para América Latina, por encargo de GGGI y DIE. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1268951/Diagnostico-de-los-productores-familiares-en-la-Amazonia-peruana-.pdf>
- Roosevelt, A. C. (2014).** «The Amazon and the Anthropocene: 13,000 years of human influence in a tropical rainforest». *Anthropocene*, 4, pp. 69-87.
- Woods, W., Teixeira, W., Lehmann, J., Steiner, C., Winkler Prins, A. y Rebellato, L. (2009).** *Amazonian Dark Earths: Wim Sombroek's Vision*. Berlín: Springer.

