

Capítulo 30 En Resumen

La nueva bioeconomía en la Amazonía:
Oportunidades y desafíos para mantener
saludable a la floresta en pie y los ríos fluyendo



Mulheres indígenas sateré mawé abrem loja de artesanado (Foto: Alberto César Araújo/Amazônia Real)



THE AMAZON WE WANT
Science Panel for the Amazon

La nueva bioeconomía en la Amazonía: Oportunidades y desafíos para mantener saludable a la floresta en pie y los ríos fluyendo

Ricardo Abramovay^a, Joice Ferreira^b, Francisco de Assis Costa^c, Marco Ehrlich^d, Ana Margarida Castro Euler^e, Carlos Eduardo F. Young^f, David Kaimowitz^g, Paulo Moutinho^b, Ismael Nobreⁱ, Herve Rogez^e, Eduardo Roxo^j, Tatiana Schor^k, Luciana Villanova^l

Mensajes claves y recomendaciones

- 1) La Amazonía está lejos de la frontera científica y tecnológica de la nueva bioeconomía contemporánea. El uso sostenible de su sociobiodiversidad es el principal camino para que siga otorgando servicios ecosistémicos esenciales para la vida en el planeta. Al mismo tiempo, esto ofrece oportunidades para mejorar las condiciones de vida rural, urbana y de los habitantes de la selva actualmente caracterizadas por la pobreza, desigualdad y amenazas a los derechos de los ciudadanos.
- 2) Hacer de la sociobiodiversidad forestal el epicentro del desarrollo económico sostenible requiere reconocer la importancia del conocimiento acumulado por los pueblos de los bosques durante milenios, así como también valorar las actuales prácticas regenerativas de creciente importancia en la región.
- 3) La nueva bioeconomía es más que un sector económico, sintetiza un conjunto de valores ético-normativos sobre la relación que existe entre sociedad, naturaleza y sus consecuencias. La nueva bioeconomía puede orientar la vida social hacia el uso regenerativo de los recursos bióticos, abióticos y energéticos de los que todos dependemos. Ofrece inmensas oportunidades para combatir la pobreza y la desigualdad mediante el uso sostenible de la biodiversidad forestal, no sólo en las zonas rurales, sino también en las ciudades.
- 4) La base social y económica para el uso sostenible de los bosques en pie y de los ríos que fluyen es amplia y diversa. Incluye las actividades tradicionales de los pueblos con el bosque, la agricultura familiar que se caracteriza por los usos de la tierra con una rica biodiversidad, y los productos agrícolas centrados en la producción de granos y carne - que comienza a enfrentarse al desafío de contribuir también al objetivo de mantener los bosques en pie y los ríos fluyendo.
- 5) La creciente atención mundial sobre la devastación de los bosques ha movilizado diversas fuerzas sociales y políticas en la Amazonía, en busca de alternativas a las formas depredadoras de desarrollo. En este contexto destacan los acuerdos internacionales, como el Pacto de Leticia, además de las acciones de los gobiernos subnacionales, las coaliciones de organizaciones de la sociedad civil, empresas científicas y representantes de los pueblos del bosque para favorecer la transición hacia una economía del conocimiento de la naturaleza.
- 6) Una de las premisas más importantes para el surgimiento de una nueva bioeconomía es el cambio en el diseño y la ejecución de los proyectos de infraestructuras previstos. Satisfacer las necesidades básicas de la población, como conexiones de alta calidad, ágiles servicios de transporte e información robusta para mejorar la comercialización de los productos, son objetivos básicos a los

^a Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, R. da Reitoria 374, Cidade Universitária, Butantã, São Paulo SP 05508-220, Brasil, abramov@usp.br

^b Embrapa Amazonia Oriental, Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/nº, Bairro Marco, 66095-903 Belém PA, Brasil, joice.ferreira@embrapa.br

^c Universidad Federal de Pará, R. Augusto Corrêa 01, Guamá, Belém PA 66075-110, Brasil

