

Evaluación de la deforestación (2000-2020) en concesiones forestales peruanas en la provincia de Tambopata (Madre de Dios) usando plataformas de datos abiertos

Daniel Fernando Valle-Basto

Universidad Científica del Sur

ORCID: 0000-0001-7175-1192

Tatiana Espinosa-Quñones

ARBIO Perú. Asociación para la Resiliencia del Bosque frente a la Interoceánica

ORCID: 0000-0002-7896-9810

Daniela Limache-de-la-Fuente

BluoVerda Deutschland e.V.

ORCID: 0000-0002-7506-2594

Resumen: Los datos obtenidos mediante la plataforma Earth Map son comparables a los de la plataforma Geobosques (Perú) para el mismo periodo 2000-2020. Así, a partir del uso de estas plataformas, se pudo estimar que las concesiones forestales de la provincia de Tambopata (Madre de Dios) han perdido 32 115.36 has de cobertura boscosa, representando el 20.96% de toda la deforestación en la región. En el mismo periodo se cambió la legislación forestal del Perú hasta en tres oportunidades. Estos cambios no han permitido implementar estrategias a largo plazo que estén enfocadas en una verdadera gestión forestal sostenible, así como al control y reducción de la deforestación amazónica. También se constató que concesiones de reforestación, de ecoturismo, de uso de productos diferentes a la madera, son usadas primero para tala de árboles con fines maderables, y luego son convertidas en otros usos de la tierra, como campos agrícolas o manejo ganadero o extracción minera. Bajo estas condiciones legales e institucionales de manejo forestal en Madre de Dios, es que las unidades y concesiones forestales no proveen garantías para evitar la deforestación.

Palabras clave: Deforestación. Bosques tropicales. Amazonía peruana. Plataformas on- line.

Assessment of Deforestation (2000-2020) in Peruvian Forest Concessions in the Province of Tambopata (Madre de Dios) Using Open Data Platforms

Abstract: The data obtained through the EarthMap platform are comparable to those from Geobosques platform (Peru) for the same period 2000-2020. Thus, based on the use of these platforms, it was possible to estimate that the forest concessions in the province of Tambopata (Madre de Dios) have Lost 32,115.36 hectares of forest cover, representing 20.96% of all deforestation in the region. During the same period, Peru's forestry legislation was changed up to three times. These changes have not allowed the implementation of long-term strategies focused on true sustainable forest management, as well as the control and reduction of Amazon deforestation. It was also observed that reforestation concessions, ecotourism concessions, and concessions for the use of non-timber products, are first used for logging purposes, and then they are converted for other land uses, such as agricultural fields or livestock management. or mining extraction. Under these legal and institutional conditions of forest management in Madre de Dios, forest units and concessions do not provide guarantees to prevent deforestation.

Keywords: Deforestation. Tropical Forests. Peruvian Amazon. Online platforms.

Daniel Fernando Valle-Basto

Biólogo experto en conservación de la biodiversidad, con maestría en ciencias en Conservación de Recursos Forestales por la UNALM. Investigador RENACYT, con experiencia en manejo sostenible de recursos naturales, gestión de la biodiversidad, ecoturismo y áreas protegidas. Docente en la Universidad Científica del Sur y profesor invitado de las escuelas de posgrado de la PUCP y UNALM.

Correo: dvalle@cientifica.edu.pe

Tatiana Espinosa-Quñones

Ingeniera en Ciencias Forestales con Maestría en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales en el CATIE (Costa Rica), con quince años de experiencia en gestión y manejo de bosques en la Amazonía, así como en adaptación al cambio climático en el Perú y Mesoamérica. Acreditada por la International Analog Forestry Network como capacitadora en Forestería Análoga para la restauración de bosques.

Correo: tatiana@arbioperu.org

Daniela Limache-de-la-Fuente

Bióloga con una maestría en Manejo y Silvicultura Tropical y doctorado en Ciencias Naturales en la Universidad Técnica de Dresden (Alemania). Durante los últimos años ha estado comprometida con estudios en evaluación genotóxica de suelos, agua y recursos alimentarios; evaluación de impacto ambiental en proyectos de construcción de carreteras; y manejo y conservación de ecosistemas terrestres en Bolivia. Es cofundadora de la organización BluoVerda Deutschland e.V.

Correo: d.limachedelafuente@bluverda.org

1. Introducción

Según Louman et al. (2006), el problema de la deforestación en América Latina tiene origen en entender que «el bosque es considerado como propiedad pública y un recurso de libre acceso». A ello, los autores añaden:

Debido a esto, las personas se sienten libres para extraer los recursos sin invertir en reemplazar lo extraído, ya que esta tarea era considerada como parte del funcionamiento del Estado. Por este motivo, se asume que la asignación de responsabilidades legales sobre los bosques públicos es una opción que permite detener o reducir la deforestación. Así, las concesiones forestales surgieron como respuesta a este problema [deforestación], pues los gobiernos no poseen los recursos necesarios para monitorear y ejercer control sobre todas las operaciones forestales (Louman et al., 2006).

Debido a estas creencias de las personas vinculadas a los bosques, la pérdida de cobertura forestal en la Amazonía peruana está en aumento. Durante los primeros veinte años de este siglo, el Perú perdió 2 636 585 hectáreas (ha) de bosques amazónicos. En ese mismo periodo (2000-2020), el departamento de Madre de Dios perdió 254 153 ha de bosques. Y la deforestación en la provincia de Tambopata fue de 135 071 ha, lo que representó el 53.14% del total de bosques perdidos en la región (Geobosques, 2022).

El objetivo de esta investigación es evaluar el avance de la deforestación al interior de las concesiones forestales en la provincia de Tambopata (Madre de Dios). Además, se busca determinar las posibles relaciones entre la deforestación anual y el proceso histórico que ha definido responsabilidades legales sobre los bosques amazónicos en tierras públicas del Perú, como en el caso de Madre de Dios. El marco referencial-temporal de este estudio corresponde al periodo 2000-2020.

1.1 Concesiones forestales en el Perú

En Perú, la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, ley 29763, en su artículo 5 define las concesiones forestales como:

[...] bien incorporal registrable. Puede ser objeto de hipoteca, así como de disposición a través de la figura de cesión de posición contractual u otros actos acordes a la naturaleza del título. La concesión forestal, su disposición y la constitución de derechos reales sobre ella se inscriben en el registro público respectivo.

Mediante la concesión forestal, el Gobierno otorga derechos para el beneficio de las poblaciones a través del aprovechamiento sostenible de los recursos silvestres. «Estos derechos se conceden en áreas de dominio público, dándole a los titulares el derecho de propiedad de los frutos y productos aprovechados de manera legal» (Louman et al., 2006).

Por otro lado, Luque-Ramos (2021) define la deforestación

[...] como la transformación del bosque en otros usos de la tierra. Consiste en un cambio permanente en los usos del suelo, ya sea de manera forestal a de otro tipo, o la desaparición de la cubierta forestal por debajo del 10% (GreenFacts, 2012, citado por Luque-Ramos, 2021)».

Para Dioses (2013), la deforestación es una actividad netamente humana que linda con lo ilegal. Así, la principal causa de la deforestación es la tala no regulada, la que se realiza con diversos fines y genera la pérdida del bosque. Además, esta tala es la causa de la pérdida del hábitat para la biodiversidad de los animales y fauna nativa (Dioses, 2013). En el Perú, el MINAGRI, en su reglamento aprobado mediante decreto supremo 018-2015-MINAGRI, define la deforestación como «la eliminación de la cobertura forestal de un bosque natural por causa del ser humano o de la naturaleza».

