

## POLICY BRIEF

# GESTIÓN FORESTAL PARA LA PRODUCCIÓN DE MADERA Y RESTAURACIÓN DEL PAISAJE FORESTAL EN LA AMAZONÍA: EL CAMINO HACIA LA SOSTENIBILIDAD

*Plinio Sist\*, Marielos Peña-Claros\*, Juan Pablo Baldiviezo Calles, Géraldine Derroire, Milton Kanashiro, Karen Mendoza Ortega, Camille Piponiot, Anand Roopsind, Adalberto Veríssimo, Edson Vidal, Verginia Wortel, Francis E. Putz | \*Co-autores principales*

## MENSAJES CLAVE

**(i)** Las directrices actuales para el aprovechamiento legal de madera de bosques naturales en la Amazonía (alrededor de 20 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> de madera aprovechada cada 15-35 años) no son sostenibles.

**(ii)** El rendimiento maderero de los bosques naturales manejados puede mejorarse sustancialmente mediante la aplicación de tratamientos silviculturales rentables que aumenten el volumen y el crecimiento de árboles de especies maderables.

**(iii)** El creciente interés por la restauración de bosques tropicales ofrece oportunidades para promover la producción de madera a través de la gestión de bosques secundarios, bosques degradados y plantaciones mixtas con especies nativas. El rendimiento maderero de estas zonas restauradas reduciría la presión sobre los bosques naturales, lo que permitiría destinar áreas de bosques más extensas a la protección y reduciría la intensidad de aprovechamiento en los bosques naturales.

**(iv)** El manejo forestal comunitario podría aumentar sustancialmente la superficie de producción y promover al mismo tiempo el desarrollo rural.

**(v)** Los esfuerzos para promover la gestión forestal sostenible se ven limitados por la competencia desleal de la deforestación ilegal, así como por la falta de mercados especializados que reconozcan el valor adicional de la madera procedente de bosques naturales gestionados de forma responsable.

## RECOMENDACIONES

**(i)** Asegurar la recuperación a largo plazo de los volúmenes de madera en bosques naturales bajo manejo, reduciendo las intensidades de aprovechamiento en un 50% y aumentando

los ciclos mínimos de corta permitidos a 60 años. Con estas limitaciones, la superficie de bosques productivos naturales amazónicos es insuficiente para satisfacer la creciente demanda de productos madereros.

**(ii)** Fomentar la aplicación de tratamientos silviculturales para aumentar el volumen y el crecimiento de árboles de especies maderables, así como las tasas de captura de carbono.

**(iii)** Promover y desarrollar otras fuentes de madera para satisfacer la creciente demanda de productos madereros. Entre las fuentes alternativas de madera se incluyen los bosques secundarios y degradados, así como las plantaciones mixtas de especies madereras nativas resultantes de los programas de restauración del paisaje forestal (RPF).

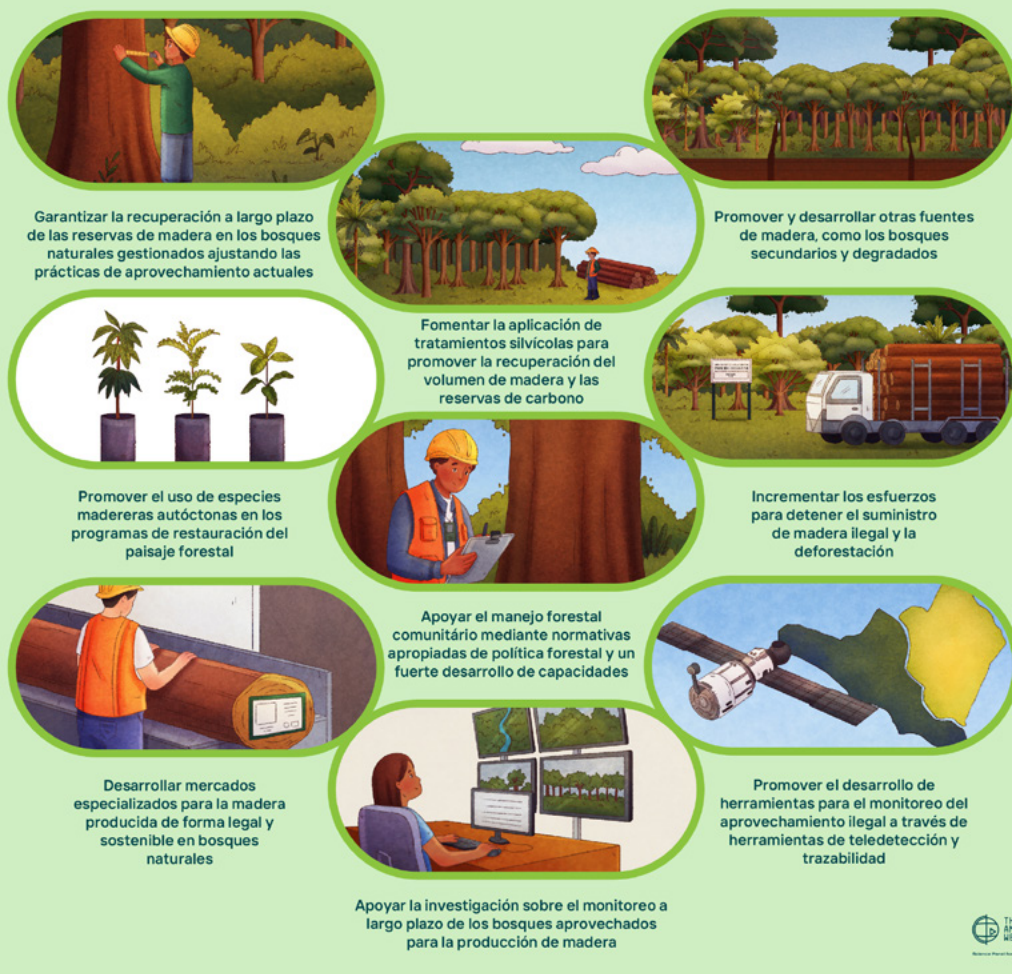
**(iv)** Apoyar el manejo forestal comunitario a través de regulaciones apropiadas de política forestal y un fuerte desarrollo de capacidades técnicas en temas que incluyan planificación y operaciones de cosecha, silvicultura de bosques naturales gestionados, administración de empresas y comercialización.

**(v)** Incrementar los esfuerzos para detener el suministro de madera procedente de aprovechamiento forestal ilegal y deforestación.

**(vi)** Adaptar y desarrollar mercados especializados para madera producida de forma legal y sostenible en bosques naturales amazónicos. Esto podría incentivar las mejores prácticas de gestión ofreciendo mejores precios, reconociendo el mayor costo de la gestión sostenible y sus beneficios medioambientales.

**(vii)** Apoyar investigaciones de monitoreo a largo plazo de parcelas forestales permanentes, silvicultura, evaluaciones de los recursos forestales en bosques secundarios y bosques degradados, y monitoreo del aprovechamiento ilegal a través de herramientas de teledetección y trazabilidad.