^d Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), Avenida Vásquez Cobo Entre Calles 15 Y 16, Leticia, Colombia

^e Embrapa Amapá, Rodovia Juscelino Kubitschek, Km 5, nº 2600, Universidade, Macapá AP 68903-419, Brasil

^f Instituto de Economía, Universidad Federal de Río de Janeiro, Av. Pasteur 250, Urca, Rio de Janeiro RJ 21941-901, Brasil

^g Climate and Land Use Alliance, 235 Montgomery Street, 13th Floor, San Francisco CA 94104, EE. UU.

^h Instituto de Investigación Ambiental de la Amazonía (IPAM), Av. Nazaré 669, Centro, Belém PA 66040-145, Brasil

ⁱ Amazônia 4.0, Parque Tecnológico UNIVAP, Avenida Shishima Hifumi 2911, Sala 401, São José dos Campos SP 12244-390, Brasil

^j ATINA - Ativos Naturais Ltda, Rua Américo Brasiliense 615, sala 01, Chácara St. Antonio, São Paulo SP 04715-003, Brasil

^k Universidad Federal de Amazonas, Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos 1200, Coroado I, Manaus AM 69067-005, Brasil

^l Natura, Av. Alexandre Colares 1188, Vila Jaguara, São Paulo SP 05106-000, Brasil

que, en la mayoría de los casos, no responden las infraestructuras actuales.

- 7) La Amazonía cuenta con respetadas organizaciones de enseñanza e investigación de ciencia y tecnología. Con las inversiones institucionales y la colaboración internacional adecuadas, puede surgir una nueva bioeconomía para mantener los bosques naturales y ríos fluyendo.

Resumen Este capítulo destaca la paradoja entre la extraordinaria sociobiodiversidad de la Amazonía y el distanciamiento que hay con la frontera científica, tecnológica y de mercado de la bioeconomía contemporánea. Analiza las actuales estructuras socioeconómicas disponibles en la región, así como también los retos y vías de transición hacia una nueva bioeconomía socialmente justa y sostenible.

Introducción El punto de partida para estimular una economía de la sociobiodiversidad en la Amazonía que sea dinámica, fuerte y diversa, es el reconocimiento de que la región ha sido ocupada por personas que utilizaron y gestionaron de forma sostenible su gigantesca riqueza durante miles de años (véanse los capítulos 8 a 13). En la actualidad, este inmenso potencial está infrautilizado¹ y se está destruyendo sistemáticamente (véanse los capítulos 14 a 21). Además, la política y las infraestructuras imperantes pretenden convertir a la Amazonía en un proveedor de energía, minerales y producción agrícola, beneficiando sobre todo a quienes viven lejos de la Amazonía²⁻⁴.

La situación actual, caracterizada por la destrucción del medio ambiente, la violencia contra los pueblos Indígenas y las comunidades locales (IPLC en inglés) y la criminalidad generalizada, ponen de manifiesto la urgente necesidad de cambiar los incentivos políticos y económicos. En su lugar, los incentivos deben elevar el nivel de desarrollo humano, ampliar el uso de la biodiversidad de forma sostenible, invertir en infraestructuras que satisfagan las necesidades de la población y difundir el conocimiento científico y tecnológico para que la economía de la sociobiodiversidad se convierta en el epicentro del desarrollo

de la región. También, es urgente reprimir la invasión de tierras públicas y de territorios de los IPLC para la minería ilegal y la explotación de la madera.

Aprovechar el potencial de los bosques tropicales sin destruirlos, convertir su regeneración en un motor de crecimiento económico, combinar el conocimiento científico con los sistemas de conocimiento de los habitantes de los bosques, y transformar la producción y comercialización de productos agrícolas de forma que se fortalezcan los entornos forestales son algunos de los retos más importantes a los que se enfrenta una nueva bioeconomía.

