

1 **Vías para implementar restauración forestal en la**  
2 **Amazonía**

3

4 **Autores principales:** Catarina Jakovac (UFSC), Nathália Nascimento (ESALQ-USP)

5 **Coautores (ahora por orden alfabético):** André Pellicciotti -Secretaria de meio ambiente do Acre,  
6 Carolina Fernandes (USP), Daniel Vieira – Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Danielle  
7 Celentano - Instituto Socioambiental/Aliança pela restauração na Amazônia, Silvia C. Gallegos -  
8 University of Halle, Germany & Herbario Nacional de Bolivia, Silvio Brienza Junior - Embrapa  
9 Florestas

10

11	<b>Mensajes clave.....</b>	<b>2</b>
12	<b>Recomendaciones .....</b>	<b>3</b>
13	<b>1. La Amazonía en el decenio de las Naciones Unidas para la restauración de los ecosistemas ....</b>	<b>4</b>
14	<b>2. Definiendo restauración ecológica .....</b>	<b>4</b>
15	<b>3. Caminos para escalar la restauración ecológica .....</b>	<b>5</b>
16	3.1 Conservando los bosques primarios en pie.....	6
17	3.2 Promoviendo y Protegiendo la Regeneración Natural de Bosques .....	7
18	3.3 Incluir la restauración en arreglos socioproductivos .....	8
19	3.4 Estructurando una cadena de suministro y valor de la restauración.....	9
20	<b>4. Condiciones habilitantes para una restauración exitosa .....</b>	<b>10</b>
21	4.1 Promoviendo el diálogo de conocimientos.....	10
22	4.2 Invirtiendo en desarrollo de capacidades e investigación .....	11
23	4.3 Financiando restauración forestal.....	11
24	4.4 Políticas públicas y gobernanza.....	12
25	<b>5. Referencias.....</b>	<b>17</b>
26		
27		
28		

## 29 Mensajes clave

- 30 1. LA AMAZONÍA SE ACERCA A UNA TRANSICIÓN CRÍTICA hacia la degradación, lo que  
31 plantea graves riesgos locales y mundiales, que subrayan la necesidad urgente de detener la  
32 deforestación y promover la restauración. Los países firmantes del Acuerdo de París se han  
33 comprometido a lograr la deforestación cero y restaurar las zonas degradadas para 2030; sin  
34 embargo, los avances han sido limitados, lo que pone de relieve la necesidad de actuar de  
35 inmediato.
- 36 2. LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA ES UNA OPORTUNIDAD para fomentar el desarrollo  
37 socioeconómico y evitar la transición crítica del sistema amazónico si se respetan las  
38 salvaguardias sociales y ecológicas a todos los niveles. Los beneficios económicos y de  
39 desarrollo incluyen los ingresos procedentes del suministro de semillas y plántulas, los puestos  
40 de trabajo derivados de la ejecución, el mantenimiento y la supervisión de los esfuerzos de  
41 restauración, y el empoderamiento de las comunidades locales mediante el desarrollo de  
42 capacidades y la educación.
- 43 3. LOS PRINCIPALES DESAFÍOS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA  
44 AMAZONÍA incluyen la falta de voluntad política para promover una socio-bioeconomía  
45 basada en los bosques en lugar de la expansión de las actividades sobre los bosques, de un  
46 sistema de gobernanza global que integre la conservación primaria de los bosques con los  
47 esfuerzos de restauración, de incentivos para que las múltiples partes interesadas promuevan la  
48 conservación y la restauración, de carencias de infraestructuras sostenibles y de inversiones en  
49 educación y sensibilización.
- 50 4. CUATRO VÍAS CLAVE PARA IMPULSAR LA RESTAURACIÓN son conservar los  
51 bosques maduros, promover la regeneración natural de los bosques, incluir la restauración en  
52 los acuerdos socioproductivos y fomentar una cadena de suministro y de valor de la  
53 restauración.
- 54 5. LA RESTAURACIÓN A GRAN ESCALA Y LARGO PLAZO REQUIERE una variedad de  
55 estrategias técnicas y financieras adaptadas a contextos ecológicos, culturales y  
56 socioeconómicos específicos, así como un fuerte compromiso local y una colaboración  
57 multisectorial.
- 58 6. LAS ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN DEBEN DEFINIRSE LOCALMENTE para  
59 ajustarse a objetivos específicos, oportunidades y limitaciones socioecológicas y valores  
60 culturales. La utilización de la regeneración natural de los bosques es una vía prometedora para  
61 la recuperación rentable de los ecosistemas. En zonas con escaso potencial de regeneración, la  
62 restauración productiva y biocultural guiada por la población local y los conocimientos e  
63 intereses autóctonos puede mejorar la biodiversidad y fomentar el compromiso de la  
64 comunidad.

65

## 66 Recomendaciones

- 67
- 68
- 69
- 70
- 71
- 72
- 73
- 74
- 75
- 76
- 77
- 78
- 79
- 80
- 81
- 82
- 83
- 84
- 85
- 86
- 87
- 88
- 89
- 90
- 91
- 92
1. **Los gobiernos nacionales** deben integrar la restauración ecológica en todos los ministerios y políticas para hacer cumplir las leyes de conservación, apoyar la gestión forestal sostenible, promover la regeneración natural y subvencionar cadenas de suministro de restauración arraigadas en las necesidades regionales y adaptadas a los múltiples actores locales (por ejemplo, comunidades locales y pueblos indígenas, pequeños y grandes agricultores) y territorios (por ejemplo, áreas protegidas, tierras comunales, tierras privadas).
  2. **Para establecer una cadena de suministro y valor robusta** para la restauración, es esencial subvencionar la producción de semillas y plántulas, desarrollar regulaciones para las especies nativas, invertir en infraestructura para el flujo de suministros para la restauración y productos de la sociobiodiversidad, incluir la restauración en programas transversales de bioeconomía y promover el desarrollo de capacidades en toda la región abarcando el conocimiento local y los valores culturales en el codesarrollo de soluciones.
  3. **La financiación** debe ser flexible para apoyar las diversas estrategias de restauración y sus distintos plazos, incluido el mantenimiento y la supervisión a largo plazo. Las exenciones fiscales sobre suministros como semillas y plántulas, junto con las subvenciones y los pagos por Servicios Ambientales, son cruciales para reducir los elevados costos de implementación.
  4. **El desarrollo de capacidades** es esencial para promover los principios de restauración ecológica, la biodiversidad amazónica y la justicia social entre los profesionales. Debería centrarse en las instituciones locales, como las organizaciones de asistencia técnica rural y las ONG, para difundir eficazmente los conocimientos y fomentar la participación en el codesarrollo de estrategias de restauración que incorporen los conocimientos ecológicos locales.

## 93 1. La Amazonía en el decenio de las Naciones Unidas 94 para la restauración de los ecosistemas

95 El sistema amazónico está a punto de enfrentarse a una transición crítica hacia un estado de degradación  
96 con consecuencias locales y globales (Flores et al 2024). Se requiere una acción inmediata para detener  
97 la deforestación, la degradación de los bosques y los incendios forestales, al tiempo que se promueve la  
98 restauración de los ecosistemas y se regula el clima local y regional (Barlow et al., 2021). Esto incluye  
99 conservar los suelos y el agua, proteger y recuperar la biodiversidad, promover la conectividad, crear  
100 resiliencia para adaptarse a los cambios climáticos, fomentar la productividad y el bienestar humano y  
101 hacer posible la restauración.

102 Entre los países amazónicos que firmaron el Acuerdo de París y se comprometieron a lograr la  
103 deforestación cero y restaurar las zonas degradadas y alteradas para 2030 se encuentran Brasil, Bolivia,  
104 Colombia, Ecuador, Guyana, Guayana Francesa, Perú, Surinam y Venezuela. En las primeras  
105 Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) presentadas en 2015 (i)  
106 Brasil propuso restaurar y reforestar 12 millones de hectáreas de bosques para 2030, (ii) Colombia se  
107 ha comprometido a aumentar la cobertura de sus áreas protegidas en más de 2. 5 millones de hectáreas;  
108 (iii) Ecuador planeó frenar la deforestación y restaurar 500.000 hectáreas para 2017 y aumentar este  
109 total en 100.000 hectáreas por año hasta 2025, dentro del Programa Nacional de Restauración de  
110 Bosques; y (iv) Bolivia pretende aumentar la superficie de tierras forestadas y reforestadas en 4,5  
111 millones de hectáreas para 2030.

112 A tan sólo 5 años de la fecha límite del acuerdo, los países amazónicos han logrado avances limitados,  
113 con un intenso aumento de la deforestación e incendios récord en 2024, lo que requiere esfuerzos  
114 urgentes y contundentes para alcanzar los objetivos de conservación y restauración. Este documento se  
115 basa en recomendaciones anteriores (Barlow et al, 2022) para ofrecer orientación sobre la aplicación de  
116 restauración ecológica en la región amazónica. Con base en la ciencia y las prácticas de restauración  
117 actuales, se sugieren vías para superar los principales retos y llevar a cabo la restauración forestal a gran  
118 escala en la Amazonía. La atención se centra en los ecosistemas forestales no inundados, que cubren la  
119 mayor superficie. Otros ecosistemas amazónicos importantes, como las sabanas, los humedales y los  
120 sistemas acuáticos, no se abordan aquí y requieren estudios específicos y contextuales.