1.2 La deforestación y el cambio de uso del suelo en Perú

Dourojeanni (2014) y Alarcón-Aguirre et al. (2021) acusan al crecimiento demográfico, la inmigración y la pobreza monetaria y social como las principales causas de la deforestación en Madre de Dios, como consecuencia de las actividades agropecuarias, la minería, la construcción de infraestructura (entiéndase como el Corredor Vial Interoceánico Sur [CVIS]) y la escasa

planificación urbana y territorial. En este contexto, el CVIS actúa como la causa subyacente de la deforestación. Al respecto, es importante reconocer que aunque existan causas directas, como pobreza, inmigración, agricultura, estas no actuaron de manera significativa sobre los bosques hasta que se concluyó el CVIS. Ante esto, el monitoreo de los cambios de cobertura nos brinda información importante con relación a los impactos de las actividades económicas sobre el territorio y sus recursos (Berberoglu & Akin, 2009).

A la fecha, «se han realizado diversos estudios basados en datos de teledetección para determinar la dinámica de pérdidas de bosques y de carbono a través de diferentes métodos basados en datos de Teledetección» (Rojas et al., 2019). Para el caso del Perú, los estudios geoespaciales adquieren mayor importancia, debido a que estos demuestran que las actividades agrícolas y ganaderas, desarrolladas en pequeñas explotaciones, causan, respectivamente, el 41.9% y 19.9% de la deforestación, lo que generó la emisión de 170 TgC entre 1990 y 2005 (De Sy et al., 2015). Los datos obtenidos mediante técnicas de teledetección son muy útiles debido a su cobertura repetitiva, que es dada en tiempo real. Además, estos datos se complementan con sistemas de información geográficos, los que proporcionan una plataforma adecuada para el análisis, actualización y recuperación de datos geoespaciales (Cihlar, 2000).

Cuatro son las técnicas más comunes para la detección de cambios de uso del suelo: i) la diferenciación de imágenes; ii) el racionamiento de imágenes; iii) la regresión de imágenes; iv) el análisis de vectores de cambio (CVA). La diferenciación de imágenes es un enfoque común de detección de cambios para áreas boscosas y agrícolas (Berberoglu, S. & Akin, A, 2009).

En el Perú, el Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático (PNCBMCC-MINAM) es el ente encargado para elaborar y proponer la aprobación y publicación oficial de insumos, mapas, estadísticas y protocolos para el monitoreo de los cambios sobre la cobertura de los bosques y sus emisiones asociadas, remitiendo dicha documentación al Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI). Así, el Programa Bosques-MINAM, a través de la plataforma Geobosques, es la fuente oficial de reporte de deforestación en el Perú¹.

¹ Artículo 2, resolución ministerial 324-2015-MINAM, que «Aprueban y disponen la publicación del “Protocolo de Clasificación de Pérdida de Cobertura en los Bosques Húmedos Amazónicos entre los años 2000 y 2011”, “Memoria Descriptiva del Mapa de Bosque/No Bosque año 2000 y Mapa de pérdida de los Bosques Húmedos Amazónicos del Perú 2000H2011” y “Reporte de la Pérdida de los Bosques Húmedos Amazónicos al 2011-2013”».

Es decir, la plataforma Geobosques del Ministerio del Ambiente nació como un instrumento para medir las emisiones de carbono a partir de la deforestación, creando el Sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV) de las emisiones de origen antrópico relacionadas con los bosques, absorción por sumideros, reservas forestales de carbono y cambios en la superficie forestal. Para que éstos sean cuantificados es preciso contar con estimados confiables de la extensión del bosque y de las tendencias de la pérdida de la cobertura boscosa (Vargas et al., 2012).

1.3 Monitoreo de la deforestación y el cambio de uso del suelo en Perú

La resolución ministerial 324-2015-minam, en su artículo 2, oficializa la información producida por el Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático (PNCBMCC), esta institución peruana se define, a su vez, como la:

encargada para elaborar y proponer la publicación oficial de insumos, mapas, estadísticas y protocolos para el monitoreo de los cambios sobre la cobertura de los bosques y sus emisiones asociadas; remitiendo dicha documentación, una vez aprobada, al Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI para los fines pertinentes.

Así, el PNCBMCC reporta el cambio de uso del suelo en áreas de bosques amazónicos y bosque seco a través de la plataforma Geobosques. Este reporte lo hace en base al uso de los mapas Kernel, que permiten obtener información de un conjunto de puntos que se encuentran alrededor de una celda utilizando un radio de búsqueda (MINAM, 2014).

Global Forest Watch (GFW, s.f.) es otra herramienta usada para determinar la pérdida de la cobertura forestal. GFW es un aplicativo de educación ambiental creado en la Universidad de New Hampshire, en Nueva Inglaterra, diseñado para que maestros, así como estudiantes, accedan a los métodos de análisis de datos de campo, laboratorio y satélite para evaluar el estado de salud de los rodales forestales locales (Forest Watch, 1999). En 2014, el Instituto de Recursos Mundiales (World Resources Institute [WRI]) lanzó la plataforma Global Forest Watch, que además proporciona un canal gratuito para la participación pública en el monitoreo de la cubierta forestal. También es el primer conjunto de datos espacialmente explícito libre que se puede utilizar para estudios de cambio forestal (Di Zhang et al., 2020).

Earth Map es otra plataforma gratuita y de código abierto, desarrollada por la FAO en el marco de la alianza FAO-Google (Earth Map, 2022). Earth Map fue creado para apoyar el monitoreo de las tierras y bosques de manera fácil, integrada y multitemporal.

Este software permite la visualización, procesamiento y análisis de imágenes satelitales y conjuntos de datos globales sobre clima, vegetación, incendios, biodiversidad, geosocial y otros temas. Este software es de uso intuitivo, lo que permite a los usuarios que pueda usarlo sin que necesiten conocimientos previos de teledetección o Sistemas de Información Geográfica (Earth Map, 2022).

Earth Map usa los conjuntos de datos sobre el Cambio Forestal Mundial (Global Forest Changes [GFCh datasets]). Esto tiene un gran potencial para ayudar a los países en desarrollo, proveyéndoles instrumentos para el monitoreo, notificación y verificación de cambios de la cubierta forestal (Galiatsatos et al., 2020).

Esta investigación forma parte de las actividades desarrolladas en el marco del proyecto «Monitoreo local para la protección de la Amazonía utilizando software de código abierto», desarrollado por BluoVerda Deutschland e.V. y ARBIO Perú, por encargo del Ministerio Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ), a través del programa Migración y Diáspora (PMD) de la Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ).

2. Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

Madre de Dios tiene una superficie de 8 530 100 ha, que representa el 6.60% del territorio del Perú, y toda la región pertenece a la cuenca amazónica (INEI, 2017). Al 2020, Madre de Dios tenía 7 861 327 ha de bosques, lo que representa el 11.54% del total de bosques amazónicos del país (Geobosques, 2022). Desde el punto de vista geopolítico, Madre de Dios está dividido en 3 provincias, Tambopata, Manu y Tahuamanu, y 11 distritos; siendo Tambopata la provincia más extensa, abarcando el 42.5% del territorio del departamento (INEI, 2017).

Así, y de acuerdo con Geobosques (2022), la provincia de Tambopata tiene 3 294 286 ha de bosques, lo que representa el 41.90% de la cobertura arbórea en la región.

2.2 Gestión de datos

Para este estudio se usó la información de la Plataforma Nacional de Datos Abiertos del Gobierno del Perú que contiene el «Catastro Forestal (Nivel Nacional) - SERFOR» (SERFOR, s.f.). Esta información tiene la base de datos de las concesiones forestales en formato *.shp (Shapefile). Estos archivos pueden usarse en diferentes plataformas y aplicativos para sistemas de información geográfica.