## Gestión forestal y restauración del paisaje - el camino hacia la sostenibilidad



RESUMEN GRÁFICO: Gestión forestal y restauración del paisaje – el camino hacia la sostenibilidad.

### A. LA NECESIDAD URGENTE DE REVISAR LAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN FORESTAL

La gran mayoría de los bosques tropicales están alterados, con bosques aprovechados ocupando una mayor extensión que bosques naturales intactos<sup>1,2</sup>. En la Amazonía, el aprovechamiento forestal selectivo afecta a una superficie total de 246 millones de ha<sup>-13</sup> (Figura 1). Se calcula que sólo en 2020 se aprovecharon 460.000 hectáreas en la Amazonía brasileña<sup>4</sup> y 131.000 hectáreas en las tierras bajas de Bolivia. El aprovechamiento forestal selectivo es una actividad económica importante en la Amazonía. En 2016, la industria maderera de la Amazonía brasileña generó unos ingresos totales de 920 millones de dólares (principalmente de madera aserrada) y creó más de 70.000 puestos de trabajo<sup>4</sup>. En 2022, la

industria maderera de Bolivia generó 100 millones de dólares en exportaciones de madera y unos 500 millones de dólares en el mercado interno<sup>1</sup>. Aunque el aprovechamiento ilegal es depredador y una causa importante de degradación forestal<sup>5-8</sup>, los bosques aprovechados de forma sostenible conservan gran parte de sus reservas de carbono y albergan una gran biodiversidad<sup>1,3,9,10</sup>.

Las normas técnicas para el aprovechamiento forestal difieren entre los países y territorios amazónicos. La duración del ciclo de corte oscila entre 15 y 35 años, siendo el de la Guayana Francesa bastante más largo (65 años) que el de los países amazónicos. La intensidad de aprovechamiento permitida también varía según el país, pero se suelen utilizar valores de entre 10 y 30 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>. El cumplimiento de estas normas puede satisfacer la

demanda del mercado maderero, pero no siempre son adecuadas para la ecología de las especies aprovechadas y, por lo general, no permiten la recuperación completa del volumen maderero dentro de un ciclo de corte<sup>11</sup>. La mayoría de los estudios que han evaluado el impacto a largo plazo del aprovechamiento indican que, aunque las reservas de biomasa se recuperan en 20-40 años<sup>10,12</sup> y la biodiversidad se mantiene en su mayor parte<sup>9,13</sup>, la recuperación del volumen de madera es mucho más lenta. La mayoría de los estudios señalan que, en el mejor de los casos y sin tratamientos silviculturales, los volúmenes de madera sólo recuperan el 50% de su valor anterior al aprovechamiento tras el primer corte si se respeta la duración mínima legal del ciclo de corte<sup>9,11</sup>. La intensidad del aprovechamiento parece ser el principal factor que influye en la recuperación de la biomasa, biodiversidad y volúmenes de madera<sup>3,10,11</sup>. Una simulación reciente de tasas de recuperación del volumen de madera después del aprovechamiento en la cuenca amazónica confirmó estos resultados a nivel regional y mostró que incluso con ciclos de aprovechamiento de 65 años e intensidades de aprovechamiento de sólo 20 m<sup>3</sup>/ha, los bosques aprovechados recuperan sólo el 70% de los volúmenes de madera antes del aprovechamiento<sup>3</sup>.

La sostenibilidad del aprovechamiento maderero es una cuestión fundamental para la conservación de los bosques amazónicos y de los bosques tropicales de todo el mundo. Sin embargo, incluso hoy en día, las aplicaciones de este concepto son a menudo confusas o engañosas debido a la falta de definiciones claras y a las diferentes formas en que se puede concebir la

sostenibilidad<sup>14,15</sup>. Este concepto fue aplicado por primera vez a la producción maderera por técnicos forestales, pero más recientemente se ha ampliado para incluir una variedad de productos forestales y otros servicios ecosistémicos. En cualquier caso, las acciones y prácticas que promueven la producción maderera sostenible deben garantizar tanto el rendimiento de madera sostenido (RMS) como el mantenimiento de la integridad funcional, la estructura y la composición y diversidad de especies del bosque.



**FIGURA 1:** Bosques disponibles para la industria maderera en el bioma amazónico. Todas las áreas coloreadas son bosques con una integridad forestal de media a alta<sup>16</sup>. Las zonas naranjas son bosques protegidos en los que no está permitida la producción maderera (categorías I-V de la UICN; superficie total: 221 Mha). Las demás zonas boscosas se consideran disponibles para la producción maderera (en rosa, es decir, a menos de 50 km de una carretera o pista transitada o a menos de 20 km de un río importante (superficie total: 246 Mha), o inaccesibles en la actualidad (en verde; superficie total: 98 Mha). Las áreas protegidas se cartografiaron utilizando la Base de Datos Mundial sobre Áreas Protegidas (PNUMA-WCMC y UICN (2023)<sup>2</sup>. La red de carreteras se extrajo de la Red Amazónica de Información Socioambiental Georeferenciada (RAISG<sup>3</sup>). El mapa de los principales ríos se obtuvo del catálogo de datos del Banco Mundial.

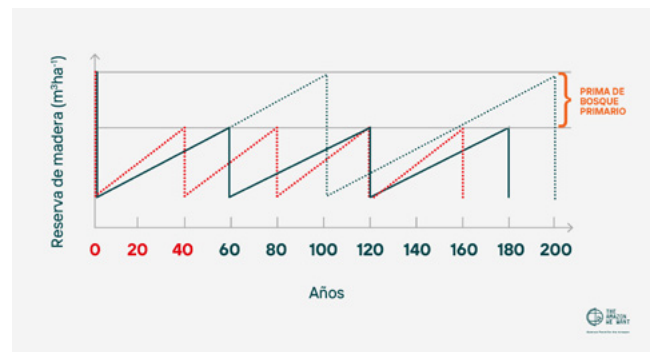
El énfasis en la madera se mantendrá mientras la madera tenga el mayor valor económico y la cadena de valor más consolidada. Al mismo tiempo, parece poco realista esperar que un bosque aprovechado recupere el volumen de madera acumulado durante cientos de años en ciclos de corte económicamente viables de 30, 60 o incluso 90 años. Es esencial aceptar que los ciclos sucesivos generarán una producción de madera inferior a la de la primera

cosecha. A esta diferencia se le denomina como “bono del bosque primario”<sup>9,17</sup>, tal como se ilustra en la Figura 2. En este contexto, el RMS debería significar rendimientos de madera constantes a lo largo de varios ciclos de corte (Figura 2), en lugar de la vuelta al nivel de volumen de madera anterior al aprovechamiento. Por consiguiente, el principal reto para los manejadores de bosque es evaluar la mejor intensidad de aprovechamiento y duración del ciclo de corte que garanticen un rendimiento maderero constante, y determinar cómo puede mejorarse la tasa de recuperación de la madera sin comprometer otros valores forestales. Este enfoque requerirá manejar bosques naturales con características diferentes a las de los bosques naturales intactos, pero con niveles similares de biodiversidad y provisión de servicios ecosistémicos. Además, este enfoque sólo funcionará cuando se aplique una sólida gobernanza forestal (véase la sección D) y cuando la industria maderera sea financieramente viable a largo plazo (véase la sección E).