## 121 2. Definiendo restauración ecológica

122 Según el Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas, «la restauración de  
123 los ecosistemas significa ayudar a la recuperación de los ecosistemas que han sido degradados o  
124 destruidos, junto con la conservación de los ecosistemas que siguen intactos». Esto incluye una serie de  
125 prácticas como la reducción del impacto, la remediación, la rehabilitación y la restauración ecológica.  
126 La restauración ecológica busca recuperar total o parcialmente la estructura, composición y funciones  
127 de los ecosistemas (Gann et al 2019), dirigida a los ecosistemas forestales amazónicos.

128  
129 La recuperación total requiere restaurar todos los atributos clave del ecosistema para que se parezcan  
130 mucho a un sistema de referencia maduro o de alta integridad (Gann et al 2019; Rosenfield et al 2022).  
131 Esto puede lograrse mediante diversas estrategias, como la regeneración natural, la plantación de  
132 semillas y plántulas y los sistemas agroforestales de sucesión con diferentes especies y disposiciones  
133 espaciales (Barlow et al., 2021).

134  
135 La recuperación parcial de ecosistemas se centra en restaurar las funciones de los ecosistemas a la vez  
136 que se producen bienes (restauración productiva) y/o se recuperan valores culturales (restauración

137 biocultural). Las estrategias incluyen la regeneración natural gestionada, las plantaciones de especies  
138 mixtas (mediante semillas o plántulas) y los sistemas agroforestales (Brienza y Yared, 2023). En el  
139 ámbito de la restauración ecológica se excluyen aquellos usos de la tierra que no sostienen la estructura  
140 forestal ni los procesos ecosistémicos, como las plantaciones de monocultivos de especies exóticas (por  
141 ejemplo, eucalipto, palma aceitera) o autóctonas, que ofrecen un bajo valor de conservación y pueden  
142 impulsar la deforestación (Almeida-Maués et al 2022).

143  
144 Se pueden adoptar diferentes estrategias para lograr la restauración forestal en función de los objetivos,  
145 los beneficios perseguidos y las condiciones socioecológicas favorables (Figura 1). Las estrategias de  
146 restauración eficaces deben definirse a escala local para adaptarse a los contextos ecológicos y  
147 socioculturales locales, e implicar a las partes interesadas multisectoriales en la planificación, la  
148 ejecución, el seguimiento y el compromiso a largo plazo para proteger la zona de la deforestación y la  
149 degradación.

### 150 3. Caminos para escalar la restauración ecológica

151 El bioma amazónico abarca una vasta diversidad de condiciones socioeconómicas y actores con formas  
152 únicas de interactuar con el medio ambiente y una rica diversidad cultural en términos de organización  
153 social, economía y sistemas de creencias. Por lo tanto, la restauración a gran escala en la Amazonía sólo  
154 puede lograrse con éxito a través de múltiples caminos en toda la cuenca.

155  
156 Los contextos ecológicos donde se necesita la restauración en la Amazonía van desde paisajes  
157 predominantemente cubiertos por bosques maduros con degradación localizada de pequeña a mediana  
158 escala (como la deforestación ilegal en Áreas Protegidas y Tierras Indígenas) hasta paisajes en viejas  
159 fronteras agrícolas que están en gran medida cubiertos por extensas tierras de cultivo y pastizales y  
160 pequeños fragmentos de bosque degradados (por ejemplo, en los Arcos de Restauración) (Figura 2). A  
161 lo largo de este gradiente, el nivel de degradación y las limitaciones ecológicas para la restauración  
162 aumentan junto con la demanda de activamente añadir biodiversidad, de trabajo humano y de insumos  
163 externos (como semillas, plántulas y fertilizantes).

164  
165 Los contextos socioeconómicos se pueden categorizar ampliamente según la tenencia de la tierra y la  
166 obligación legal, en tierras privadas (incluyendo la restauración legal y/o obligatoria, en el contexto  
167 brasileño), áreas protegidas públicas (Áreas Protegidas y Tierras Indígenas) (Camara et al., 2023) y  
168 tierras públicas no designadas donde la presión de la deforestación es más alta (Nascimento &  
169 Brancalion, 2024) (Figura 2). Los valores culturales difieren dentro y entre tales contextos que están  
170 poblados por diferentes actores, como pueblos indígenas, comunidades ribereñas, migrantes y sus  
171 descendientes, personas afrodescendientes y otros. Cada contexto socioeconómico y cultural presenta  
172 diferentes desafíos y oportunidades para la restauración.

173  
174 Por lo tanto, implementar la restauración ecológica en la Amazonía requiere una co-planificación a  
175 escala local, con actores locales, para decidir dónde y cómo restaurar, y caminos a nivel regional  
176 fomentados por gobiernos e instituciones para promover condiciones habilitadoras. A continuación, se  
177 describen cuatro caminos principales para la implementación efectiva de la restauración, que requieren  
178 políticas y acciones específicas y son esenciales para impulsar la restauración a gran escala en la  
179 Amazonía.

#### 180 3.1 Conservando los bosques primarios en pie

181 Los bosques primarios son aquellos que han sufrido una mínima degradación en el pasado, manteniendo  
182 una alta integridad ecológica (a menudo denominados bosques viejos). La conservación de los bosques

183 primarios y de viejo crecimiento existentes debe ser la máxima prioridad en los programas de  
184 restauración en todos los contextos socioeconómicos. Los remanentes forestales deben ser conservados  
185 porque (i) son irremplazables en su valor para la conservación de la biodiversidad y la provisión de  
186 servicios ambientales y productos forestales maderables y no maderables (NTFP, por sus siglas en  
187 inglés) (Barlow et al., 2007, Gibson et al. 2011, Sist et al., 2023), (ii) regulan el clima y ayudan a evitar  
188 transiciones críticas en los ecosistemas (Flores et al. 2024), (iii) proporcionan las semillas y los animales  
189 necesarios para la recuperación del ecosistema (Bello et al. 2024) y (iv) conservar es mucho más fácil  
190 y económicamente más barato que restaurar.

191 La deforestación y la degradación forestal socavan los esfuerzos de restauración al causar extinciones  
192 de especies locales, perdiendo especies de plantas necesarias para las fuentes de semillas, reduciendo  
193 las poblaciones, lo que conduce a la endogamia y al declive reproductivo (Chiriboga-Arroyo et al.,  
194 2021), y eliminando dispersores animales (Dirzo et al. 2014). Los grandes animales se reducen  
195 significativamente en áreas con menos del 40% de cobertura forestal (Bello et al. 2024), limitando la  
196 dispersión de especies de grandes semillas a áreas abiertas (Galetti et al. 2013). La defaunación,  
197 especialmente de aves y mamíferos de gran tamaño, impacta la dispersión de semillas de especies de  
198 sucesión tardía y reduce la diversidad forestal (Gardner et al. 2019), así como la recuperación de  
199 biomasa en un 38% (Bello et al. 2024). Los métodos de restauración, basados en la regeneración natural  
200 o la plantación de árboles, dependen de la dispersión de los bosques circundantes para recuperar la  
201 biodiversidad local y los procesos del ecosistema (Figura 1).

202 La deforestación ilegal debe ser detenida en áreas protegidas, tierras no designadas y en propiedades  
203 privadas (Figura 2), lo que requiere el establecimiento y refuerzo de la legislación, políticas públicas  
204 fortalecidas, aplicación de la ley y resolución de conflictos de tenencia de la tierra. Las brechas en la  
205 regularización de la tenencia de la tierra impulsan significativamente la deforestación, particularmente  
206 en bosques públicos no designados en la Amazonía brasileña. Las tierras colectivas, como los territorios  
207 indígenas, muestran las tasas más bajas de deforestación, mientras que las propiedades privadas y los  
208 asentamientos rurales, a pesar de tener una tenencia regularizada, contribuyen significativamente a la  
209 deforestación. Las políticas públicas de comando y control y los programas de regularización de la  
210 tenencia de la tierra han ayudado a reducir la deforestación en Brasil, de 28.000 km<sup>2</sup>/año a 4.000  
211 km<sup>2</sup>/año entre 2004 y 2012 (INPE-Prodes, 2023) y podrían ser adoptadas en otros países para combatir  
212 la apropiación de tierras impulsada principalmente por actividades ilegales y el agronegocio.