La deforestación, expresada en hectáreas (ha), fue calculada de dos formas: i) Deforestación acumulada (DAc) para el periodo 2000-2020. ii) Deforestación anualizada (DAn) para el periodo 2000-2020. El cálculo de la deforestación se hizo considerando la clasificación de concesiones forestales dada en la ley 29763, citada en el portal de OSINFOR (ver Tabla 1).

Tabla 1. Tipificación de las modalidades de aprovechamiento en concesiones forestales en la provincia de Tambopata (Madre de Dios, Perú)

Modalidad	Fuente
Concesiones Forestales con fines Maderables (CFM)	Artículo 56, Ley 29763
Concesiones con Fines de Forestación y/o Reforestación (CFFR)	Artículo 28, Ley 27308
Concesiones para Producción Forestal Diferentes a la Madera (CFPNM)	Artículo 57, Ley 29763
Concesiones de Conservación (CC)	Artículo 59, Ley 29763
Concesiones para Ecoturismo (CEC)	Artículo 58, Ley 29763

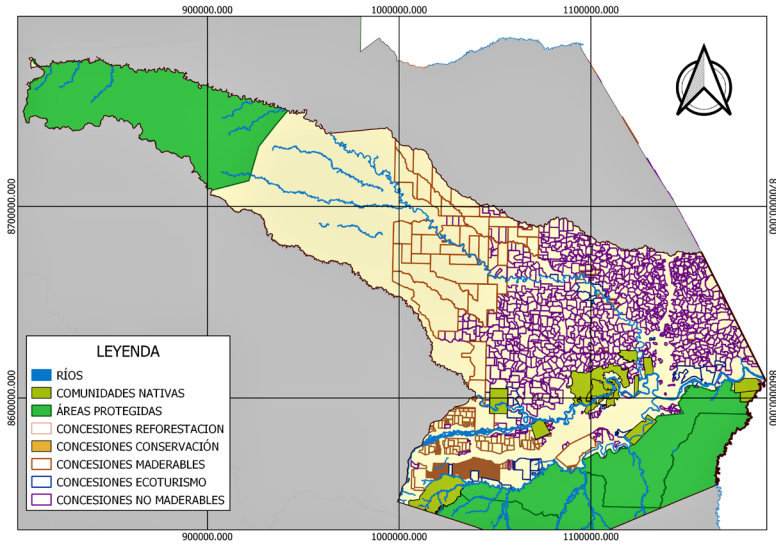
Fuente: Elaborado en base a información presentada por OSINFOR (s.f.).

Usando QGIS (Versión 3.16), se pudo sobreponer la base cartográfica de Tambopata con aquella del Catastro Forestal (Nivel Nacional). Con esto se ha logrado identificar y analizar cada una de las concesiones forestales, según modalidad de aprovechamiento (ver Figura 1).

Los polígonos correspondientes a las concesiones forestales identificadas, almacenados en formato *.kml². Los archivos *.kml fueron usados en las plataformas (ver Tabla 2).

² Los archivos KML, conocidos como Keyhole Markup Language, son un formato de archivo basado en lenguaje XML, el que es utilizado para visualizar información en un contexto geográfico.

Figura 1. Concesiones forestales bajo toda modalidad en Tambopata (Madre de Dios, Perú)



Fuente: Construido con la base cartográfica: Catastro Forestal (Nivel Nacional) (SERFOR, s.f.).

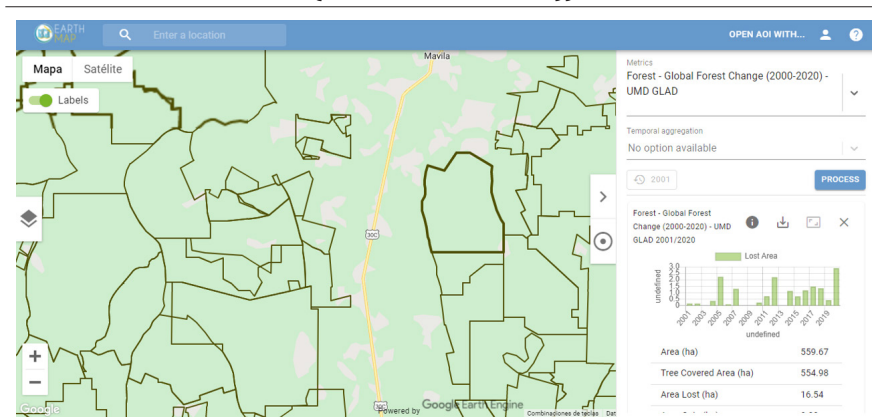
Tabla 2. Cuadro comparativo de las características técnicas de las plataformas Geobosques y Earth Map

Características	Geobosques	Plataforma Earth Map
Imágenes satelitales	<p>La información de pérdida de bosque anual (2001-2019) generada por el PNCBMCC en el marco del MMCB, usa datos Landsat.</p> <p>-Periodo 2001-2011: se usaron datos del sensor Landsat-ETM+ [18].</p> <p>-Periodo 2012-2013: se usaron datos Landsat-TM, Landsat-ETM+ y Landsat-OLI [19].</p> <p>-Periodo 2014-2019: se usaron datos de Landsat-ETM+ y Landsat-OLI [20].</p>	<p>Es el resultado del análisis de series temporales de imágenes generadas con imágenes satelitales multiespectrales del sensor Landsat 7 Thematic Mapper Plus (ETM+), donde se compilaron y analizaron más de 600 000 imágenes con Google Earth Engine.</p>
Procesamiento	<p>La pérdida anual de bosque para el periodo 2001-2011 solo usó datos ETM+ debido a que los datos TM no tenían una precisión geométrica lo suficientemente buena como para que se usen de forma combinada.</p> <p>Por este motivo, se usaron imágenes de apoyo.</p>	<p>El equipo de Earth Engine ha trabajado en estrecha colaboración con Google Cloud para llevar las colecciones de Landsat y Sentinel-2 a Google Cloud Storage como parte del programa de datos públicos de Google Cloud.</p> <p>Las colecciones de Google Cloud hacen que sea mucho más fácil y eficiente acceder a los datos directamente desde servicios en la nube como Google Compute Engine o Google Cloud Machine Learning.</p>
Imágenes de apoyo	<p>1.Imágenes MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectrometer). Son imágenes tomadas por los satélites Terra-1 y Aqua-1, con una resolución espacial de 250, 500 y 1000 metros y con una resolución espectral de 36 bandas y una resolución temporal de 1 a 2 días.</p> <p>2.Imágenes SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Es un sistema de radar para adquirir datos de elevación topográfica. Se utilizaron los datos mejorados del SRTM, disponibles en el CGIAR-CSI a 90 metros de resolución espacial.</p>	<p>No usa imágenes de apoyo.</p>
Fuente	Vargas Gonzáles et. al. 2012.	FAO (2023). Earth Map.
Entidad operadora	<p>Ministerio del Ambiente del Perú. Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático.</p>	<p>Earth Map es una herramienta para el análisis climático y ambiental basada en Google Earth Engine y desarrollada dentro de la Iniciativa Open Foris de la FAO con el apoyo del gobierno de Alemania a través de la Iniciativa Internacional del Clima (IKI) del Ministerio de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear.</p>
Enlaces	https://geobosques.minam.gob.pe/geobosque/view/perdida.php	https://earthmap.org/login

Fuente: Elaboración propia.

- a. Earth Map. Usado para ejecutar el visor del Global Forest Changes (GFCdatasets). Para esto, cada concesión forestal fue contrastada con la información del GFCdataset, lo que permitió obtener datos de: superficie total de la unidad (STU), superficie total cubierta de bosques (STCB), superficie deforestada durante el periodo 2000-2020 (STD2020), y la superficie total ganada (STG) o recuperada durante el periodo 2000-2020. Esta información incluye la deforestación anual, expresada en hectáreas, para el periodo 2000-2020 (Figura 2). Al respecto, hay que mencionar que la base de datos (producto) Forest Global Change, propuesto por Hansen et al. (2013), es el resultado del análisis de series temporales de 600 000 imágenes satelitales desde el año 2000. Este producto es utilizado por ambas plataformas: Forest Global Watch y Earth Map.