Un tremendo potencial sin explotar El extraordinario y único germoplasma de la Amazonía está muy poco explorado⁵ a pesar de los esfuerzos de los herbarios, institutos de investigación y museos etnobotánicos de la región. En la actualidad, la mayor parte de la literatura sobre la bioeconomía procede de países templados, que tienen entornos mucho menos complejos y diversos que los tropicales. Este vacío en la literatura es indicativo de lo distantes que están la ciencia y la tecnología de vanguardia de los bosques tropicales. La mayor oportunidad de América Latina para afirmarse y ganar importancia económica internacional es a través del uso sostenible de sus recursos naturales y la aplicación sistemática de la ciencia y la tecnología a la exploración, procesamiento, descubrimientos farmacéuticos⁶ y una plétora de nuevos productos, incluyendo alimentos, productos farmacéuticos, cosméticos, compuestos químicos, nuevos materiales, nuevas moléculas, colorantes, odorantes, sabores, resinas, productos genéticos y derivados de la bioingeniería y la biomimética, los cuales deben ser utilizados de manera sostenible y con valor agregado.

La diversidad, característica clave para la nueva bioeconomía en la Amazonía La diversidad es la característica más importante para la actual economía de la sociobiodiversidad en la Amazonía. Según Concertação para a Amazônia (2021)⁷ ("Acuerdo sobre la Amazonía"), la actual bioeconomía amazónica puede clasificarse en tres tipos:

1. Bioeconomía tradicional: Se basa en la biodiversidad de los ecosistemas nativos. Su producción apenas alcanza grandes volúmenes. Dada la riqueza de la biodiversidad en la que se basan estas actividades y una vez que se realicen las inversiones y arreglos adecuados, pueden ganar importancia para los sectores farmacológicos, cosméticos y de biotecnología de punta.

2. Bioeconomía de gestión forestal: Este tipo de bioeconomía es adecuado para las regiones en las que los bosques están alterados o degradados. En este caso, los sistemas de producción pueden ser diversos, incluidos los sistemas agroforestales (SAF) y los sistemas integrados de sistemas de cultivo-ganado-bosque (ICLF, por sus siglas en inglés). Las áreas prioritarias para la restauración deben ser evaluadas para la recuperación de los servicios ecosistémicos pertinentes, como el agua y la polinización de los cultivos.

3. Bioeconomía de productos agrícolas: Grandes áreas de la Amazonía, especialmente a lo largo del "arco de deforestación", se dedican a la producción agrícola, y sus operaciones generan altos impactos sociales y ambientales. Estas áreas necesitan compatibilizar sus altos rendimientos con la protección y el fortalecimiento de la biodiversidad, mediante la conservación de las áreas forestales dentro de las propiedades agrícolas, la reducción del uso de insumos químicos y las prácticas integradas.

La limitada economía actual de la sociobiodiversidad forestal La región amazónica está marcada no solamente por las limitaciones técnicas, sino también por la ausencia casi total de procesamiento industrial, así como también por los obstáculos sanitarios que bloquean sus exportaciones⁸. Otro reto es la dependencia que tienen los habitantes de los bosques de mercados incompletos e imperfectos, caracterizados por un fuerte clientelismo y desequilibrio de poder. Por ejemplo, el *aviamento* (sistema en el que los trabajadores acumulan deudas con la empresa por los bienes básicos de subsistencia, lo que a menudo conduce a la esclavitud)^{9,10} y el *regatão* (sistema de comercio que transporta los bienes de las ciudades al campo, y viceversa)¹¹, son legados

históricos que persisten, comprometen el marco social e impiden el desarrollo de una bioeconomía fuerte y competitiva. En Bolivia, las formas degradantes de explotación laboral han sido marcadas por la comercialización de nueces, incluyendo el *habilito* (cuando el pago anticipado por el trabajo promueve un sistema cíclico de endeudamiento de los trabajadores) y el *enganche* (un tipo de esclavitud por deuda)¹².