La mayoría de las especies maderables amazónicas son de crecimiento lento y compiten con otros árboles y con lianas. Tratamientos silviculturales como la liberación de árboles de futura cosecha (AFC) de la competencia de otros árboles o lianas se han promovido como una alternativa para mejorar la recuperación del volumen de madera<sup>18-20</sup>. Por ejemplo, tanto en los bosques tropicales húmedos como en los bosques secos de Bolivia, dichos tratamientos duplicaron las tasas de crecimiento de los AFC<sup>17,21,22</sup>. Aunque su eficacia ha quedado demostrada, los tratamientos silviculturales siguen aplicándose muy poco a gran escala, principalmente debido a su costo (pero véase<sup>23-25</sup>) y a la incertidumbre sobre el acceso a los bosques manejados, por ejemplo debido a la no renovación de los permisos de aprovechamiento, invasiones de agricultores y conflictos sociales<sup>26</sup>. Por último, la legislación actual se centra en las prácticas destinadas a reducir los daños causados por el aprovechamiento (por ejemplo, la aplicación de técnicas de aprovechamiento de impacto reducido), y no en las prácticas que fomentan la recuperación de los bosques.

El regreso a las condiciones forestales anteriores al aprovechamiento no es esencial y no debe considerarse el objetivo principal de la gestión

forestal sostenible. En lugar de ello, garantizar el RMS durante siglos puede requerir que los bosques naturales bajo manejo forestal difieran un poco de los bosques naturales intactos pero que mantengan conjuntos similares de rasgos funcionales, niveles de biodiversidad y servicios ecosistémicos<sup>14,27</sup>.



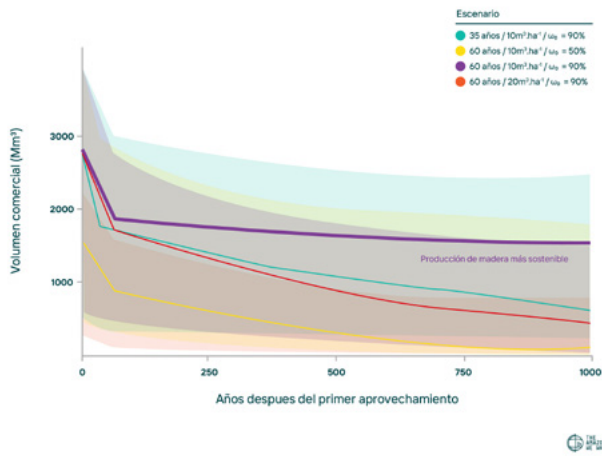
**FIGURA 2:** Tres versiones de rendimientos de madera sostenidos (RMS). Línea negra oscura: ciclos de corte sucesivos con rendimientos constantes tras el primer ciclo de corte debido al “bono del bosque primario”. Línea gris discontinua: ciclos de corte sucesivos con una recuperación del 100% del volumen original, que requiere ciclos de corte largos. Línea discontinua roja: Aprovechamiento con técnicas de impacto reducido y tratamientos silviculturales (liberación) que sirven para estimular la recuperación de volumen de madera y, por tanto, permiten acortar la duración del ciclo de corte.

## UN ESCENARIO DE RENDIMIENTO MADERERO SOSTENIBLE PARA LA AMAZONÍA

Una simulación reciente de ciclos sucesivos de aprovechamiento de diferentes intensidades en toda la Amazonía brasileña indica que el RMS es posible con una intensidad de aprovechamiento de 10 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> cada 60 años, siempre que se aumente la lista de especies consideradas comerciales (es decir, que el 90% del volumen del rodal antes del aprovechamiento sea de especies consideradas comerciales)<sup>27</sup> (Figura 3 a continuación). En el caso de la Amazonía brasileña, con un área potencial de concesión de 35 Mha, este escenario produciría de forma sostenible 3,5 Mm<sup>3</sup> anuales<sup>i</sup>, mientras que la producción actual

<sup>i</sup> No todas las 35 Mha que potencialmente podrían asignarse en concesiones en Brasil estarán disponibles para aprovechamiento porque las regulaciones de la gestión forestal requieren la exclusión de áreas sensibles no aptas para la cosecha de madera (por ejemplo, áreas ribereñas, áreas con pendientes altas) y la designación de áreas protegidas dentro de las concesiones. Además, en algunas áreas la gestión forestal no será factible debido a la accesibilidad reducida, la falta de mercados locales y el bajo volumen de especies comerciales.

se estima en torno a los 11Mm<sup>3</sup>.<sup>4</sup>. Por lo tanto, los bosques naturales por sí solos no podrán garantizar esta producción a largo plazo. En consecuencia, urge implantar nuevos esquemas de silvicultura tropical que aumenten la producción maderera de los bosques naturales, así como de los programas de restauración. El reciente entusiasmo por la restauración forestal en el marco del Desafío de Bonn y la proclamación del Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas (2021-2030) ofrecen oportunidades para aumentar la producción de madera de la Amazonía (véase la sección B). Otra forma de aumentar la producción legal de madera sería aumentar la superficie de los bosques de producción promoviendo y facilitando la gestión forestal comunitaria en unidades de conservación (véase la sección C).



**FIGURA 3:** Volumen comercial en cuatro escenarios para 35 Mha de concesiones forestales en Brasil<sup>26</sup>. El eje-x es el tiempo transcurrido después del primer aprovechamiento de madera (en años); el eje-y es el volumen total de madera en especies comerciales en toda la superficie, en Mm<sup>3</sup>. Los colores representan los 4 escenarios, correspondiendo las líneas gruesas a las medianas y las sombreadas a los intervalos de credibilidad del 95%. El escenario en el que se extraen 10 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> cada 60 años con una proporción de madera comercial del 90 % (línea morada superior) es el más sostenible, con una duración mediana >1000 años y un rendimiento casi constante.

## B. ESFUERZOS DE RESTAURACIÓN PARA GARANTIZAR LA PRODUCCIÓN MADERERA A LARGO PLAZO

Se necesitan urgentemente programas de restauración a gran escala en toda la Amazonía. Estos

programas incluyen una serie de estrategias que pretenden aumentar la extensión y permanencia de la cobertura forestal y contribuir a la obtención de múltiples beneficios<sup>28</sup>. Estos programas también ofrecen oportunidades únicas para desarrollar sistemas alternativos de producción maderera. Estos programas deberían promover el uso de especies madereras nativas<sup>28</sup> cuando se planten árboles en tierras deforestadas abandonadas, que cubren millones de hectáreas dentro del “arco de deforestación” de la Amazonía. Los programas de restauración forestal pueden contribuir a la conservación de los bosques naturales restantes satisfaciendo parte de la demanda de madera<sup>28</sup>. A continuación se analizan varias iniciativas de restauración que podrían utilizarse para promover la producción maderera.