Figura 2. Interfaz Earth Map, se incorpora la base WWcartográfica de las concesiones forestales en Tambopata (Madre de Dios, Perú)



Fuente: Base cartográfica: Catastro Forestal (Nivel Nacional) (SERFOR, s.f.). Se indica menú desplegable para el cálculo del «Cambio Global de Bosques (2000-2020) UMD GLAD».

- b. Dado que Geobosques es la plataforma del Perú para los reportes oficiales de deforestación, se compararon los datos de Geobosques con los de Earth Map para la deforestación anual de la provincia de Tambopata (Madre de Dios) para el periodo 2000-2020, con la finalidad de determinar si los datos son comparables.
- c. Google Earth Pro. Usado para acceder y ejecutar la función de «Reloj» del Google Earth Pro, lo que permite visualizar imágenes satelitales para cada año desde el 2000 hasta 2020. Con esta herramienta se puede identificar y detectar las actividades que son fuente de origen de la deforestación en una concesión determinada.

3. Resultados

3.1 Contrastación entre Geobosques y Earth Map

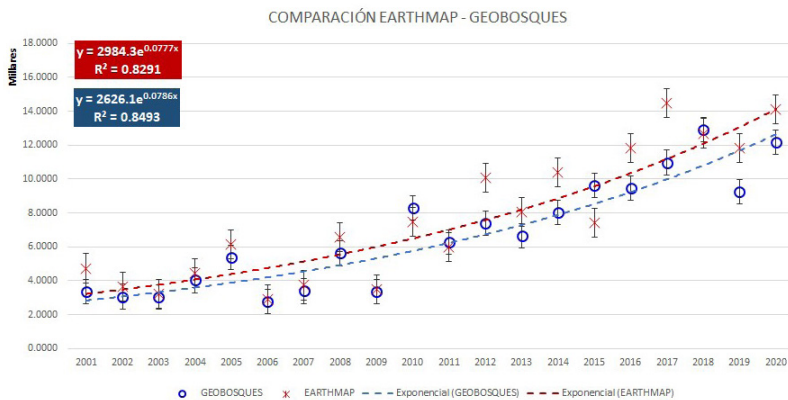
Para comprobar la precisión de los datos generados por las plataformas usadas, es importante revisar la similitud de sus resultados. En este contexto, se confirma que los resultados de la deforestación acumulada (DAc) y anualizada (DAn) (ver Tabla 3), estimada para la provincia de Tambopata, fue similar en ambas plataformas. Así, al comparar las varianzas de ambas series de datos (Geobosques y Earth Map), el valor F calculado ($p=0.05$) fue de 1.3900, mucho menor al F crítico de 2.5265, confirmando que son homogéneas. De la misma manera, las tendencias de la deforestación dadas en cada plataforma demostraron que la pérdida de cobertura boscosa en la provincia se incrementó de manera exponencial durante el periodo 2000-2020: Geobosques ($Y=2626.1e^{0.0786x}$, $R^2=0.8493$) y Earth Map ($Y=2984.3e^{0.0777x}$, $R^2 = 0.8291$). (ver Figura 3).

Tabla 3. Deforestación Anualizada (DAn) para cada plataforma usada Geobosques y Earth Map (datos expresados en hectáreas)

Año	Geobosques	Earth Map
2001	3350.0000	4740.7911
2002	3067.0000	3643.5183
2003	3034.0000	3229.7493
2004	4027.0000	4451.0989
2005	5371.0000	6132.2955
2006	2765.0000	2926.5046
2007	3389.0000	3736.1053
2008	5623.0000	6566.6112
2009	3357.0000	3474.7164
2010	8291.0000	7455.3834
2011	6279.0000	5976.2520
2012	7386.0000	10086.8137
2013	6656.0000	8045.2956
2014	8018.0000	10406.3690
2015	9631.0000	7426.8784
2016	9471.0000	11844.2063
2017	10976.0000	14465.1106
2018	12904.0000	12702.6356
2019	9267.0000	11815.0103
2020	12181.0000	14116.2090
DAc	135043	153241.6
Media	6752.15	7662.078
Std. error	725.6432	855.5247
Varianza	1.05E+07	1.46E+07

Fuente: Geobosques (2022) y Earth Map (2022).

Figura 3. Evolución histórica de la deforestación en la provincia de Tambopata: comparación entre Geobosques y Earth Map



Fuente: Geobosques (2022) y Earth Map (2022).

3.2 Deforestación Acumulada (DAc) estimada por modalidad de concesiones forestales en la provincia de Tambopata

Se evaluaron 539 concesiones forestales de un total de 1703. Sobre el particular, es necesario remarcar que la provincia de Tambopata concentra la mayor cantidad de concesiones forestales por toda modalidad en Madre de Dios (ver Tabla 4): conservación (CC 69.57%); ecoturismo (CE 85.19%); maderable (CM 40.22%); forestación y reforestación (CRyF 85.89%); y productos forestales diferentes de la madera (PFDM 45.56%).

EVALUACIÓN DE LA DEFORESTACIÓN (2000-2020) EN CONCESIONES FORESTALES PERUANAS
EN LA PROVINCIA DE TAMBOPATA (MADRE DE DIOS) USANDO PLATAFORMAS DE DATOS ABIERTOS
/ D. F. VALLE BASTO, T. ESPINOSA Y D. LIMANCHE

Tabla 4: Concesiones forestales evaluadas

Títulos habilitantes	Total mdd	Muestra	%	Área_sig	Área earthmap	Cobertura forestal	Deforestada	Gain	Participación
Forestación y reforestación (cfrf)	248	213	85.89%	90 676.32	90 504.88	90 160.59	14 434.57	34.95	9.42%
Ecoturismo (cec)	27	23	85.19%	49 260.17	49 055.46	48 290.04	6 554.10	66.33	4.28%
Maderable (cfm)	92	37	40.22%	412 729.42	411 775.02	409 065.97	6 121.12	101.24	3.99%
No maderables (cfdpm)	1313	250	19.04%	254 641.83	255 788.66	254 210.10	4 301.42	123.67	2.81%
Conservación (cc)	23	16	69.57%	164 032.51	163 722.07	161 792.91	704.15	103.99	0.46%
Total	1703	539	31.65%	971 340.27	970 846.09	963 519.61	32 115.36	430 18	20.96%

Total MDD: Total de unidades forestales concesionadas en la región de Madre de Dios.

Muestra: Total de unidades forestales evaluadas en la provincia de Tambopata.

ÁREA_SIG: Superficie de la concesión forestal (has) según Catastro Forestal (Nivel Nacional).

STU EARTHMAP: superficie total por unidad según Earth Map.

STCB: superficie total con cobertura de bosque.

STD2020: superficie total deforestada para el periodo 2000-2020.

STG: superficie total ganada-recuperada.

Participación: relación de la deforestación por tipo de concesión forestal, expresado en porcentaje de la deforestación total de la región Madre de Dios.

Durante el periodo 2000-2020, la pérdida de cobertura forestal (DAc) en las concesiones evaluadas fue de 32 115.60 ha, lo que representa el 20.96% del total deforestado por toda fuente en la provincia (Geobosques, 2022). Cabe remarcar que la pérdida de bosques se incrementó exponencialmente durante el periodo 2000-2020, independientemente de las unidades de ordenamiento forestal. Este incremento es consistente en los datos obtenidos de la plataforma Geobosques, así como de Earth Map (ver Figura 3).