213 Además de la aplicación de la ley, es imperativo que los gobiernos prioricen las bioeconomías sobre la  
214 expansión de productos de consumo y grandes proyectos de infraestructura (Garrett et al., 2023). La  
215 conservación de los bosques debe fomentarse donde la presión de deforestación es mayor, como en  
216 tierras no designadas y en propiedades privadas en los Arcos de Restauración, donde modelos  
217 económicos destructivos se expanden continuamente sobre los bosques (por ejemplo, agronegocios en  
218 Bolivia y Brasil, cultivos de coca en Bolivia y Colombia, y plantaciones de palma aceitera  
219 principalmente en Colombia, Brasil y Ecuador) (Barlow et al., 2022).

## 220 3.2 Promoviendo y Protegiendo la Regeneración Natural de Bosques

221 La Regeneración Natural de Bosques (RNB) es el crecimiento espontáneo de comunidades forestales  
222 en áreas deforestadas, dando lugar a bosques secundarios. Si las condiciones ecológicas son adecuadas  
223 y existe voluntad de proteger el área a largo plazo, la RNB puede servir como una estrategia rentable  
224 para escalar la restauración. La alta diversidad y el rápido potencial de recuperación de la RNB son  
225 mayores en paisajes con  $\geq 40\%$  de cobertura forestal (Bello et al. 2024) y tras un uso de la tierra de  
226 baja a media intensidad (<4 eventos de incendios y <10 años de uso continuo y sin agricultura  
227 mecanizada; Jakovac et al. 2021, Heinrich et al. 2021), donde hay mínima competencia con usos  
228 productivos y un compromiso de proteger el área de la degradación a largo plazo (por ejemplo,  
229 incendios, ganado).

230  
231 Los bosques secundarios sustentan numerosas especies (Lennox et al., 2018), mejoran la conectividad  
232 entre remanentes forestales (Smith et al. 2023) y proporcionan servicios como la protección de  
233 márgenes de ríos, regulación del clima y suministro de bienes (Chazdon et al., 2017). Los bosques  
234 secundarios absorben carbono hasta 11 veces más rápido que los bosques primarios (aunque almacenan  
235 menos) (Poorter et al., 2015). Después de 20 años, el rebrote puede recuperar el 80% de la fertilidad del  
236 suelo, los stocks de carbono y la diversidad de especies arbóreas en comparación con los bosques  
237 primarios (Poorter et al., 2021). La RNB apoya una mayor diversidad de especies a un costo más bajo  
238 que la plantación de semillas y plántulas (Meli et al. 2017, Jakovac et al. 2023).

239  
240 Actualmente, los bosques secundarios cubren aproximadamente 18.9 millones de hectáreas en el bioma  
241 amazónico, pero la mayoría de los rodales dura menos de 10 años (Nunes et al. 2020, Smith et al. 2023).  
242 La efectividad de la RNB como estrategia de restauración, por lo tanto, depende de su conservación a  
243 largo plazo. Es importante darse cuenta de que los barbechos de bosques secundarios dentro de sistemas  
244 de cultivo itinerante son efímeros por definición y no deben contabilizarse como un resultado de la  
245 restauración. En Brasil, los barbechos representan alrededor del 35% de los bosques secundarios en pie  
246 (Nunes et al. 2020). El 65% restante (aproximadamente 12 millones de hectáreas si se extrapolan a la  
247 Cuenca Amazónica) podría contribuir a la restauración ecológica si se protege eficazmente a largo plazo  
248 y se monitorea (Nunes et al. 2020, Smith et al. 2023) a través de sensibilización, incentivos económicos  
249 y políticas públicas dirigidas a diferentes actores.

250  
251 Incentivar a personas e instituciones a apoyar la RNB requiere cambiar percepciones a través de la  
252 difusión de información y de incentivos. La RNB a menudo se considera desorganizada y menos  
253 atractiva que las plantaciones de árboles, siendo descuidada por los agricultores (excepto cuando están  
254 en barbechos), menos comercializable para las agencias de financiamiento, más difícil de establecer  
255 estándares en comparación con árboles plantados, e inadecuadamente compensada por los gobiernos  
256 por la deforestación ilegal (Chazdon et al., 2023). Transformar estas visiones implica reconocer la RNB  
257 como una estrategia de restauración en los ámbitos político y práctico (como lo hace el código forestal  
258 brasileño), proteger la RNB de la deforestación (como la regulación única del estado de Pará, Instrução  
259 Normativa 05/2015), aumentar la conciencia entre los tomadores de decisiones, desarrollar capacidades  
260 entre los practicantes y establecer indicadores claros para monitorear el éxito de la restauración  
261 (REGENERA-Amazônia, 2023).

262  
263 Añadir valor a la RNB puede incentivar adicionalmente su conservación, ya que muchas especies de  
264 sucesión proporcionan madera útil y productos forestales no maderables (PFNM) (Sist et al., 2023). El  
265 valor económico y el interés social de estos bosques pueden mejorarse a través de la plantación de  
266 enriquecimiento, la poda y el desbaste selectivo, por ejemplo. Para ello, las regulaciones de manejo  
267 forestal deben expandirse para cubrir diferentes etapas de sucesión (Vieira et al., 2014), y se necesita  
268 difundir el conocimiento sobre prácticas de manejo y especies valiosas.

269  
270 La protección de los bosques secundarios en pie podría hacerse en aproximadamente 12 millones de  
271 hectáreas y promover la RNB en un adicional x% [AGREGAR DEL MAPA] de paisajes amazónicos  
272 (Figura 2). Desde una perspectiva ecológica y socioeconómica conjunta, la RNB será más efectiva en  
273 tierras recientemente deforestadas ilegalmente (públicas y privadas) porque aún mantienen alta  
274 resiliencia, en territorios protegidos (como tierras indígenas y unidades de conservación) donde la  
275 cobertura forestal en el paisaje es alta, y en áreas legalmente protegidas dentro de tierras públicas y  
276 privadas donde tiene baja competencia con otros sistemas de uso de la tierra.

277

### 278 3.3 Incluir la restauración en arreglos socioproductivos

279

280 Las estrategias de restauración productiva tienen como objetivo restaurar funciones ecológicas y  
281 generar beneficios económicos que ayuden a diversificar las fuentes de ingresos y contribuir a la  
282 construcción de una bioeconomía amazónica (Garrett et al., 2023). Para ello, la restauración forestal  
283 debe estar incluida en las políticas públicas de desarrollo y en los arreglos productivos como  
284 consumidora de productos (por ejemplo, semillas, plántulas, fertilizantes), proveedora de productos de  
285 la socio-biodiversidad (por ejemplo, productos no maderables, madera, alimentos) y como proveedora  
286 de servicios ambientales (por ejemplo, calidad del agua, secuestro y almacenamiento de carbono,  
287 regulación del clima y biodiversidad). Es importante seguir salvaguardias para evitar la contaminación  
288 biótica y la homogeneización que pueden resultar del cultivo de híbridos y pocas especies nativas.

289

290 La restauración productiva puede aumentar los ingresos, la soberanía alimentaria, empoderar a las  
291 comunidades locales y apoyar la restauración biocultural, ya que los sistemas agroforestales y la gestión  
292 de la regeneración natural son parte integral de la cultura local. Las especies típicas de las etapas de  
293 sucesión tempranas con mercados establecidos, como *Bertholletia excelsa* (nuez de Brasil), *Carapa*  
294 *guyanensis* (aceite de semilla de andiroba), *Euterpe* spp. (açai) y otras especies de palmeras, así como  
295 la madera de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Paricá) y *Goupia glabra* (Cupiúba), y madera  
296 y productos no maderables de *Dypterix odorata* (Cumarú), pueden ser promovidas junto con otras  
297 especies nativas. Combinar la producción de productos no maderables con los pagos por servicios  
298 ecosistémicos (PSE) puede proporcionar incentivos adicionales.

299

300 Para fomentar la restauración productiva, debe integrarse como un tema transversal en los gobiernos  
301 federal y regional, extendiéndose más allá del sector ambiental. Créditos específicos para la restauración  
302 ecológica podrían incentivar la adhesión de los agricultores. En Brasil, el estado de Acre promueve la  
303 restauración productiva para cumplir con el Código Forestal Nacional, enfocándose en dos estrategias  
304 principales: (i) desarrollar normas legales integrales y manuales para asegurar claridad para los  
305 agricultores y las agencias gubernamentales, y (ii) aprovechar inversiones públicas y privadas,  
306 incluyendo financiamiento climático, para apoyar los PSE y el acceso al mercado para productos de la  
307 socio-biodiversidad. El enfoque enfatiza la restauración concentrada y contigua a través de sistemas  
308 agroforestales en grupos de propiedades rurales cercanas para maximizar las economías de escala y  
309 fomentar la cooperación entre los agricultores familiares.