## BOSQUES SECUNDARIOS

Los bosques secundarios (BS) se desarrollan cuando se abandonan áreas usadas para la agricultura o ganadería, debido a diversas razones (por ejemplo, agotamiento de la fertilidad del suelo, pastos muy degradados, altos costos de control de maleza, despoblación de las zonas rurales). Los bosques secundarios cubren una gran superficie de los trópicos; sólo en la Amazonía brasileña, en 2020, cubrían 163.624 km<sup>2</sup><sup>29</sup>. La mayoría de los bosques secundarios (85,6%) tienen menos de 20 años, con una edad media de 7 años<sup>30</sup>. Los estudios han demostrado que los bosques forestales son capaces de recuperar, en promedio, el 78% de sus valores originales en un periodo de tiempo relativamente corto (20 años<sup>31</sup>). Lastimosamente, los BS son a menudo cortados y reutilizados para pasturas o tierras agrícolas, lo que da lugar a paisajes dominados por bosques secundarios jóvenes (<5 años<sup>30</sup>).

Una solución pragmática para evitar la conversión de los BS a otros usos de la tierra, es aumentar su valor económico promoviendo su manejo para la obtención de madera, productos forestales no maderables (PFNM), biodiversidad y retención de carbono. La gestión de estos recursos podría generar beneficios

económicos para sus propietarios y usuarios<sup>32-35</sup>. Los bosques secundarios viejos (>20 años) tienen un gran potencial para ser manejados de manera sostenible para especies maderables de crecimiento rápido<sup>36,37</sup> que pueden alcanzar volúmenes de madera muy elevados. La utilización de los BS para la producción de madera reducirá la presión sobre los bosques naturales intactos, al menos para el aprovechamiento de especies con madera menos densa, algunas de las cuales tienen mercados locales bien establecidos. Sin embargo, el aumento del valor económico de estos bosques secundarios debe ir acompañado de una mejora en la gobernanza forestal que prohíba la conversión de estos bosques a otros usos de suelo, y reconozca los derechos sobre la tierra de los pequeños agricultores y las comunidades del bosque.

## **BOSQUES DEGRADADOS**

Se estima que entre 2001 y 2018 se degradaron 36 Mha de bosque en la Amazonía brasileña debido a incendios, efectos de borde y extracción ilegal de madera. Esto corresponde al 112% de la superficie total deforestada en el mismo periodo<sup>38</sup>. Una parte de estos bosques denominados “degradados” podría restaurarse para la producción de madera con tratamientos silviculturales. Una forma de avanzar es que los programas de restauración incluyan los bosques degradados a la hora de definir los esfuerzos de restauración a nivel de paisaje, ya que la recuperación de estos bosques es probablemente menos costosa que la reforestación de áreas deforestadas. Los programas de restauración tendrían que evaluar el funcionamiento de estos bosques y su potencial en términos de recursos madereros para definir los mejores tratamientos silviculturales a ser utilizados para potenciar su recuperación. Los tratamientos silviculturales potenciales son la plantación de enriquecimiento y la liberación de los árboles de futura cosecha (AFC) de lianas y otros competidores. Otra vía más pasiva es la protección de estos bosques degradados frente a una mayor degradación por aprovechamiento forestal, pastoreo, incendios forestales, la producción de

carbón vegetal y otras actividades ilegales, para que tengan tiempo de recuperarse de forma natural. La rehabilitación de tan sólo la mitad de la superficie cubierta por bosques degradados podría generar una producción anual de madera de 3 Mm<sup>3</sup> en los próximos 30 años, basándose en una productividad de 10m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> cada 60 años.

## **PLANTACIONES MIXTAS**

Las plantaciones mixtas de especies madereras nativas están todavía poco desarrolladas en la Amazonía. En Brasil, por ejemplo, la mayor parte de las plantaciones se concentra en el sur del país, cubriendo 9,8 Mha, las cuales están constituidas casi exclusivamente por especies de eucaliptos (75%) para la producción de celulosa<sup>39</sup>. En la Amazonía brasileña, las plantaciones forestales cubren alrededor de 940.000 ha, de las cuales el 80% son también de eucaliptos<sup>39</sup>. Según los informes, las plantaciones mixtas son más productivas que los monocultivos, al tiempo que proporcionan servicios ambientales más diversos. Existen ejemplos de plantaciones mixtas en los trópicos, pero es necesario desarrollar y probar formas de ampliar estos esfuerzos. Un estudio recientemente realizado en la Guayana Francesa demostró que el aumento de la proporción de especies madereras nativas procedentes de plantaciones en la producción total de madera del territorio podría tanto mejorar el balance de carbono del sector maderero como reducir la superficie de bosques naturales sometidos al aprovechamiento forestal<sup>42</sup>. Para minimizar sus impactos medioambientales y socioeconómicos, las plantaciones madereras no deberían establecerse en áreas de bosques naturales deforestados, como se hizo con demasiada frecuencia en el pasado<sup>40</sup>. Por lo tanto, es esencial que las plantaciones madereras se planifiquen y establezcan en el contexto de programas de restauración del paisaje.

## C. PROMOVRIENDO EL MANEJO FORESTAL COMUNITARIO

La expansión del manejo forestal comunitario (MFC) aumentaría la producción legal de madera en la Amazonía. Mientras que las concesiones forestales industriales suelen producir exclusivamente madera, el MFC suele gestionar múltiples recursos forestales, como madera, PFM y el ecoturismo<sup>41</sup>. Estos usos múltiples ofrecen fuentes adicionales de ingresos y, por lo tanto, pueden adaptarse mejor a intensidades de aprovechamiento más bajas y ciclos de corte más largos, como recomiendan Sist *et al*<sup>27</sup>. Además, el MFC ofrece a los pueblos indígenas y a las comunidades locales una vía para garantizar los derechos legales sobre la tenencia de sus territorios, como ocurre en las tierras bajas de Bolivia<sup>42</sup>.

El MFC en América Latina está más extendido que en África o Asia (Figura 4a) y abarca unos 231 millones de hectáreas, es decir, el 30% de la cubierta forestal total de los 7 países amazónicos (Figura 4b<sup>43</sup>, sin datos para Guyana y Surinam). Estas cifras muestran claramente el gran potencial de la Amazonía para el MFC y el fomento de la gestión forestal sostenible, la mejora de

los medios de subsistencia locales y la conservación de los bosques. Sólo en Brasil, el MFC podría extenderse a unos 55 millones de hectáreas<sup>44</sup>. Si sólo la mitad de esta superficie se dedicará al MFC, la producción potencial anual sería de 4,6 millones de m<sup>3</sup> con una intensidad de cosecha de 10 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> y un ciclo de 60 años.

Se podría promover distintas formas de MFC, desde la plena gestión por parte de los miembros de la comunidad hasta la asociación entre comunidades, colonos y empresas madereras<sup>45</sup>. Además, es importante tener en cuenta que muchos pequeños agricultores de la Amazonía poseen áreas forestales que no se valoran económicamente y que, por lo tanto, corren peligro de conversión a usos de la tierra más rentables de forma inmediata, como los pastizales. Por lo tanto, es crucial que los pequeños agricultores obtengan beneficios económicos de sus bosques, lo que constituye una motivación para mantenerlos en pie<sup>45-48</sup>.