Las concesiones forestales con fines de conservación, según lo estipulado por el artículo 59 de la ley 29763, indica:

Son concesiones cuyo objetivo es contribuir de manera directa a la conservación de especies de flora y fauna silvestre a través de la protección efectiva y usos compatibles como la investigación y educación, así como a la restauración ecológica. No se permite el aprovechamiento forestal maderable. Se otorgan en cualquier categoría de zonificación forestal, con excepción de los bosques de producción permanente.

Son estas concesiones las únicas que deberían tener un control total de la deforestación. Así, de las 163 722.07 ha de bosque asignadas a esta categoría, solo se han registrado 704.15 ha deforestadas, lo que representa el 0.46% del total deforestado en la región para el periodo 2000-2020. Es importante indicar que para la presente investigación se evaluó el 100% de concesiones de conservación al interior de la provincia de Tambopata, usando como base el Catastro Forestal (Nivel Nacional).

Las concesiones forestales para productos diferentes de la madera (CFPDM) tienen por objetivo el aprovechamiento de recursos, «cuya extracción no conlleva al retiro de la cobertura boscosa». De acuerdo con OSINFOR (2018), en esta modalidad de aprovechamiento la extracción de árboles con fines maderables se permite de manera «excepcional». Este aprovechamiento no debe desnaturalizar el objetivo de la concesión y tampoco poner en riesgo el recurso no maderable concedido. Todo manejo forestal en este tipo de concesiones debe realizarse bajo planes de manejo forestal aprobado por la autoridad regional. En Tambopata, durante el periodo 2000-2020, las CFPDM muestreadas (ver Tabla 4) perdieron un total 4 301.42 ha de bosques (DAc), lo que representa el 2.81% de toda la deforestación en la provincia.

Por otro lado, y de acuerdo con las leyes vigentes, las concesiones forestales maderables (CFM) son las únicas que tienen mandato expreso para retirar

cobertura arbórea como parte de su finalidad y objetivos de gestión. Actualmente, en Tambopata se registran 37 unidades de aprovechamiento forestal maderable (40.22% del total de concesiones maderables en toda la región), con una superficie concesionada de 411 775.02 ha y una deforestación acumulada entre el periodo 2000-2020 de 6 121.12 ha. Así, en las concesiones maderables de Tambopata se concentra el 3.99% del total de la deforestación (DAc) registrada en la plataforma Earth Map (ver Tabla 4).

Con relación a las concesiones forestales con fines de ecoturismo (CEC), la deforestación acumulada es significativamente alta, considerando que esta modalidad no autoriza la reducción de la cobertura arbórea (ver Tabla 4). Así, la deforestación acumulada (DAc) en las concesiones de ecoturismo evaluadas fue de 6 554.10 ha, lo que supera a los estimados para las concesiones maderables (CFM). Es decir, durante el periodo 2000-2020, las concesiones de ecoturismo (CEC) perdieron más cobertura boscosa que las concesiones maderables (CFM). La pérdida acumulada de bosques en las CEC representa un 4.28% de la deforestación de la provincia de Tambopata.

Un caso que requiere de especial atención son las concesiones forestales con fines de forestación y reforestación (CFFR). Originalmente, las CFFR fueron establecidas en el artículo 28 de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre³, que fue aprobada el año 2002. Ahora, aunque esta modalidad de aprovechamiento no está prevista en la ley vigente, aún mantiene vigencia en el ordenamiento forestal. Esta vigencia se mantiene hasta que se concluya la adecuación de estas a la normativa vigente, de acuerdo a lo establecido mediante resolución de dirección ejecutiva 274-2017 SERFOR/DE (SERFOR, 2017). Así, las CFFR perdieron 14 434.57 ha de bosques, de las 90 504 8800 ha asignadas a esta categoría. Esto representa el 9.42% de la deforestación en toda la provincia de Tambopata.

3.3 Evolución de la deforestación anualizada (DAn) estimada por modalidad de concesiones forestales en la provincia de Tambopata para el periodo 2000-2020

Para entender la evolución en las tasas de deforestación anual dentro de las concesiones forestales en Madre de Dios, es necesario describir el proceso histórico de la legislación forestal peruana (ver Tabla 5). Al respecto, es importante reconocer que durante el periodo 2000-2020, la gestión forestal en el Perú estuvo sometida a cuatro leyes/decretos legislativos diferentes.

³ Ley 27308 aprobada el año 2002 (tomado del repositorio del SINIA, s.f.).

Estos cambios legales generaron cambios en el modelo de gestión forestal, afectando la forma de asignación y supervisión de las unidades de ordenamiento forestal (ver Figura 4).

Tabla 5. Proceso histórico relacionado a la normativa forestal en Perú. Considera leyes y decretos legislativos que tuvieron vigencia del año 2000 hasta el 2020

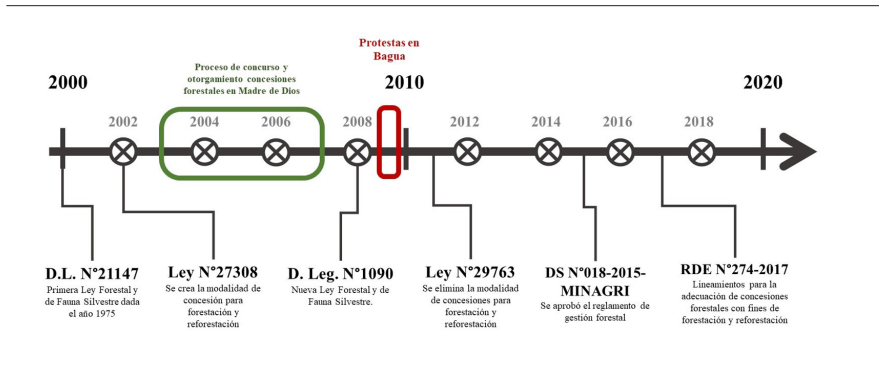
Norma legal	Año	Detalle
Decreto ley 21147	1975	Las modalidades de aprovechamiento forestal estaban organizadas en contratos de aprovechamiento. La mayoría de los contratos eran otorgados en superficies menores a 5000 ha, lo cual no garantiza la sostenibilidad en el aprovechamiento del recurso madera.
Ley 27308	2002	Se realizó el primer cambio, introduciendo el actual sistema de concesiones forestales bajo diferentes modalidades, incluyendo las concesiones para forestación y reforestación. Bajo esta ley, se realizaron los concursos públicos para otorgamiento de derechos forestales (2003-2007).
Decreto legislativo 1090	2009	En el año 2009, los pueblos indígenas amazónicos protestaron en contra del decreto legislativo 1090, siendo el evento más significativo de estas protestas el incidente en Bagua (Amazonas) el 5 de junio de 2009, en el cual murieron personas en los enfrentamientos.
Ley 29763	2011	Se eliminó la modalidad de «concesiones para forestación y reforestación». Pero es recién en el año 2017 que la autoridad forestal del Perú emitió una norma para la adecuación de las concesiones para forestación y reforestación.
Resolución ministerial 0301-2010-AG	2010	Declaran concluido el proceso de efectivización de la transferencia de funciones en materia agraria al Gobierno Regional del Departamento de Madre de Dios.
Decreto supremo 018-2015-MINAGRI	2015	Se aprobó el reglamento de gestión forestal.
Resolución de dirección ejecutiva 274-2017	2017	Lineamientos para la adecuación de concesiones forestales con fines de forestación y reforestación.