310

311 La restauración socioproductiva, utilizando estrategias como la regeneración natural manejada, especies  
312 nativas mixtas y sistemas agroforestales, podría promoverse donde las personas locales pueden  
313 beneficiarse más, como en tierras privadas, comunales e indígenas (tanto dentro como más allá de los  
314 requisitos legales). Por ejemplo, la legislación brasileña permite la restauración productiva en reservas  
315 legales, con una estimación de 9.4 millones de hectáreas que necesitan restauración en la Amazonía  
316 brasileña (<https://termometroflorestal.org.br/plataforma>). Los sistemas agroforestales complejos de  
317 múltiples especies y la regeneración manejada pueden atraer a agricultores familiares y comunidades  
318 indígenas con conocimientos tradicionales sobre estas prácticas. Por el contrario, los agricultores de  
319 mediana y gran escala en los Arcos de Restauración podrían favorecer las plantaciones de especies  
320 mixtas para diversificar las fuentes de ingresos actualmente dependientes de monocultivos y pastizales  
321 de baja productividad.

### 322 3.4 Estructurando una cadena de suministro y valor de la restauración

323

324 Implementar la restauración ecológica a gran escala requiere estructurar una cadena de suministro y  
325 valor de restauración que haga disponibles semillas y plántulas para plantaciones de árboles  
326 (especialmente en paisajes degradados) y promueva la circulación y comercialización de productos



327 forestales dentro y más allá de la región amazónica. La cadena de suministro de restauración incluye la  
328 recolección de semillas, procesamiento, análisis de calidad y comercialización; producción, transporte  
329 y plantación de plántulas; preparación de áreas, mantenimiento y monitoreo; transporte y procesamiento  
330 en todos los eslabones de la cadena, y la participación de los pueblos locales. La cadena de valor de la  
331 restauración incluye madera y productos forestales no maderables (PFNM) resultantes de sistemas de  
332 restauración.

333  
334 Fomentar tal cadena de suministro y valor ayudará a garantizar una alta diversidad de especies en  
335 plantaciones de árboles mixtos y plantaciones de enriquecimiento, al tiempo que promueve  
336 oportunidades en la bioeconomía. Actualmente, muchos proyectos de restauración basados en  
337 plantaciones no logran cumplir con los objetivos de especies nativas debido a la escasez de semillas y  
338 plántulas de viveros regionales. Por ejemplo, un proyecto de restauración que cubra 1.25 millones de  
339 km<sup>2</sup> requeriría más del doble de la capacidad de todos los viveros mapeados en la Amazonía brasileña  
340 (Nunes et al., 2020). Aumentar la restauración amplificará esta demanda. Tal expansión también  
341 representa una oportunidad de desarrollo social con el potencial de generar entre 34 y 146 millones de  
342 USD en ingresos para redes de recolectores de semillas (Urzedo et al., 2020). Los co-beneficios sociales  
343 incluyen el empoderamiento de los Pueblos Indígenas y Comunidades Locales (PICL) y la activación  
344 de la capacidad de agencia local, fomentando la innovación social y la resiliencia (Padovezi et al., 2024)  
345 y, potencialmente, facilitando el comercio de productos forestales derivados de bosques en restauración.  
346 Varias redes de recolectores de semillas están operando en los países amazónicos, pero la mayoría de  
347 ellas se encuentran fuera de la región amazónica ([https://www.sementesflorestais.org/mapa-das-](https://www.sementesflorestais.org/mapa-das-sementes.html)  
348 [sementes.html](https://www.sementesflorestais.org/mapa-das-sementes.html)). Ampliar la oferta de semillas requiere la organización social de los recolectores de  
349 semillas, lo cual podría ser facilitado por gobiernos y ONG. Además, se necesita un gran esfuerzo  
350 descentralizado para la capacitación de los recolectores y compradores locales de semillas, siguiendo  
351 pautas científicas y conocimientos ecológicos locales para minimizar los impactos en los bosques en  
352 pie y garantizar el uso de ecotipos locales y alta diversidad taxonómica y genética local en los sitios de  
353 restauración (Urzedo et al., 2020), al mismo tiempo que se evita la contaminación genética en toda la  
354 región (McKay et al., 2005). Las regulaciones deben garantizar la procedencia de las semillas, la  
355 identidad, la diversidad fenotípica y condiciones sanitarias seguras (Redário, 2023).

356  
357 Para que las semillas de especies forestales nativas lleguen a un sitio de restauración, se requiere la  
358 recolección de múltiples árboles madre en bosques en pie, el procesamiento para cumplir con las  
359 condiciones sanitarias, el almacenamiento hasta su venta y el transporte y análisis de laboratorio para  
360 calidad y certificación. Este proceso es costoso y debe ser eficiente en tiempo, ya que la mayoría de las  
361 especies forestales pierden su viabilidad en unos pocos meses. Para reducir el desperdicio de semillas  
362 y mejorar el éxito de la plantación, se necesitan inversiones en infraestructura, como cámaras de  
363 almacenamiento adecuadas para semillas cerca de los sitios de recolección, logística de transporte  
364 eficiente y la conexión de productores y compradores de semillas, así como la ampliación de la  
365 capacidad de análisis de laboratorio. Las exenciones fiscales y subsidios para semillas de especies  
366 forestales nativas son imprescindibles para la viabilidad de esta cadena de suministro y valor. Además,  
367 los PFNM derivados de áreas restauradas pueden fluir a través de la región y más allá, ayudando a  
368 diversificar los ingresos de las comunidades locales y fortalecer el mercado de la bioeconomía (Garret  
369 et al., 2023).

370  
371 Sin una demanda de mercado suficiente y estable, incluso una cadena de valor robusta puede socavar  
372 el éxito de los esfuerzos de restauración, limitar la participación social y reducir los beneficios  
373 ecológicos anticipados. Establecer viveros con producción continua y biodiversa podría proporcionar  
374 continuidad al mercado y acelerar la restauración de alta diversidad. En este contexto, la regularización  
375 de tierras es esencial para garantizar el acceso a espacios de mercado y negociación. Involucrar a los  
376 PICL de múltiples regiones en la recolección de semillas y el establecimiento de viveros mejorará la

377 inclusión social, aumentará sus ingresos económicos, beneficiará la cadena de suministro de  
378 restauración y apoyará la preservación del conocimiento ecológico tradicional y los valores culturales.

379

380 Cada localidad en la Amazonía puede ser parte de la cadena de suministro y valor de restauración,  
381 aunque algunas regiones son más adecuadas para enlaces específicos. La recolección de semillas,  
382 particularmente para especies endémicas y en peligro de extinción, es más efectiva en bosques maduros  
383 conservados, como en unidades de conservación de uso sostenible y tierras indígenas. Las especies  
384 pioneras, cruciales para iniciar las plantaciones de árboles, pueden ser recolectadas de bosques  
385 secundarios cercanos a los sitios de restauración. Los viveros de plántulas deben ser priorizados en los  
386 Arcos de Restauración (Figura 2), donde la plantación (de enriquecimiento) es crucial.

## 387 4. Condiciones habilitantes para una restauración 388 exitosa

### 389 4.1 Promoviendo el diálogo de conocimientos

390

391 Integrar el conocimiento de los Pueblos Indígenas y Comunidades Locales (PICL) con el conocimiento  
392 científico es crucial para co-diseñar estrategias de restauración que sean resilientes a las condiciones  
393 ambientales cambiantes y adecuadas a los múltiples contextos bioculturales. Las comunidades locales  
394 poseen un vasto conocimiento sobre la dinámica de los ecosistemas forestales y la regeneración, así  
395 como sobre los requisitos de germinación de especies nativas, la tolerancia a las condiciones del suelo  
396 y climáticas, el comportamiento e interacciones de las especies, así como los usos de las plantas y los  
397 requisitos de manejo para la cosecha de productos forestales (Fleuri, 2017; Eloy et al., 2021; Schmidt  
398 et al., 2021).

399

400 El intercambio de conocimiento también debe incluir el sector del mercado y la tecnología para  
401 optimizar herramientas y tecnologías para la planificación y el monitoreo de la restauración, así como  
402 para crear oportunidades socialmente justas y viables para impulsar la restauración. Tal integración  
403 contribuirá a involucrar a las comunidades locales y a optimizar los modelos de restauración existentes  
404 a la realidad amazónica, posiblemente aumentando el éxito de la restauración, promoviendo la  
405 restauración y fortalecimiento de las prácticas y valores culturales, empoderando a las comunidades  
406 locales (Schwartzman & Zimmerman, 2005), y aumentando la deseada permanencia a largo plazo de  
407 los bosques restaurados.

408

### 409 4.2 Invirtiendo en desarrollo de capacidades e investigación

410

411 El desarrollo de capacidades es esencial para ampliar el alcance y el éxito de las prácticas de  
412 restauración mediante una planificación, un diseño y un seguimiento eficaces. Los practicantes,  
413 técnicos, consultores y profesionales implicados en el extensionismo rural y la restauración deben estar  
414 bien informados sobre las estrategias disponibles, el potencial de regeneración natural y el seguimiento  
415 ecológico. Los extensionistas rurales deben recibir formación para concienciar sobre la necesidad y las  
416 oportunidades de restauración ecológica en toda la región.