Aunque se reconoce que el MFC y la gestión forestal por pequeños agricultores son esenciales para la conservación de los bosques naturales de la Amazonía, la mayoría de los países amazónicos carecen de políticas forestales que promuevan el MFC.

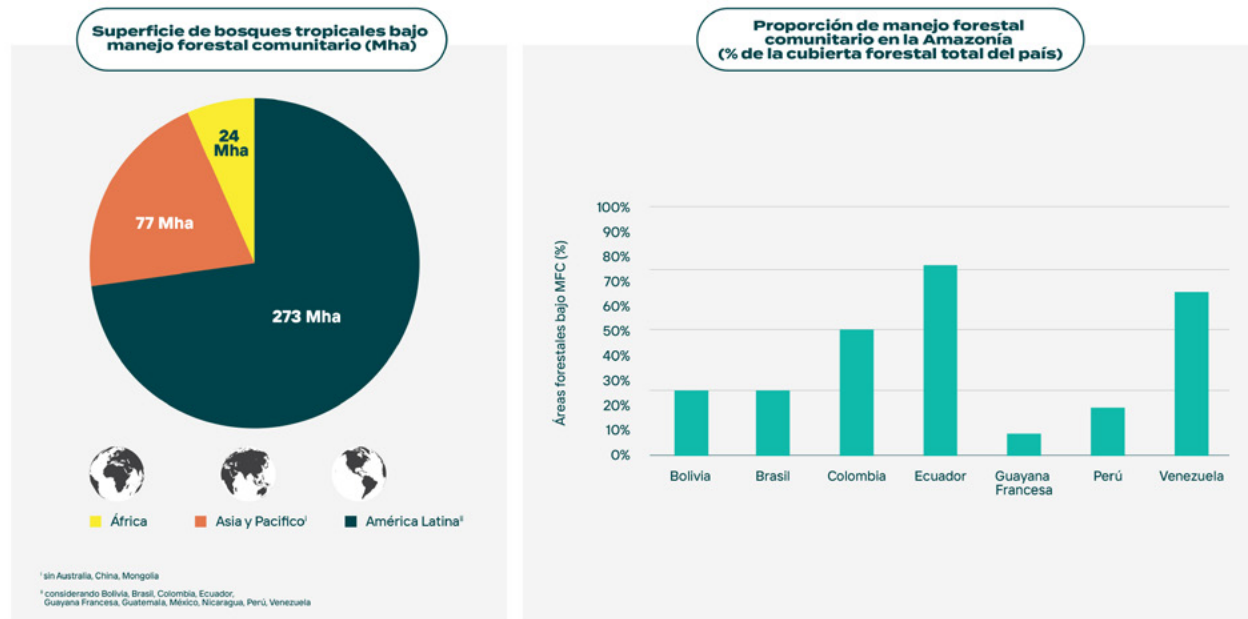


FIGURA 4: La importancia del manejo forestal comunitario (MFC) en los bosques tropicales del mundo y la Amazonía<sup>42</sup>. 4a) MFC tropical (Mha) en África, Asia y Pacífico, y América Latina. 4b) MFC en países amazónicos como porcentaje de la cubierta forestal de ese país.

---

## D. LA NECESIDAD DE DETENER EL APROVECHAMIENTO ILEGAL Y LA DEFORESTACIÓN

---

La gestión forestal responsable con rendimiento maderero sostenido requiere inversiones sustanciales a largo plazo y, por tanto, no puede competir con el aprovechamiento ilegal. Lastimosamente, el aprovechamiento ilegal sigue siendo una fuente importante de madera en toda la Amazonía. Por ejemplo, en los estados brasileños de Pará y Mato Grosso, que proporcionan alrededor del 75% de la madera producida en la Amazonía brasileña, se produjo aprovechamiento ilegal en el 68% y el 44%, respectivamente, de la superficie total aprovechada durante 2007-2019<sup>4</sup>.

El aprovechamiento ilegal causa un daño significativo a las finanzas del gobierno debido a los impuestos no recaudados, la escasa seguridad de los trabajadores y los bajos salarios, además de dañar el medio ambiente, impactos que son bien conocidos y están documentados<sup>49</sup>. Desgraciadamente, los esfuerzos de los gobiernos por detener el aprovechamiento ilegal siguen siendo ineficaces incluso cuando se dispone de protocolos de detección<sup>49</sup> sofisticados. Además, debido principalmente a la gran oferta de madera obtenida ilegalmente que lleva a una reducción de los precios de la madera, es imposible esperar que haya una adopción generalizada de prácticas de manejo forestal sostenible.

El éxito de Brasil en disminuir la tasa de deforestación entre 2004-2012 en la Amazonia brasileña puede atribuirse a un enfoque sinérgico e intersectorial de la gobernanza medioambiental, que incluía el monitoreo frecuente de los bosques mediante teledetección, la verificación sobre el terreno de la deforestación ilegal por parte del personal de IBAMA y la imposición de multas a los infractores por parte del poder judicial<sup>50</sup>. Este abordaje integral podría utilizarse para luchar contra el aprovechamiento ilegal. Cabe señalar que, hasta hace poco, era difícil detectar los disturbios forestales a pequeña escala causados por el aprovechamiento selectivo utilizando imágenes de satélite; sin embargo, con el lanzamiento de nuevos sensores y el desarrollo

de métodos de aprendizaje profundo, la degradación forestal puede detectarse ahora con gran detalle espacial casi en tiempo real<sup>51,52</sup>. Estos avances ofrecen nuevas oportunidades de utilizar detección remota para identificar aprovechamiento forestal ilegal dentro y fuera de las áreas bajo manejo designadas legalmente. Asimismo, las nuevas herramientas de rastreo de la madera permiten mejorar el monitoreo de la legalidad de la madera a lo largo de la cadena de producción<sup>53</sup>.

Además de las técnicas de teledetección para detectar aprovechamiento forestal ilegal, plataformas como *Timberflow* (creada en 2007 por IMAFLORA) facilitan la comprobación cruzada de las autorizaciones legales emitidas por los organismos gubernamentales. Dada la proliferación de documentos falsificados, esta plataforma es fundamental para evaluar la legalidad de la madera<sup>4</sup>.

---

## E. PROMOVER MERCADOS ESPECIALIZADOS

---

La realización de una mejor gestión forestal en la Amazonía requiere la viabilidad financiera a largo plazo de las industrias madereras, lo cual obviamente depende de los mercados de la madera. Es vital que los mercados reconozcan el valor adicional de la madera producida legalmente a partir de bosques naturales manejados de forma sostenible. Se necesitan implementar mejores prácticas de manejo, empezando por inventarios y la planificación forestal, pasando por aprovechamiento de impacto reducido (RIL, siglas en inglés), e incluyendo la aplicación de tratamientos silviculturales para estimular la regeneración y el crecimiento de los árboles madereros de especies comerciales. Para ello, los mercados deberían ofrecer un precio más alto por la madera extraída de bosques naturales manejados de forma responsable<sup>27</sup>.