* Para más información ver López Tarabochia (2016).
Fuente: Elaboración propia

Un evento significativo en Madre de Dios fue la construcción del Corredor Vial Interoceánico Sur (CVIS), que sucedió entre los años 2006-2011. Tal como se muestra en la Figura 5, hay concordancia entre la conclusión del CVIS y el punto de inflexión que da inicio al incremento exponencial de la deforestación, lo que permite inferir que la Vía Interoceánica Sur es un factor que «gatilla» el incremento en la pérdida de bosques en la provincia de Tambopata. Otro evento importante fue cuando se culminó el proceso de transferencias de funciones forestales desde el Ministerio de Agricultura hacia el Gobierno Regional de Madre de Dios. Esto fue aprobado por la resolución ministerial 0301-2010-AG. En este proceso, el Gobierno Regional de Madre de Dios reconoció que contaba con capacidades para asumir las funciones forestales y de fauna silvestre, y que se encontraba «apto» para cumplir las funciones de:

- 1) aprobar planes y documentos de gestión forestal y de fauna silvestre;
- 2) realizar labores de promoción y fiscalización sobre la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales y de fauna silvestre;
- 3) implementar los sistemas de control y vigilancia forestal y de fauna silvestre, para el ámbito de su jurisdicción de acuerdo a los lineamientos de la autoridad nacional;
- 4) ejecutar operativos inopinados de control forestal y de fauna silvestre en el ámbito de su jurisdicción;
- 5) Supervisar las concesiones forestales de productos diferente de la madera, en el ámbito de su jurisdicción, y de acuerdo a las normas nacionales (resolución ministerial 0301-2010-AG).

Figura 4. Línea de tiempo de la gestión forestal en el Perú durante el periodo 2000-2020



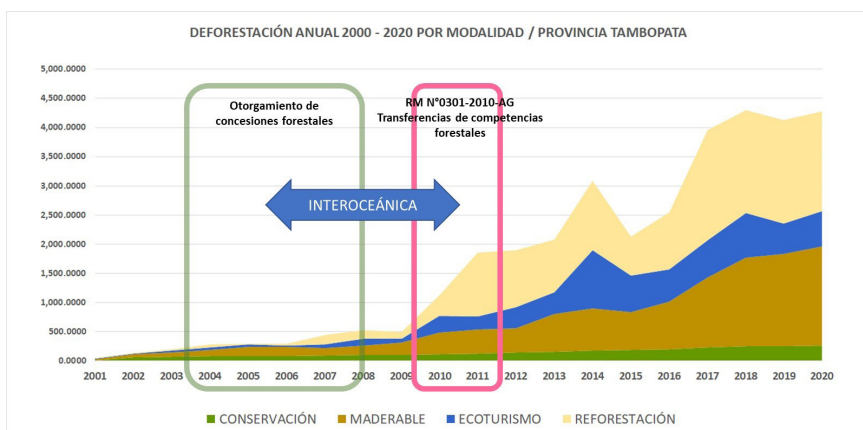
Fuente: Elaboración propia.

En este análisis también es importante considerar que los bosques de Madre de Dios no habían sido otorgados para su aprovechamiento bajo concesiones hasta el año 2004, continuando con el otorgamiento de derechos forestales hasta el año 2007 (Figura 4).

De acuerdo con los resultados de deforestación anualizada (DAn) estimados en la plataforma Earth Map, es recién entre los años 2009-2010 que se incrementó significativamente la tasa de deforestación anual para la provincia de Tambopata (ver Figura 5). Este incremento tiene un reflejo en las modalidades de CFM, CFFR y CEC. En dicho estudio se constató que las modalidades de aprovechamiento para ecoturismo (CEC) y para forestación y reforestación (CFFR) incrementaron la deforestación anual (DAn), incluso con valores mayores a lo estimado para concesiones maderables (CFM).

Para identificar las causas de la deforestación en las concesiones forestales en Tambopata, se seleccionaron aquellas que mostraron las tasas más altas de deforestación en su interior, y fueron evaluadas en el Google Earth Pro. En el análisis de las imágenes se pudo detectar dos fuentes de deforestación: conversión del bosque a suelo agrícola y minería aurífera.

Figura 5. Deforestación anual (DAn) por modalidad de aprovechamiento en concesiones forestales de Tambopata (Madre de Dios, Perú)



Fuente: Elaborado a partir de los resultados del Global Forest Watch datasets - Earth Map. Se identifican los momentos críticos: a) otorgamiento de concesiones forestales; b) transferencias de competencias forestales en Madre de Dios; c) construcción del Corredor Vial Interoceánico Sur (CVIS).

El proceso de deforestación en la provincia de Tambopata (Madre de Dios) coincide con lo descrito para otros autores, como Sierra (2013), Castro (2020), Alarcón et al. (2016) y Martino (2007). De acuerdo con estos autores, las carreteras son uno de los mayores factores desencadenantes de la deforestación, especialmente a los bordes de la vía hasta por 10 km (Sierra, 2013). Pero este problema se agrava por la falta de control y vigilancia, así como por la incapacidad de las autoridades para ejercer su rol frente a los bosques. Así, el Programa Anticorrupción de la UNODC (2021) reconoce que:

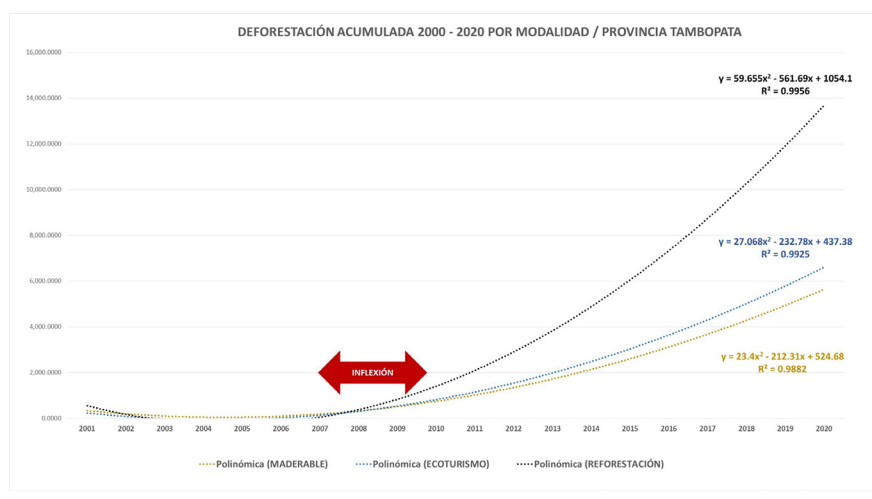
[...] es necesario identificar los procesos y procedimientos liderados por instituciones formales, esto es, aquellos que están a cargo de entidades públicas y que, por su mal funcionamiento, funcionamiento deficiente u omisión, facilitan la configuración de los motores de la deforestación.

Ante este escenario, el Ministerio de Justicia y Derechos Humanos del Perú (MINJUS, 2022), reconoció que:

la corrupción, además ser una de las características de la tala ilegal en el Perú, también es una de sus causas. Para varios autores, el sector forestal peruano es un ámbito en el que históricamente se han mantenido elevados niveles de informalidad, vinculada, en muchos casos, con prácticas de corrupción.

Dados los hechos que originan la deforestación en la provincia de Tambopata, es evidente la inacción de la Autoridad Regional Forestal y de Fauna Silvestre (ARFFS) en Madre de Dios ante el avance progresivo de la deforestación anual (DAn), especialmente al interior de las CFM, CEC y CFFR. Esta pérdida de cobertura fue gatillada por el Corredor Vial Interoceánico Sur, permitiendo un aumento considerable de la pérdida de bosques luego del año 2010 (Figura 6).