417

418 La educación sobre la biodiversidad vegetal y animal de los ecosistemas amazónicos es crucial para  
419 promover una restauración diversa, un seguimiento adecuado y evitar la homogeneización biótica (Holl  
420 et al 2022). Se debe recopilar información sobre la composición de especies locales en bosques  
421 sucesionales y maduros y compartirla con las partes interesadas. Se deben promover cursos y formación  
422 sobre la ecología de la restauración, la diversidad de los bosques amazónicos y la identificación de

423 especies, así como poner a disposición guías de campo para la identificación de plantas, la recolección  
424 de semillas y la producción de plántulas (por ejemplo, Ribeiro et al. 1999, Ferraz et al., 2004).

425

426 La inversión también debe centrarse en la ciencia ciudadana y la ciencia intercultural para mejorar los  
427 métodos de restauración y promover la restauración biocultural. Las prioridades de investigación deben  
428 incluir la ecología (fenología reproductiva de las especies, genética, fisiología de las especies,  
429 biogeoquímica e interacciones planta-fauna), la tecnología (prácticas de regeneración natural asistida,  
430 calidad y recolección de semillas, prácticas silvícolas para madera y PFSM, mecanización y  
431 monitoreo), así como la socio-bioeconomía (economía de la restauración, producción, mercados)  
432 (Aliança pela Restauração da Amazônia, 2023). Debe darse prioridad al seguimiento y a la investigación  
433 a largo plazo para permitir la evaluación adecuada de los resultados de la restauración y aumentar la  
434 capacidad de adaptación a los cambios sociales y ecológicos.

### 435 4.3 Financiando restauración forestal

436 La restauración forestal puede ser costosa (Zahawi et al 2014), lo que requiere incentivos económicos  
437 tanto para la implementación como para el mantenimiento a largo plazo. Los mayores costes incluyen  
438 los costes de oportunidad de la tierra, las medidas de protección (por ejemplo, vallas y cortafuegos), los  
439 suministros (semillas, plántulas, enmiendas del suelo) y la mano de obra para la ejecución, el  
440 mantenimiento y la supervisión. Los costes de implementación de la restauración dependen de la  
441 estrategia de restauración elegida y del nivel de degradación del área (Figura 1), oscilando entre 632,93  
442 USD/ha (NFR espontáneo) y 3467,58 USD/ha (plantación de especies mixtas con alta diversidad) (Pará,  
443 2023). En la Amazonía, los costos pueden aumentar aún más por las largas distancias y la falta de  
444 infraestructura.

445 Los mecanismos de financiación deberían tener en cuenta las necesidades específicas y las distintas  
446 fases del proceso de restauración, en lugar de centrarse únicamente en la fase de ejecución. Las etapas  
447 clave incluyen la planificación y la participación de las partes interesadas, la ejecución, el  
448 mantenimiento, la supervisión, la gestión adaptativa y la protección contra la degradación (por ejemplo,  
449 ganado, incendios, actividades ilegales). También es importante permitir flexibilidad en el uso de los  
450 recursos y los plazos, ya que pueden variar en función de las condiciones regionales y las estrategias  
451 específicas, y prever mecanismos que garanticen la protección a largo plazo para permitir el proceso de  
452 recuperación, que podría durar varias décadas.

453 Los costes de restauración pueden reducirse mediante la conservación de los bosques en pie (porque  
454 impulsa la recuperación de la biodiversidad), la planificación espacial (para optimizar el éxito de la  
455 restauración y reducir los riesgos; Strassburg et al 2020), la mejora de las infraestructuras y las  
456 exenciones fiscales a lo largo de la cadena. Los beneficios medioambientales de la restauración deberían  
457 justificar la reducción de costes mediante exenciones fiscales e incentivos. La restauración reduce los  
458 costes y los riesgos de la producción agrícola, especialmente en tierras muy degradadas como los Arcos  
459 de Deforestación. Por ejemplo, la regulación hidrológica derivada de la reducción de la deforestación  
460 podría evitar 1.000 millones de dólares anuales en pérdidas agrícolas en el sur de la Amazonía brasileña  
461 (Leite-Filho et al., 2021).

462 Los PSE, incluidos los créditos de carbono y biodiversidad, pueden cubrir parcialmente los costes de  
463 restauración e incentivar los esfuerzos. Las inversiones en carbono están cada vez más presentes en  
464 algunos países amazónicos, centrándose principalmente en plantaciones de especies mixtas y sistemas  
465 silvícolas con pocas especies. Para contribuir a una restauración socialmente justa y ecológicamente  
466 significativa, el mercado del carbono debe estar regulado y salvaguardar la justicia social y  
467 medioambiental. Los créditos iniciales de biodiversidad pueden ser una importante vía de financiación

468 para ayudar a garantizar la recuperación de la biodiversidad de múltiples formas de vida y grupos  
469 taxonómicos.

470 Los programas gubernamentales pueden impulsar significativamente los esfuerzos de restauración.  
471 Por ejemplo, el Banco Nacional de Desarrollo de Brasil (BNDES) está canalizando unos 36.000  
472 millones de dólares para restaurar 24 millones de hectáreas y eliminar 1.650 millones de toneladas de  
473 CO2 de la atmósfera para 2050 dentro del proyecto «Arco de Restauración». El mismo banco  
474 promueve líneas de crédito para el sector forestal que incluyen la restauración forestal y pueden tener  
475 un impacto importante en la implementación sobre el terreno. También en Brasil se están iniciando las  
476 concesiones a empresas privadas para restaurar zonas públicas protegidas a cambio de créditos de  
477 carbono o biodiversidad (Lupion, 2024). Los programas para la agricultura familiar también pueden  
478 fomentar la restauración productiva. Si bien la diversificación de programas es beneficiosa, debe  
479 garantizar la justicia social y centrarse en restaurar bosques con alta biodiversidad.

#### 480 4.4 Políticas públicas y gobernanza

481  
482 Dados los numerosos retos que plantea la restauración forestal a gran escala en la Amazonía, es  
483 esencial desarrollar políticas públicas sólidas, inclusivas y adaptables, junto con estrategias de  
484 financiación innovadoras. Sin embargo, los países que cuentan con un conjunto sólido de políticas  
485 públicas aún no han podido llevar a cabo la restauración a gran escala debido a la falta de gobernanza.  
486 La gobernanza en múltiples niveles debe integrar la aplicación estricta de la ley para frenar la  
487 deforestación y proteger los bosques con inversiones significativas en el mando y control de la  
488 deforestación, la investigación y el desarrollo de capacidades, y la promoción de soluciones  
489 tecnológicas para garantizar el éxito a largo plazo de los esfuerzos de restauración.

490  
491 Es crucial que los países trabajen en pos de los objetivos acordados entre los países amazónicos, que  
492 prevén asociaciones para el desarrollo de tecnologías y mecanismos de control y castigo de la  
493 deforestación ilegal y de protección de las zonas de rebrote forestal. La Organización del Tratado de  
494 Cooperación Amazónica (OTCA) puede desempeñar un papel fundamental a la hora de coordinar el  
495 intercambio de tecnologías de control de la deforestación y de políticas y gobernanza de restauración  
496 forestal, compartiendo las mejores prácticas y armonizando las normativas. Las organizaciones civiles  
497 regionales, como las Alianzas para la restauración en Brasil y Colombia, están reuniendo a múltiples  
498 partes interesadas y contribuyendo a crear y potenciar una comunidad de restauración, por lo que  
499 deben fomentarse. Para ello es necesario crear capacidad de liderazgo participativo.

500  
501 Las estructuras de gobernanza deben ser inclusivas y adaptables, reconociendo la diversidad de  
502 actores y los contextos socioecológicos únicos que caracterizan a la región amazónica. Para ello, los  
503 países deben promover el compromiso de las comunidades para apoyar proyectos de restauración  
504 adaptados a las necesidades locales y codiseñados con actores clave locales que ayuden a garantizar la  
505 permanencia a largo plazo de los bosques en regeneración. Es necesario poner en marcha programas  
506 de seguimiento continuo de los aspectos sociales y ecológicos para permitir la capacidad de  
507 adaptación y garantizar resiliencia ante cambios sociales y medioambientales.

508  
509 La identificación de áreas prioritarias para la restauración, como están haciendo Brasil y Colombia, es  
510 importante para canalizar recursos e infraestructuras hacia las regiones críticas. Un centro  
511 descentralizado de apoyo a la restauración en zonas prioritarias podría reunir agroindustrias, centros  
512 de investigación, asistencia técnica, formación sobre cómo acceder a recursos financieros para la

513 restauración y apoyo logístico para los actores locales. Además, la capacitación de los PICL, incluidos  
514 jóvenes y mujeres, mediante programas de desarrollo de capacidades garantizará que cuenten con las  
515 habilidades y los conocimientos necesarios para participar en los procesos de toma de decisiones y  
516 crear sostenibilidad a largo plazo en las estrategias de restauración.