Teniendo en cuenta que el uso de prácticas de RIL puede disminuir a la mitad las emisiones derivadas del aprovechamiento selectivo<sup>54</sup>, los mercados de carbono deberían proporcionar parte del financiamiento



necesario para promover la transición de una explotación forestal insostenible a una gestión forestal responsable<sup>55</sup>. Sin embargo, el desarrollo de mercados de carbono basados en la mejora de la gestión forestal en la Amazonía es poco probable mientras el aprovechamiento ilegal siga siendo la principal fuente de madera. Por lo tanto, la transparencia y la trazabilidad en toda la cadena de producción son esenciales y deben desarrollarse y llevarse a escala.

En la Amazonía se necesita urgentemente una industria maderera moderna que procese más especies madereras y que aumente sustancialmente la eficacia del procesamiento para reducir los desperdicios. En la actualidad, sólo el 40% del volumen que entra en los aserraderos se transforma en madera, y el resto se quema o se deja sin utilizar<sup>49</sup>. Mejorar la eficiencia de los aserraderos hasta un 60% aumentaría el volumen de madera en un 50% sin aprovechar árboles adicionales. Además, es importante promover la producción y fabricación de productos finales en la región (como muebles), para añadir valor y aumentar los beneficios económicos que se quedan en la región<sup>56</sup>. Finalmente, es importante valorizar los subproductos de la cadena de producción (por ejemplo, utilizando los residuos del aserradero para producir combustible o materiales compuestos) para reducir desperdicios y aumentar la viabilidad económica del sector.

---

## F. APOYAR INVESTIGACIONES

---

- a) El monitoreo a largo plazo de bosques aprovechados para la producción de madera es esencial para comprender el impacto tanto del aprovechamiento como del cambio climático en la recuperación y resistencia de los bosques amazónicos. Las redes internacionales, como el Observatorio de Bosques Tropicales gestionados (TmFO, siglas en inglés), han demostrado claramente que es necesario revisar las prácticas de manejo forestal en la Amazonía para mantener los rendimientos madereros. Por lo tanto, es crucial apoyar el monitoreo a largo plazo de la dinámica forestal de los bosques aprovechados y tratados

silviculturalmente, para entender mejor cómo responden a estos impactos y al cambio climático. Existen varias redes forestales en la Amazonía que deberían colaborar para captar la diversidad regional amazónica. El monitoreo a largo plazo está justificado, pero es costoso; es necesario contar con fondos nacionales e internacionales para este fin.

- b) Aunque los bosques secundarios y bosques degradados tienen un gran potencial para la producción sostenible de madera, nuestro conocimiento de sus principales propiedades, funcionamiento y volúmenes de madera es muy limitado. Es urgente desarrollar investigaciones sobre la tipología y las características de estos bosques para disponer de las bases que permitan prescribir prácticas de manejo para la producción de madera y para su conservación para evitar de esta manera su conversión a otros usos del suelo.
- c) Es esencial seguir desarrollando métodos de teledetección de alta resolución para monitorear la degradación de los bosques con gran precisión. Las tecnologías recientes y los nuevos enfoques, incluida la inteligencia artificial (IA), pueden ser utilizados para detectar perturbaciones pequeñas y fugaces, como las generadas por el aprovechamiento selectivo. Del mismo modo, es importante seguir desarrollando herramientas que permitan rastrear el origen de la madera a lo largo de la cadena de producción.

---

## RECONOCIMIENTOS

---

Los autores agradecen a quienes han contribuido a la elaboración de este informe. Entre ellos se incluye la opinión experta de Joberto Veloso de Freitas, Lillian Blanc, Susan Trumbore, Paulo Moutinho, Carlos Nobre; y los colaboradores en la consulta pública Bernardo Flores y Camilo Torres Sánchez. Agradecemos también a la Secretaría Técnica del SPA, en particular a Julia Arieira e Isabella Leite. Revisión de textos por Lauren Barredo. Traducido del inglés al portugués por Gabriel Sperandeo y al español por Gabriela Arnal.