Figura 6. Proyección polinómica de la deforestación anual (DAn) para las modalidades de aprovechamiento en concesiones forestales de Tambopata (Madre de Dios)

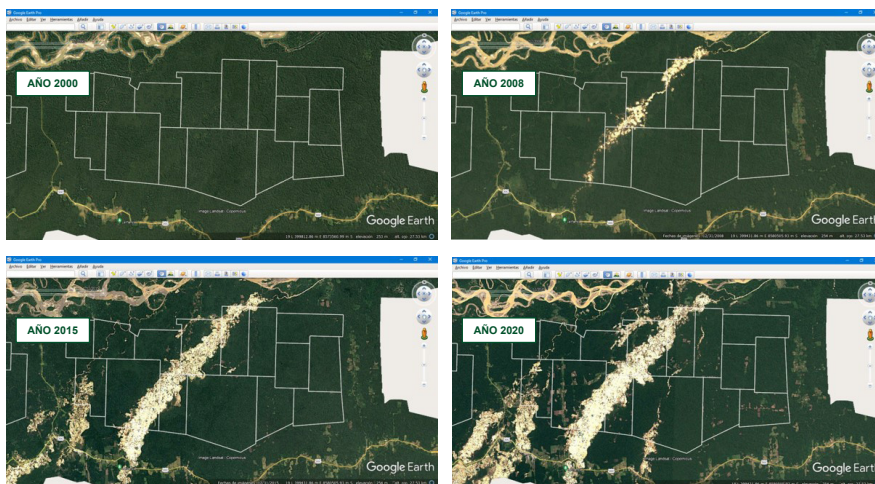


Fuente: Elaborado a partir de los resultados del Global Forest Watch datasets - Earth Map.

Usando el aplicativo «Reloj» del Google Earth, es posible reconocer el avance de la deforestación anual (DAn) por dos procesos que no fueron controlados por la ARFFS de Madre de Dios:

- a. Deforestación por minería ilegal. La deforestación por minería fluvial aurífera se concentró en el periodo 2008-2020, invadiendo áreas bajo concesiones forestales, eliminando cobertura forestal e incluso las capas fértiles del suelo. Esta fuente de deforestación es la mayor en la provincia, concentrándose al sur del río Madre de Dios (Figura 7).

Figura 7. Pérdida de cobertura boscosa en concesiones forestales en Tambopata (Madre de Dios) durante el periodo 2000-2020, debido a minería ilegal

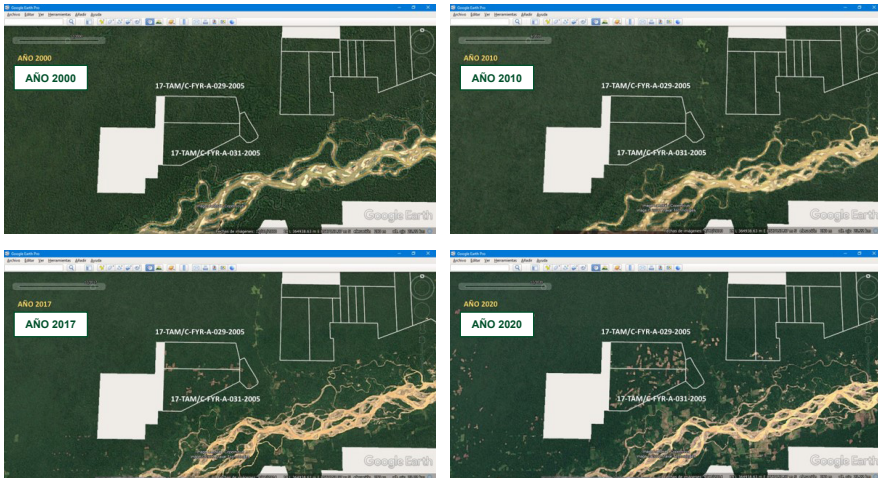


Fuente: Serie temporal de imágenes del Google Earth Pro. Nótese que el proceso es constante y progresivo, sin detenerse.

- b. Deforestación por incremento de la superficie agrícola. Durante los años 2000-2020, el desarrollo de la agricultura en Madre de Dios sobre suelos de vocación forestal se incrementó considerablemente. Aunque las tasas más altas de deforestación se dan a partir del año 2010, que coincide con dos eventos: i) la transferencia de funciones y competencias forestales y de fauna silvestre desde la Autoridad Nacional Forestal al Gobierno Regional de Madre de Dios⁴ (Figura 8); y ii) el inicio de las actividades constructivas para la Vía Interoceánica Sur.

⁴ Culmina el proceso de transferencias de funciones en materia agraria desde el Ministerio de Agricultura hacia el Gobierno Regional de Madre de Dios. Este proceso fue aprobado por la resolución ministerial 0301-2010-AG.

Figura 8. Pérdida de cobertura boscosa en concesiones forestales de la provincia de Tambopata (Madre de Dios), durante el periodo 2000-2020, debido a la agricultura y vías



Fuente: Serie temporal de imágenes del Google Earth Pro.

4. Conclusiones

En concordancia con los resultados presentados en este estudio, se concluye que:

- a. El monitoreo de la deforestación usando plataformas de datos abiertos, así como aplicativos o softwares de libre uso, es confiable. Estas herramientas han demostrado producir resultados similares, permitiendo que estos sean útiles como indicador de alerta temprana para detectar la pérdida de cobertura forestal. En particular, el Forest Global Watch dataset, que es parte de la plataforma Earth Map, ha mostrado resultados comparables a los de Geobosques, siendo este último la entidad gubernamental encargada de reportar oficialmente la deforestación en el Perú. La ventaja en esta similitud de resultados permite no depender de una fuente exclusiva de información (Geobosques), la que es administrada por el Gobierno. Esto favorece la vigilancia ciudadana y transparente el control de la deforestación.

- b. De acuerdo con Earth Map, durante el periodo 2000-2020 las concesiones forestales evaluadas en Tambopata han perdido 32 115.36 ha de cobertura arbórea. Con esto se demuestra que el sistema de concesiones forestales en el Perú no es eficiente en el control de la deforestación, llegando a representar el 20.96% de toda la deforestación evaluada en Madre de Dios. Esta conclusión obliga a revisar los mecanismos de control y vigilancia forestal al interior de concesiones forestales, especialmente en regiones donde las funciones forestales han sido delegadas a los gobiernos regionales.
- c. Los cambios constantes en la legislación forestal peruana durante el periodo 2000-2020 contribuyó a la inestabilidad de las instituciones nacionales y regionales a cargo de la gestión forestal. Esta inestabilidad se refleja en el incremento de la deforestación. Bajo estas condiciones cambiantes, no es posible desarrollar estrategias a largo plazo que tengan efecto real en el control y disminución de la deforestación.
- d. En el Perú, la mayoría de las modalidades de concesiones forestales no permite la pérdida de cobertura forestal. Pero en este estudio se constató que muchas concesiones forestales para uso ecoturístico, para aprovechamiento de productos diferentes de la madera, y para forestación y reforestación están siendo usadas en primer lugar para extraer madera (lo cual no es legal), para luego proceder a la eliminación de la cobertura forestal, lo que finalmente culmina en cambio de uso del suelo y la degradación de los bosques.
- e. Especial atención merecen las concesiones de forestación y reforestación (CFFR). Estas no tienen vigencia legal, salvo excepción por adecuación. En total, la deforestación en este tipo de concesiones está en crecimiento y representa el 9.42% del total deforestado en la región. Urge la eliminación de este tipo de concesión, caducando aquellas concesiones que no se hayan adecuado.
- f. A partir del año 2010 sucedieron dos eventos determinantes que desencadenan un incremento en la tasa de deforestación en la provincia de Tambopata:
 - i. El inicio de operaciones del Corredor Vial Interoceánico Sur (CVIS), que se constituye en uno de los factores que gatilló un incremento en la deforestación en la provincia de Tambopata.