517

518 Redirigir los flujos financieros de las actividades que impulsan la deforestación a las que promueven  
519 la restauración, especialmente a través de la bioeconomía, puede reducir significativamente los costes  
520 de restauración y crear cadenas de valor sostenibles que apoyen los productos forestales de bajo  
521 impacto. El primer paso consiste en identificar las brechas y los retos en los distintos eslabones de la  
522 cadena de suministro y valor de la restauración en las diferentes regiones de la Amazonía. Al mismo  
523 tiempo, los programas nacionales deberían priorizar la implementación de vías de bioeconomía que  
524 aumenten el valor, reduzcan los costes y promuevan el flujo de productos forestales de forma  
525 sostenible (Garrett et al., 2023). Es importante que estos programas se basen en especies autóctonas,  
526 sigan salvaguardias ecológicas y sociales y cuenten con la participación de los agentes locales.

527

528 Mediante el fomento de la colaboración y la creación de condiciones propicias a través de una  
529 variedad de herramientas de política pública, los gobiernos pueden garantizar que los esfuerzos de  
530 restauración en toda la Amazonía sean escalables, resilientes y eficaces. Una hoja de ruta nacional  
531 para la restauración forestal, en consonancia con los compromisos internacionales, garantizaría  
532 además que todos los sectores colaboren para alcanzar los objetivos de restauración a largo plazo.

533

534

535

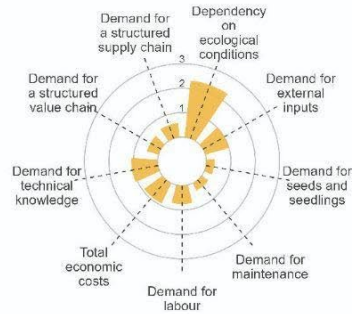
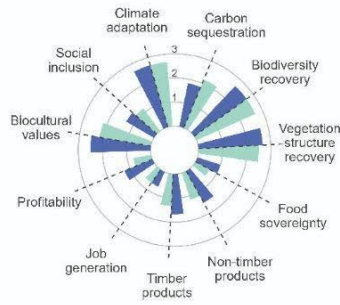
536

537

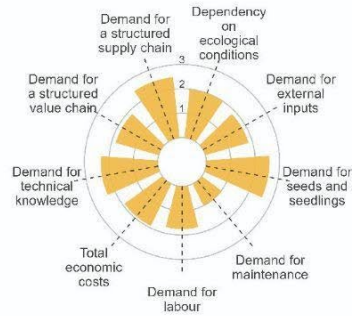
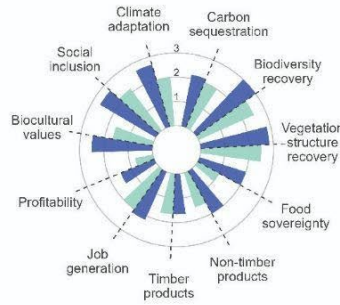
## Benefits

## Socio-ecological conditions required

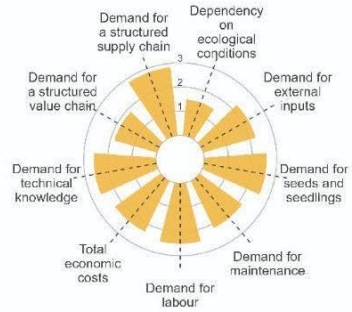
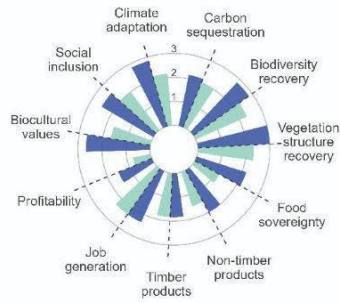
Natural regeneration



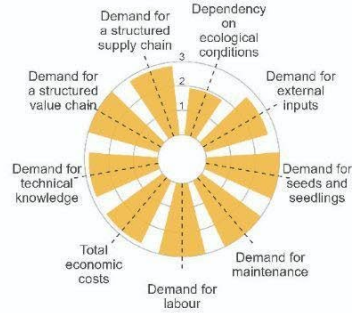
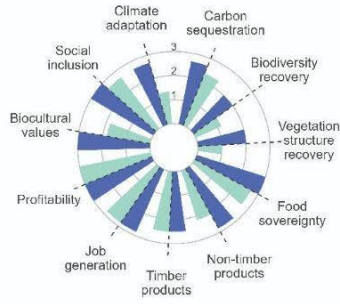
Direct seed addition



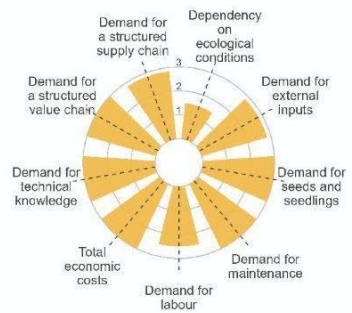
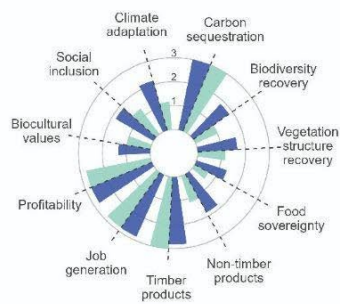
Seedling planting



Agroforestry systems



Mixed silviculture with native species



Complexity ■ complex ■ simple

539

540 **Figura 1.** Beneficios socioecológicos y condiciones favorables de cinco estrategias principales de  
541 restauración ecológica. Basándonos en la opinión de expertos, atribuimos valores de 0 a 3 (ninguno,  
542 bajo, intermedio y alto) a cada eje de los gráficos de radar. En la columna de la izquierda, los ejes de  
543 los gráficos de radar representan los beneficios potenciales de los métodos de restauración simples  
544 (pocas especies) y complejos (muchas especies) en términos de: Captura de carbono, Recuperación de  
545 la biodiversidad, Recuperación de la estructura de la vegetación, Soberanía alimentaria, Productos no  
546 madereros, Productos madereros, Generación de empleo, Rentabilidad, Valores bioculturales,  
547 Inclusión social y Adaptación climática. En la columna de la derecha, los ejes representan las  
548 condiciones socioecológicas requeridas para cada método de restauración en términos de:  
549 Dependencia de las condiciones ecológicas, Demanda de insumos externos (fertilizantes, maquinaria,  
550 etc.), Demanda de semillas y plántulas, Demanda de mantenimiento (tala, etc.), Demanda de mano de  
551 obra, Costes económicos totales, Demanda de conocimientos técnicos, Demanda de una cadena de  
552 suministro estructurada, Demanda de una cadena de valor estructurada.

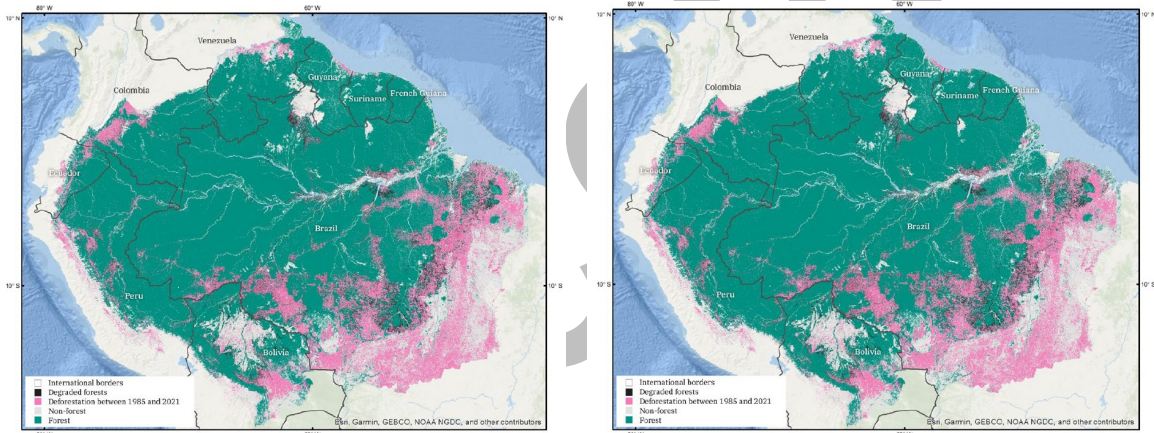
553

554

555

556

### MAPAS PROVISIONALES



557

558

559 **Figura 2. Bosques en pie, zonas no protegidas y potencial de regeneración natural.**

560 A la izquierda, mapa de los bosques primarios y secundarios en pie que deben conservarse dentro y  
561 fuera de los territorios protegidos públicamente. A la derecha, potencial de regeneración natural como  
562 estrategia de restauración en cuencas hidrográficas (nivel 3 de Otto).