---

## REFERENCIAS

---

1. Edwards DP, Tobias JA, Sheil D, Meijaard E, Laurance WF. Maintaining ecosystem function and services in logged tropical forests. *Trends Ecol Evol.* 2014;29(9):511-520. doi:10.1016/J.TREE.2014.07.003
2. Laurance WF, Sayer J, Cassman KG. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. *Trends Ecol Evol.* 2014;29(2):107-116. doi:10.1016/J.TREE.2013.12.001
3. Piloniot C, Rödig E, Putz FE, et al. Can timber provision from Amazonian production forests be sustainable? *Environmental Research Letters.* 2019;14(6):064014. doi:10.1088/1748-9326/AB195E
4. Valdiones AP, Cardoso B, Damasceno C, et al. A Evolução Do Setor Madeireiro Na Amazônia Entre 1980 a 2020 e as Oportunidades Para Seu Desenvolvimento Inclusivo e Sustentável Na Próxima Década - Imazon. (Valdiones AP, Cardoso B, Damasceno C, et al., eds.); 2022. Accessed November 20, 2023. <https://imazon.org.br/publicacoes/a-evolucao-do-setor-madeireiro-na-amazonia-entre-1980-a-2020-e-as-oportunidades-para-seu-desenvolvimento-inclusivo-e-sustentavel-na-proxima-decada/>
5. Hosonuma N, Herold M, De Sy V, et al. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters.* 2012;7(4):044009. doi:10.1088/1748-9326/7/4/044009
6. Houghton RA, House JI, Pongratz J, et al. Carbon emissions from land use and land-cover change. *Biogeosciences.* 2012;9(12):5125-5142. doi:10.5194/bg-9-5125-2012
7. Potapov P, Hansen MC, Laestadius L, et al. The last frontiers of wilderness: Tracking loss of intact forest landscapes from 2000 to 2013. *Sci Adv.* 2017;3(1). doi:10.1126/SCIADV.1600821/ASSET/65C1F2AE-AAD4-48F4-928F-9CA0C57BAE72/ASSETS/GRAPHIC/1600821-F7.JPEG
8. Pearson TRH, Brown S, Murray L, Sidman G. Greenhouse gas emissions from tropical forest degradation: an underestimated source. *Carbon Balance Manag.* 2017;12(1):3. doi:10.1186/s13021-017-0072-2
9. Putz FE, Zuidema PA, Synnott T, et al. Sustaining conservation values in selectively logged tropical forests: the attained and the attainable. *Conserv Lett.* 2012;5(4):296-303. doi:10.1111/J.1755-263X.2012.00242.X
10. Rutishauser E, Hérault B, Baraloto C, et al. Rapid tree carbon stock recovery in managed Amazonian forests. *Current Biology.* 2015;25(18):R787-R788. doi:10.1016/J.CUB.2015.07.034
11. Sist P, Ferreira FN. Sustainability of reduced-impact logging in the Eastern Amazon. *For Ecol Manage.* 2007;243(2-3):199-209. doi:10.1016/J.FORECO.2007.02.014
12. Derroire G, Piloniot C, Descroix L, et al. Prospective carbon balance of the wood sector in a tropical forest territory using a temporally-explicit model. *For Ecol Manage.* 2021;497. doi:10.1016/J.FORECO.2021.119532
13. Maurent E, Hérault B, Piloniot C, et al. A common framework to model recovery in disturbed tropical forests: Common model for disturbed forest recovery. *Ecol Modell.* 2023;483. doi:10.1016/j.ecolmodel.2023.110418
14. Putz FE, Romero C, Sist P, et al. Sustained timber yield claims, considerations, and tradeoffs for selectively logged forests. *PNAS Nexus.* 2022;1(3):1-7. doi:10.1093/PNASNEXUS/PGAC102
15. Leroy M, Derroire G, Lemenager T, Vende J. Sustainable Management of Tropical Forests - From a Critical Analysis of the Concept to an Environmental Evaluation of Its Management Arrangements. *AFD*; 2013. Accessed November 16, 2023. [https://www.researchgate.net/publication/269410753\\_Sustainable\\_Management\\_of\\_Tropical\\_Forests\\_-\\_From\\_a\\_critical\\_analysis\\_of\\_the\\_concept\\_to\\_an\\_environmental\\_evaluation\\_of\\_its\\_management\\_arrangements](https://www.researchgate.net/publication/269410753_Sustainable_Management_of_Tropical_Forests_-_From_a_critical_analysis_of_the_concept_to_an_environmental_evaluation_of_its_management_arrangements)
16. Grantham HS, Duncan A, Evans TD, et al. Anthropogenic modification of forests means only 40% of remaining forests have high ecosystem integrity. *Nature Communications* 2020 11:1. 2020;11(1):1-10. doi:10.1038/s41467-020-19493-3
17. Dauber E, Fredericksen TS, Peña M. Sustainability of timber harvesting in Bolivian tropical forests. *For Ecol Manage.* 2005;1-3(214):294-304. doi:10.1016/J.FORECO.2005.04.019
18. Wadsworth FH, Zweede JC. Liberation: Acceptable production of tropical forest timber. *For Ecol Manage.* 2006;233(1):45-51. doi:10.1016/J.FORECO.2006.05.072
19. Roopsind A, Caughlin TT, van der Hout P, Arets E, Putz FE. Trade-offs between carbon stocks and timber recovery in tropical forests are mediated by logging intensity. *Glob Chang Biol.* 2018;24(7):2862-2874. doi:10.1111/GCB.14155
20. Jonkers WBJ. Tree growth, recruitment and mortality after logging and refinement. In: Werger MJA, ed. *Sustainable Management of Tropical Rainforests: The CELOS Management System.* . Vol Tropenbos Series 25. Tropenbos International; 2011:46-73. Accessed November 15, 2023. <https://www.wur.nl/en/show/sustainable-management-of-tropical-rainforests-the-celos-management-system.htm>
21. Peña-Claros M, Fredericksen TS, Alarcón A, et al. Beyond reduced-impact logging: silvicultural treatments to increase growth rates of tropical trees. *For Ecol Manage.* 2008;256(7):1458-1467. doi:10.1016/J.FORECO.2007.11.013
22. Villegas Z, Peña-Claros M, Mostacedo B, et al. Silvicultural treatments enhance growth rates of future crop trees in a tropical dry forest. *For Ecol Manage.* 2009;258(6):971-977. doi:10.1016/J.

FORECO.2008.10.031

23. Evans K, Peña-Claros M, Pariona W. Análisis De Los Costos y Beneficios De Dos Tratamientos Silviculturales Aplicados En Un Bosque De La Transición Chiquitana-Amazónica.; 2003. Accessed November 15, 2023. [https://www.academia.edu/73835075/An%C3%A1lisis\\_De\\_Los\\_Costos\\_y\\_Beneficios\\_De\\_Dos\\_Tratamientos\\_Silviculturales\\_Aplicados\\_en\\_Un\\_Bosque\\_De\\_La\\_Transici%C3%B3n\\_Chiquitana\\_Amaz%C3%B3nica](https://www.academia.edu/73835075/An%C3%A1lisis_De_Los_Costos_y_Beneficios_De_Dos_Tratamientos_Silviculturales_Aplicados_en_Un_Bosque_De_La_Transici%C3%B3n_Chiquitana_Amaz%C3%B3nica)

24. Mills DJ, Bohlman SA, Putz FE, Andreu MG. Liberation of future crop trees from lianas in Belize: Completeness, costs, and timber-yield benefits. *For Ecol Manage.* 2019;439:97-104. doi:10.1016/j.foreco.2019.02.023

25. Putz FE, Cayetano DT, Belair EP, et al. Liana cutting in selectively logged forests increases both carbon sequestration and timber yields. *For Ecol Manage.* 2023;539:121038. doi:10.1016/J.FORECO.2023.121038

26. Gräfe S, Eckelmann CM, Playfair M, et al. Future crop tree release treatments in neotropical forests – an empirical study on the sensitivity of the economic profitability. *For Policy Econ.* 2020;121:102329. doi:10.1016/J.FORPOL.2020.102329

27. Sist P, Pioniot C, Kanashiro M, et al. Sustainability of Brazilian forest concessions. *For Ecol Manage.* 2021;496:119440. doi:10.1016/J.FORECO.2021.119440

28. Barlow J, Anderson L, Berenguer E, et al. Policy Brief: Transforming the Amazon through 'Arcs of Restoration.'; 2022. doi:10.55161/KJCS2175

29. INPE - Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. Coordenação Geral De Observação Da Terra. Programa De Monitoramento Da Amazônia e Demais Biomas. Desmatamento – Amazônia Legal. TerraBrasilis. Published July 11, 2021. Accessed July 10, 2023. <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>

30. Smith CC, Espírito-Santo FDB, Healey JR, et al. Secondary forests offset less than 10% of deforestation-mediated carbon emissions in the Brazilian Amazon. *Glob Chang Biol.* Published online 2020. doi:10.1111/gcb.15352

31. Poorter L, Craven D, Jakovac CC, et al. Multidimensional tropical forest recovery. *Science (1979).* 2021;374(6573):1370-1376. doi:10.1126/SCIENCE.ABH3629/SUPPL\_FILE/SCIENCE.ABH3629\_SM.PDF

32. Fearnside PM, Guimarães WM. Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonia. *For Ecol Manage.* 1996;80(1-3):35-46. doi:10.1016/0378-1127(95)03648-2

33. Barlow J, Gardner TA, Araujo IS, et al. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2007;104(47):18555-18560. doi:10.1073/PNAS.0703333104/SUPPL\_FILE/03333TABLE4.PDF

34. Chazdon RL, Peres CA, Dent D, et al. The potential for species conservation in tropical secondary forests. *Conserv Biol.* 2009;23(6):1406-1417. doi:10.1111/J.1523-1739.2009.01338.X

35. Berenguer E, Ferreira J, Gardner TA, et al. A large-scale field assessment of carbon stocks in human-modified tropical forests. *Glob Chang Biol.* 2014;20(12):3713-3726. doi:10.1111/GCB.12627