- ii. La transferencia de las funciones forestales y de fauna silvestre desde el Gobierno nacional al Gobierno regional de Madre de Dios. Dado este proceso, se ha demostrado que las autoridades regionales forestales (ARFFS) no tienen las capacidades necesarias para detener o reducir la tasa de deforestación, incluso al interior de las concesiones forestales bajo su responsabilidad en cuanto control y vigilancia.

Referencias

- Alarcón-Aguirre, G, Canahuire Robles, R.R., Guevara Duarez, F. M., Rodríguez Achata, L., Gallegos Chacón, L.E., Gárate-Quispe, J. (2021). Dinámica de la pérdida de bosques en el sureste de la Amazonia peruana: un estudio de caso en Madre de Dios. *Ecosistemas* 30(2), pp. 2175. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2175>
- Alarcón, G., Díaz, J., Vela, M., García, M., & Gutiérrez, J. (2016). Deforestación en el sureste de la amazonia del Perú entre los años 1999-2013; caso Regional de Madre de Dios (Puerto Maldonado-Inambari). *Revista Investigaciones Altoandinas*, 18(3), pp. 319-330.
- Berberoglu, S. & Akin, A. (2009). Assessing different remote sensing techniques to detect land use/cover changes in the eastern Mediterranean. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 11(1), pp. 46-53. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2008.06.002>
- Cihlar, J. (2000) Land cover mapping of large areas from satellites: Status and research priorities. *International Journal of Remote Sensing*, 21(6-7), pp. 1093-1114, <https://doi.org/10.1080/014311600210092>
- Castro Medina, M. I. (2020). *Deforestación y uso de la tierra mediante imágenes satelitales, en la carretera Iquitos Nauta 1989-2017*. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3116834>
- Dioses, M. (2013). *Informe de Investigación 29/2013-2014. Deforestación en la Amazonía peruana*. DIDP. [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/DE0EDED6E52D8C8B0525811A006FD689/\\$FILE/305_INFIVES29_deforestación.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/DE0EDED6E52D8C8B0525811A006FD689/$FILE/305_INFIVES29_deforestación.pdf)
- Dourojeanni, M. (2014). Ocupación humana y áreas protegidas de la Amazonia del Perú. *Ecología Aplicada*, 13, pp. 225-232.
- Earth Map (2022). *Plataforma de código abierto y uso público para la visualización de información geográfica*. Revisado el 6 de abril de 2022 en: <https://earthmap.org/login>
- Forest Watch (1999). *Forest Watch - Study Guide: Introduction & Protocols*. Forest Watch. University of N.H. Institute for the Study of Earth, Oceans, and Space. https://forestwatch.sr.unh.edu/materials/training_material.shtml
- Galiatsatos, N.; Donoghue, D.; Watt, P.; Bholanath, P.; Pickering, J.; Hansen, M. & Mahmood, A. (2020). An Assessment of Global Forest Change Datasets for National Forest Monitoring and Reporting. *Remote Sens*, 12(11), 1790. <https://doi.org/10.3390/rs12111790>

- Geobosques (2022). Plataforma de monitoreo de cambios sobre la cobertura de los bosques. <https://geobosques.minam.gob.pe/geobosque/view/index.php>
- GWF (s.f.). <https://www.globalforestwatch.org/about/>
- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., ... & Townshend, J. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *science*, 342(6160), 850-853. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.1244693>
- INEI (2017). *Madre de Dios: Compendio Estadístico 2017*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1571/17TOMO_01.pdf
- López Tarabochia, M. (22 de setiembre de 2016). Baguazo: 10 cosas que debes saber antes de la sentencia por el conflicto ambiental más relevante en el Perú. *Mongabay, periodismo ambiental independiente en Latinoamérica*. <https://es.mongabay.com/2016/09/baguazo-10-cosas-debes-saber-la-sentencia-los-acusados-conflicto-ambiental-mas-sonado-peru/>
- Louman, B., Carrera, F., Arce, J., & Quevedo, L. (2006). *Science and Forest Concessions. Costa Rica*: The Agricultural Center for Research and Higher Education (CATIE).
- Luque-Ramos, L. (2021). Análisis de la deforestación de la Amazonia peruana: Madre de Dios. *Rev. Innova Educ.*, 3(3). Editada por: Instituto Universitario de Investigación Inudi Perú. Universidad Jorge Basadre Grohmann, Perú. <https://doi.org/10.35622/j.rep.2021.03>
- Martino, D. (2007). Deforestación en la Amazonía: principales factores de presión y perspectivas. *Revista del sur*, 169(1), pp. 3-20.
- MINAM (2014). Mapas kernel como indicador de la concentración de la pérdida de bosques húmedos amazónicos del Perú. Lima, Perú: Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático, MINAM. http://www.bosques.gob.pe/archivo/81ea34_notas_tecnicas_1_2016.pdf
- MINJUS (2022). *La Tala Ilegal en la Amazonía Peruana*. INDAGA Observatorio de Política Criminal. ISBN: 978-612-4225-53-6. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3095185/Documento%20-%20La%20tala%20ilegal%20en%20la%20Amazon%3%ADa%20peruana.pdf.pdf>
- OSINFOR (2018). *Aprovechamiento Forestal Maderable en Concesiones de Castaña. Documento Técnico. Serie B 10*. Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre (OSINFOR). https://www.osinfor.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/APROVECHAMIENTO-FORESTAL-CASTA%3%91A-VF.pdf?fbclid=IwAR2qeR8lGnemZQ3VhOY5VUO865qnXPClptyQzUGHa_YL_PBgWe3J-xaL65s
- OSINFOR (2022). Concesiones forestales. Revisado el 01 de marzo de 2022. <https://www.osinfor.gob.pe/concesiones-forestales/>
- Rojas Briceño, N. B., Barboza Castillo, E., Maicelo Quintana, J. L., Oliva Cruz, S. M., & Salas López, R. (2019). Deforestación en la Amazonía peruana: Índices de cambios de cobertura y uso del suelo basado en SIG. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (81). <http://dx.doi.org/10.21138/bage.2538a>
- SERFOR (2017). Lineamiento para la adecuación de las concesiones para forestación y/o reforestación. Tomado de: <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1582604-4>
- SERFOR, s.f. Plataforma Nacional de Datos Abiertos del Gobierno del Perú que contiene el «Catastro Forestal (Nivel Nacional) – SERFOR». <https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/catastro-forestal-nivel-nacional-serfor>

- Sierra, R. (2013). *Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años*. Conservación Internacional Ecuador y Forest Trends.
- SINIA (s.f). Ley N° 27308. Ley Forestal y de Fauna Silvestre. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-forestal-fauna-silvestre-0#:~:text=La%20presente%20ley%20tiene%20por,social%2C%20económico%20y%20ambiental%20de>
- UNODC. (2021) Fortalecimiento de las capacidades de las instituciones colombianas para luchar contra la tala ilegal. Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito–UNODC, Colombia. <https://testelfuturodenuestrosbosquescolombia.unodc.org.co/wp-content/uploads/2022/04/Metodologi%CC%81aDiagnosticodeCorrupcionVF.pdf>
- Vargas, C.; Rojas, E.; Castillo, D.; Espinoza, V.; Calderón, A.; Guidice, R. & Málaga, N. (2012). *Protocolo de clasificación de pérdida de cobertura en los bosques húmedos amazónicos entre los años 2000 y 2011*. Lima: Ministerio de Agricultura u Riego u Ministerio del Ambiente. https://geo.serfor.gob.pe/geoserfor/images/Reporte_Bosques/Protocolo_clasificacion_perdida_bosques_2000_2011.pdf
- Zhang, D.; Wang, H.; Wang, X. & Lü, Z. (2020). Accuracy assessment of the global forest watch tree cover 2000 in China. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 87, may. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.102033>