563

564

565



566  
567  
568  
569  
570  
571  
572  
573  
574  
575  
576  
577  
578  
579  
580  
581  
582  
583  
584  
585  
586  
587  
588  
589  
590  
591  
592  
593  
594  
595  
596  
597  
598  
599  
600  
601  
602  
603  
604  
605  
606

## 5. Referencias

- Aliança pela Restauração na Amazônia, 2020. Panorama e Caminhos para a Restauração de Paisagens Florestais na Amazônia. Position paper: 16p. ISBN 978-65-00-12760-7
- Aliança pela Restauração na Amazônia, 2023. Recomendações para as Agências de Fomento para Investimentos em Pesquisas sobre Restauração Ecológica na Amazônia. Aliança: Belém, 6p. Disponível em: <https://aliancaamazonia.org.br/>
- Almeida-Maués, P. C., Bueno, A. S., Palmeirim, A. F., Peres, C. A., & Mendes-Oliveira, A. C. (2022). Assessing assemblage-wide mammal responses to different types of habitat modification in Amazonian forests. *Scientific reports*, 12(1), 1797.
- Barlow, J., Anderson, L., Berenguer, E., Brancalion, P., Carvalho, N., Ferreira, J., Garrett, R., Jakovac, C., Nascimento, N., Peña-Claros, M., Rodrigues, R., & Valentim, J. F. (2022). Policy Brief: Transforming the Amazon through ‘Arcs of Restoration.’ Science Panel for the Amazon, Sustainable Development Solutions Network (SDSN). <https://doi.org/10.55161/kjcs2175>
- Barlow, J., Sist, P., Almeida, R., Arantes, C., Berenguer, E., Caron, P., Cuesta, F., Rodrigues da Costa Doria, C., Ferreira, J., Flecker, A., Heilpern, S., Kalamandeen, M., Lees, A. C., Nascimento, N., Peña-Claros, M., Piponiot Laroche, C., Santos Pompeu, P., Souza, C., & Valentim, J. F. (2021). Chapter 28: Restoration options for the Amazon. Amazon Assessment Report 2021. Science Panel for the Amazon, Sustainable Development Solutions Network (SDSN). <https://doi.org/10.55161/ospd2912>
- Barlow, J., Sist, P., Almeida, R., Arantes, C., Berenguer, E., Caron, P., Cuesta, F., Rodrigues da Costa Doria, C., Ferreira, J., Flecker, A., Heilpern, S., Kalamandeen, M., Lees, A. C., Nascimento, N., Piponiot Laroche, C., Santos Pompeu, P., Souza, C., & Valentim, J. F. (2021). Chapter 29: Restoration priorities and benefits within landscapes and catchments and across the Amazon basin. Amazon Assessment Report 2021. Science Panel for the Amazon, Sustainable Development Solutions Network (SDSN). <https://doi.org/10.55161/ggir9016>
- Barlow, J., Gardner, T. A., Araújo, I. S., Ávila-Pires, T. C., Bonaldo, A. B., Costa, J. E., ... & Peres, C. A. (2007). Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(47), 18555-18560.
- Bello, C., Crowther, T. W., Ramos, D. L., Morán-López, T., Pizo, M. A., & Dent, D. H. (2024). Frugivores enhance potential carbon recovery in fragmented landscapes. *Nature Climate Change*, 1-8.
- Brancalion, P. H. S.; et al (2022). Ecosystem restoration job creation potential in Brazil. *People and Nature*, 4, 1426– 1434. <https://doi.org/10.1002/pan3.10370>
- Brienza Junior, S. & Yared, J. A. G. Silvicultura de espécies nativas para restauração socioprodutiva na Amazônia. *Revista Opiniões*, p. 68-70. 2024.
- Camara, G., Simoes, R., Ruivo, H. M., Andrade, P. R., Soterroni, A. C., Ramos, F. M., Ramos, R. G., Scarabello, M., Almeida, C., Sanches, I., Maurano, L., Coutinho, A., Esquerdo, J., Antunes, J., Venturieri, A., & Adami, M. (2023). Impact of land tenure on deforestation control and forest restoration in Brazilian Amazonia. *Environmental Research Letters*, 18(6), 065005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acd20a>



607 Chazdon, Robin L., Blaise Bodin, Manuel Guariguata, David Lamb, Bethanie Walder, Unna Chok-  
608 kalingam, Kenichi Shono. (2017). Partnering with nature: The case for natural regeneration in forest  
609 and landscape restoration. FERI Policy Brief. Montreal, Canada.

610

611 Chazdon, Robin L., Danielle Celentano, Patrick Durst, Mawa Karambiri, Joice Ferreira, Rowena  
612 Soriaga, Djibril Dayamba, Mariana Oliveira and Carlos A. de Mattos Scaramuzza. 2023. A status  
613 report on Assisted Natural Regeneration: What, why, who, where, and how? ANR Alliance, World  
614 Resources Institute, São Paulo, Brazil. ISBN: 978-85-61975-48-7.

615 Chiriboga-Arroyo, F., Jansen, M., Bardales-Lozano, R., Ismail, S. A., Thomas, E., García, M., ... &  
616 Kettle, C. J. (2021). Genetic threats to the Forest Giants of the Amazon: Habitat degradation effects  
617 on the socio-economically important Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*). *Plants, People, Planet*,  
618 3(2), 194-210.

619 Dirzo, R., Young, H. S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N. J., & Collen, B. (2014). Defaunation in  
620 the Anthropocene. *science*, 345(6195), 401-406.

621 Eloy, L., Ramos, R., Schmidt, M., y Ono, K., Steward, A., & Ferreira, J. (2021). 7.5. Manejo do fogo  
622 por povos indígenas e comunidades tradicionais no Brasil. Povos tradicionais e biodiversidade no  
623 Brasil: contribuições dos povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais para a  
624 biodiversidade, políticas e ameaças/Seção 7 (org. Laure Emperaire): Gerar, cuidar e manter a  
625 diversidade biológica, 7, 72-93.

626 Ferraz, I. D. K., Camargo, J. L. C., Mesquita, M. R., Eicher, I., Palacios, S., Barbosa, A. S., ... &  
627 Pereira, B. T. (2004). Guia de propágulos e plântulas da Amazônia. Manaus, Projeto Dinâmica  
628 Biológica de Fragmentos Florestais-INPA.

629 Fleuri, R. M. (2017). Aprender com os povos indígenas. *Revista de Educação Pública*, 26(62/1), 277-  
630 294.

631 Flores, B. M., Montoya, E., Sakschewski, B., Nascimento, N., Staal, A., Betts, R. A., ... & Hirota, M.  
632 (2024). Critical transitions in the Amazon forest system. *Nature*, 626(7999), 555-564.

633 Galetti M, Guevara R, Côrtes MC, Fadini R, Von Matter S, Leite AB, Labecca F, Ribeiro T, Carvalho  
634 CS, Collevatti RG, Pires MM, Guimarães PR Jr, Brancalion PH, Ribeiro MC, Jordano P. Functional  
635 extinction of birds drives rapid evolutionary changes in seed size. *Science*. 2013 May  
636 31;340(6136):1086-90. doi: 10.1126/science.1233774. Erratum in: *Science*. 2013 Dec  
637 13;342(6164):1316. PMID: 23723235.

638 Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., ... & Dixon, K. (2019).  
639 International principles and standards for the practice of ecological restoration. *Restoration ecology*,  
640 27(S1), S1-S46.

641 Gardner, C. J., Bicknell, J. E., Baldwin-Cantello, W., Struebig, M. J., & Davies, Z. G. (2019).  
642 Quantifying the impacts of defaunation on natural forest regeneration in a global meta-analysis.  
643 *Nature communications*, 10(1), 4590.

644 Garrett, R., Ferreira, J., Abramovay, R., Brandão, J., Brondizio, E., Euler, A., Pinedo, D., Porro, R.,  
645 Cabrera Rocha, E., Sampaio, O., Schmink, M., Torres, B., & Varese, M. (2023). Supporting socio-  
646 bioeconomies of healthy standing forests and flowing rivers in the Amazon. Science Panel for the

647 Amazon, United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.  
648 <https://doi.org/10.55161/gaxe5921>

649 Gibson, L., Lee, T. M., Koh, L. P., Brook, B. W., Gardner, T. A., Barlow, J., ... & Sodhi, N. S. (2011).  
650 Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature*, 478(7369), 378-381.

651 Holl, K. D., Luong, J. C., & Brancalion, P. H. (2022). Overcoming biotic homogenization in  
652 ecological restoration. *Trends in Ecology & Evolution*, 37(9), 777-788.

653 Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE – PRODES). Taxas de desmatamento - Amazônia Legal.  
654 Disponível em:  
655 <[http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal\\_amazon/rates](http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/rates)>. Accessed:  
656 10.10.23.

657 Ferraz, I.D.K.. (2004). Guia de propagulos & plântulas da Amazônia Local: Manaus, AM Editor:  
658 INPA/PDBFF. Paginação: 26.