36. Ngo Bieng MA, Souza Oliveira M, Roda JM, et al. Relevance of secondary tropical forest for landscape restoration. *For Ecol Manage.* 2021;493. doi:10.1016/J.FORECO.2021.119265

37. Zambiazzi DC, Fantini AC, Piotto D, et al. Timber stock recovery in a chronosequence of secondary forests in Southern Brazil: Adding value to restored landscapes. *For Ecol Manage.* 2021;495:119352. doi:10.1016/J.FORECO.2021.119352

38. Lapola DM, Pinho P, Barlow J, et al. The drivers and impacts of Amazon forest degradation. *Science (1979).* 2023;379(6630). doi:10.1126/SCIENCE.ABP8622/SUPPL\_FILE/SCIENCE.ABP8622\_SM.PDF

39. Brasil. Ministério da Agricultura P e A (MAPA). Brazilian Forests at a Glance. Serviço Florestal Brasileiro.; 2019.

40. Malkamäki A, D'Amato D, Hogarth NJ, et al. A systematic review of the socio-economic impacts of large-scale tree plantations, worldwide. *Global Environmental Change.* 2018;53:90-103. doi:10.1016/J.GLOENVCHA.2018.09.001

41. Guariguata MR, Sist P, Nasi R. Multiple use management of tropical production forests: How can we move from concept to reality? *For Ecol Manage.* 2012;263:170-174. doi:10.1016/J.FORECO.2011.09.032

42. Ascarrunz N, AAR, SAB, BC. Forest management in Bolivian indigenous territories - Recommendations for CSOs. Published online September 9, 2020. Accessed November 15, 2023. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/111605>

43. Gilmour D. Forty years of community-based forestry. *FAO.* Published online 2016:140.

44. Vidal E, West TAP, Lentini MW, de Souza SEFX, Klauberg C, Waldhoff P. Sustainable forest management (SFM) of tropical moist forests: the case of the Brazilian Amazon. Published online October 27, 2020:619-650. doi:10.19103/AS.2020.0074.42

45. Cruz H, Sablayolles P, Drigo I, et al. O manejo florestal sustentável como alternativa na reprodução social de comunidades no oeste paraense? Cruz H, Sablayolles P, Kanashiro M, Amaral M, Sist P, eds. *Relação Empresa/Comunidade no Contexto do Manejo Florestal Comunitário e Familiar: Uma contribuição do projeto Floresta em Pé.* Published online 2011:149-170.

46. Drigo I., Piketty MG, Pena D, Sist P. Cash income from community-based forest management: Lessons from two case studies in the Brazilian Amazon. *Bois et Forêts des Tropiques.*

Published online 2013:41-51.

47. Sist P, Sablayrolles P, Barthelon S, et al. The Contribution of Multiple Use Forest Management to Small Farmers' Annual Incomes in the Eastern Amazon. *Forests* 2014, Vol 5, Pages 1508-1531. 2014;5(7):1508-1531. doi:10.3390/F5071508

48. Piketty MG, Drigo I, Sablayrolles P, De Aquino EA, Pena D, Sist P. Annual Cash Income from Community Forest Management in the Brazilian Amazon: Challenges for the Future. *Forests* 2015, Vol 6, Pages 4228-4244. 2015;6(11):4228-4244. doi:10.3390/F6114228

49. Santos de Lima L, Merry F, Soares-Filho B, Oliveira Rodrigues H, dos Santos Damaceno C, Bauch MA. Illegal logging as a disincentive to the establishment of a sustainable forest sector in the Amazon. *PLoS One*. 2018;13(12):e0207855. doi:10.1371/JOURNAL.PONE.0207855

50. Larrea C, Murmis MR, Azevedo T, et al. Chapter 17: Globalization, extractivism and social exclusion: Threats and opportunities to Amazon governance in Brazil. In: *Amazon Assessment Report 2021*. UN Sustainable Development Solutions Network (SDSN); 2021. doi:10.55161/YIZM8714

51. Slagter B, Reiche J, Marcos D, et al. Monitoring direct drivers of small-scale tropical forest disturbance in near real-time with Sentinel-1 and -2 data. *Remote Sens Environ*. 2023;295:113655. doi:10.1016/J.RSE.2023.113655

52. Aquino C, Mitchard ETA, McNicol IM, et al. Reliably mapping low-intensity forest disturbance using satellite radar data. *Frontiers in Forests and Global Change*. 2022;5:1018762. doi:10.3389/FFGC.2022.1018762/BIBTEX

53. Low MC, Schmitz N, Boeschoten LE, et al. Tracing the world's timber: The status of scientific verification technologies for species and origin identification. *IAWA J*. 2022;44(1):63-84. doi:10.1163/22941932-BJA10097

54. Ellis PW, Gopalakrishna T, Goodman RC, et al. Reduced-impact logging for climate change mitigation (RIL-C) can halve selective logging emissions from tropical forests. *For Ecol Manage*. 2019;438:255-266. doi:10.1016/J.FORECO.2019.02.004

55. Gatti L V, Costa PM, Arieira J, et al. Policy Brief: Human Impacts On Carbon Emissions, Losses In Ecosystems Services And Financial Solutions In The Amazon.; 2023.

56. Garrett R, Ferreira J, Abramovay R, et al. Supporting Sociobioeconomies of Healthy Standing Forests and Flowing Rivers in the Amazon.; 2023.

## AFILIACIONES DE LOS AUTORES

**Plinio Sist:** CIRAD, Avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5, France. sist@cirad.fr

**Marielos Peña-Claros:** Wageningen University, Droevendaalsesteeg 4, 6708 PB Wageningen, Netherlands marielos.penaclaros@wur.nl

**Juan Pablo Baldiviezo Calles:** Instituto Boliviano de Investigación Forestal, Casa N39, Av. Iberica, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

**Géraldine Derroire:** Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5, France

**Milton Kanashiro:** Embrapa Amazônia Oriental, Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n - Marco, Belém - PA, 66095-903, Brazil

**Karen Mendoza Ortega:** Instituto Boliviano de Investigación Forestal, Casa N39, Av. Iberica, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

**Camille Pioniot:** UR Forests and Societies, Cirad, Univ. Montpellier, France

**Anand Roopsind:** Conservation International, 2011 Crystal Dr #600, Arlington, VA 22202

**Adalberto Veríssimo:** Imazon, Trav. Dom Romualdo de Seixas, 1698, 11º andar, Belém - PA, 66055-200, Brazil

**Edson Vidal:** Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), Piracicaba, São Paulo, Brazil

**Verginia Wortel:** Centre for Agricultural Research in Suriname CELOS, Prof. Dr. Ir. J. Ruinardlaan, Postbus 1914, Paramaribo, Suriname

**Francis E. Putz:** University of Florida, Gainesville, FL 32611, USA; Forest Research Institute, University of the Sunshine Coast, Queensland, Australia

MÁS INFORMACIÓN EN  
[laamazoniaquequeremos.org](http://laamazoniaquequeremos.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