659 Jakovac, C., Korys, K. A., Rodrigues, A. F., Ronix, A., Tubenclak, F., Monteiro, L. M., ... &  
660 Latawiec, A. E. (2024). Meta-analysis of carbon stocks and biodiversity outcomes across Brazilian  
661 restored biomes. *Science of the Total Environment*, 906, 167558.

662 Leite-Filho, A. T., Soares-Filho, B. S., Davis, J. L., Abrahão, G. M., & Börner, J. (2021).  
663 Deforestation reduces rainfall and agricultural revenues in the Brazilian Amazon. *Nature*  
664 *Communications*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22840-7>

665 Lennox, G. D., Gardner, T. A., Thomson, J. R., Ferreira, J., Berenguer, E., Lees, A. C., Mac Nally, R.,  
666 Aragão, L. E. O. C., Ferraz, S. F. B., Louzada, J., Moura, N. G., Oliveira, V. H. F., Pardini, R., Solar,  
667 R. R. C., Vaz-de Mello, F. Z., Vieira, I. C. G., & Barlow, J. (2018). Second rate or a second chance?  
668 Assessing biomass and biodiversity recovery in regenerating Amazonian forests. *Global Change*  
669 *Biology*, 24(12), 5680–5694. Portico. <https://doi.org/10.1111/gcb.14443>

670 Lupion, C. (2024, 13 de agosto). Pela 1ª vez, Brasil vai conceder floresta para restauração. DW.  
671 Disponível: <https://www.dw.com/pt-br/pela-1%C2%AA-vez-brasil-vai-conceder-floresta-para-restaura%C3%A7%C3%A3o/a-70212817>. Accessed: 09/20/2024.

673 Mapbiomas (2023). Colección 5.0 de mapas anuales de cobertura y uso del suelo en la Amazonía  
674 entre 1985 al 2022. Available: <https://amazonia.mapbiomas.org/>. Accessed: 24.06.24.

675 Meli, P., Holl, K. D., Rey Benayas, J. M., Jones, H. P., Jones, P. C., Montoya, D., & Moreno Mateos,  
676 D. (2017). A global review of past land use, climate, and active vs. passive restoration effects on  
677 forest recovery. *Plos one*, 12(2), e0171368.

678 McKay, J. K., Christian, C. E., Harrison, S., & Rice, K. J. (2005). “How Local Is Local?”—A Review  
679 of Practical and Conceptual Issues in the Genetics of Restoration. *Restoration Ecology*, 13(3), 432–  
680 440. Portico. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100x.2005.00058.x>.

681 Nascimento, N., Brancalion, P. H. S. (2024). Bioeconomia e Restauração Florestal na Amazônia. In:  
682 Marcovitch, J., & Val, A. (Eds.). (2024). Bioeconomia para quem? bases para um desenvolvimento  
683 sustentável na Amazônia. <https://doi.org/10.11606/9786589321453>

684 Nunes, S., Oliveira, L., Siqueira, J., Morton, D. C., & Souza, C. M. (2020). Unmasking secondary  
685 vegetation dynamics in the Brazilian Amazon. *Environmental Research Letters*, 15(3), 034057.

686 Padovezi, A., Adams, C., Chazdon, R. L., Mendonça, M. A., Secco, L., Campos-Filho, E. M.,  
687 Sampaio, A., Damasceno, E., Albuquerque, N., Santarem, F., Camargo, M. E., & Pinã-Rodrigues, F.  
688 (2024). Native seed collector networks in Brazil: Sowing social innovations for transformative  
689 change. *People and Nature*. Portico. <https://doi.org/10.1002/pan3.10692>

690 Pará (2023). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Plano de Recuperação da  
691 Vegetação Nativa do Estado do Pará (PRVN-PA). – Belém : SEMAS. 258 p.: il., color.

692 Poorter, L., Bongers, F., Aide, T. M., Almeyda Zambrano, A. M., Balvanera, P., Becknell, J. M.,  
693 Boukili, V., Brancalion, P. H. S., Broadbent, E. N., Chazdon, R. L., Craven, D., de Almeida-Cortez, J.  
694 S., Cabral, G. A. L., de Jong, B. H. J., Denslow, J. S., Dent, D. H., DeWalt, S. J., Dupuy, J. M.,  
695 Durán, S. M., ... Rozendaal, D. M. A. (2016). Biomass resilience of Neotropical secondary forests.  
696 *Nature*, 530(7589), 211–214. <https://doi.org/10.1038/nature16512>.

697 Poorter, L., Craven, D., Jakovac, C. C., Van Der Sande, M. T., Amissah, L., Bongers, F., ... &  
698 Hérault, B. (2021). Multidimensional tropical forest recovery. *Science*, 374(6573), 1370-1376.

699 Pereira, C. A., Tabarelli, M., Barros, M. F., & Vieira, I. C. G. (2023). Restoring fire-degraded social  
700 forests via biocultural approaches: a key strategy to safeguard the Amazon legacy. *Restoration*  
701 *Ecology*, 31(8), e13976.

702 REGENERA-Amazônia, 2023. Recomendações para o monitoramento da regeneração natural na  
703 amazônia. Manaus, 24p. Disponível em: <http://regeneraamaz.pdbff.org.br/publicacoes/> . DOI:  
704 10.5281/zenodo.8347140

705 Redário e Comitê Técnico de Sementes Florestais.(2023). Desafios e oportunidades para o  
706 desenvolvimento da cadeia produtiva de sementes nativas para a restauração de ecossistemas no  
707 Brasil. Nota Técnica. 18p.

708 Ribeiro, J. E. L. S., Hopkins, M. J. G., Vicentini, A., Sothers, C. A., Costa, M. A. S., Brito, J. M., Souza,  
709 M.A.D., Martins, L.H.,Lohmann, L. G.,Assunção, P.A., Pereira,E. C., Silva, C. F., Mesquita, M. R. &  
710 Procópio, L. C. 1999. Flora da Reserva Ducke. Guia de identificação das plantas vasculares de uma  
711 floresta de terra firme na Amazônia Central. INPA-DFID, Manaus, 800 p.

712 Rosenfield, M. F., Jakovac, C. C., Vieira, D. L. M., Poorter, L., Brancalion, P. H. S., Vieira, I. C. G.,  
713 de Almeida, D. R. A., Massoca, P., Schiatti, J., Albernaz, A. L. M., Ferreira, M. J., & Mesquita, R. C.  
714 G. (2022). Ecological integrity of tropical secondary forests: concepts and indicators. *Biological*  
715 *Reviews*, 98(2), 662–676. <https://doi.org/10.1111/brv.12924>

716 Sist, P., Peña-Claros, M., Baldiviezo Calles, J. P., Derroire, G., Kanashiro, M., Mendoza Ortega, K.,  
717 Pioniot, C., Roopsind, A., Veríssimo, A., Vidal, E., Wortel, V., & Putz, F. E. (2023). Forest  
718 management for timber production and forest landscape restoration in the Amazon: The way towards  
719 sustainability. Science Panel for the Amazon, United Nations Sustainable Development Solutions  
720 Network, New York, USA. <https://doi.org/10.55161/wxnq3205>

721 Schmidt, M. V. C., Ikpeng, Y. U., Kayabi, T., Sanches, R. A., Ono, K. Y., & Adams, C. (2021).  
722 Indigenous knowledge and forest succession management in the Brazilian Amazon: Contributions to  
723 reforestation of degraded areas. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4, 605925.

- 724 Smith, C. C., Barlow, J., Healey, J. R., de Sousa Miranda, L., Young, P. J., & Schwartz, N. B. (2023).  
725 Amazonian secondary forests are greatly reducing fragmentation and edge exposure in old-growth  
726 forests. *Environmental Research Letters*, 18(12), 124016. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad039e>
- 727 Schwartzman, S., & Zimmerman, B. (2005). Conservation alliances with indigenous peoples of the  
728 Amazon. *Conservation Biology*, 19(3), 721-727.
- 729 Urzedo, D. I. D., Piña-Rodrigues, F. C., Feltran-Barbieri, R., Junqueira, R. G., & Fisher, R. (2020).  
730 Seed networks for upscaling forest landscape restoration: Is it possible to expand native plant sources  
731 in Brazil?. *Forests*, 11(3), 259. <https://doi.org/10.3390/f11030259>
- 732 Vieira, I., Gardner, T., Ferreira, J., Lees, A., & Barlow, J. (2014). Challenges of Governing Second-  
733 Growth Forests: A Case Study from the Brazilian Amazonian State of Pará. *Forests*, 5(7), 1737–1752.  
734 <https://doi.org/10.3390/f5071737>.
- 735 Zahawi, R. A., Reid, J. L., & Holl, K. D. (2014). Hidden costs of passive restoration. *Restoration*  
736 *Ecology*, 22(3), 284-287.
- 737 Strassburg, B. B., Iribarrem, A., Beyer, H. L., Cordeiro, C. L., Crouzeilles, R., Jakovac, C. C., ... &  
738 Visconti, P. (2020). Global priority areas for ecosystem restoration. *Nature*, 586(7831), 724-729.