Los desequilibrios de poder en la estructura del mercado son un obstáculo para innumerables cooperativas y asociaciones de la Amazonía, que no logran "identificar las oportunidades de comercialización que representan los productos agrícolas y extractivos diferenciados que producen"¹³. Al mismo tiempo, las empresas y los productores desaprovechan el potencial que tienen los nuevos productos amazónicos. Los intermediarios en el centro de la cadena de valor no apoyan la innovación de los productores, no comercializan los nuevos productos y desalientan los mercados competitivos. Esto fomenta una estructura de mercado que desfavorece la calidad, la regularidad de la oferta, la transparencia de la información de mercado y la innovación, pero que sí promueve el *statu quo*, facilitando la evasión fiscal.

Madera En el Arco de Deforestación de la Amazonía brasileña, la capacidad de extracción de madera se ha agotado por parte del sector forestal, lo que hace que los productores busquen nuevas áreas para cosechar¹⁴. Además, el procesamiento de la madera es ineficiente, ya que sólo se procesa el 41% de lo que se extrae. De este total procesado, el 72% corresponde a madera aserrada, que tiene poco valor agregado¹⁵.

La corrupción y las prácticas depredadoras quizá no sean una sorpresa, dados los altos niveles de ilegalidad que dominan el sector maderero. La producción legal y sostenible de madera apenas puede competir con lo que algunos llaman "minería forestal"¹⁶. Los complejos procedimientos para obtener autorizaciones legales de tala, combinados con la falta de claridad en los derechos sobre la tierra¹⁷, desalientan

tan los proyectos sostenibles a largo plazo. La sobreexplotación de unas pocas docenas de especies con alto valor comercial¹⁸ y las actuales normas de gestión impiden que se recuperen las maderas existentes, lo que pasa a ser una oportunidad perdida para el sector maderero¹⁹. En su lugar, es necesario fomentar el uso equilibrado de los cientos de especies madereras de la Amazonía, con el apoyo de la inversión e innovación en el procesamiento y el valor añadido de las especies alternativas. Es necesario canalizar los recursos hacia la modernización de los equipos, los ingresos y procesos productivos, la comercialización de nuevas especies y productos y la domesticación de especies nativas para la restauración de los bosques.

Es necesario reevaluar las políticas forestales y controlar la ilegalidad, ya que el sector maderero podría proporcionar ingresos y empleos decentes a una escala considerable. En Bolivia, por ejemplo, 16 tierras comunales de origen y 10 tierras comunitarias Indígenas contaban con 111 planes de manejo aprobados en 2013, que abarcan casi 1,8 millones de hectáreas y una tala anual permitida de más de 800.000 m³. Aproximadamente, el 35% de la tala anual permitida se extrae todos los años, generando unos 7,5 millones de dólares en ingresos brutos y beneficiando a unos 6.000 hogares Indígenas^{20,21}. En las concesiones forestales de la Amazonía brasileña, en las unidades de conservación específicamente designadas para la gestión forestal sostenible, existe un potencial de extracción anual de entre dos y siete millones de m³ de madera²².

Existe una oportunidad adicional basada en la belleza y diversidad de las maderas duras de los bosques amazónicos. Dado que se prevé que la demanda de productos de madera tropical aumente en las próximas décadas²³, es deseable invertir en sistemas de enriquecimiento forestal y de sistemas agroforestales (SAF) a gran escala para producir maderas duras de alta calidad en un plazo relativamente corto, que puedan desarrollarse de forma sostenible en tierras ya deforestadas o degradadas²⁴. Esto combinaría la producción de madera rentable y sostenible con la restauración ecológica, la reducción de la fragmentación de los bosques y la

recuperación de los servicios ecosistémicos; además de mantener la biodiversidad forestal y el potencial ecoturístico.

Productos forestales no madereros (PFNM) En la Amazonía están muy extendidas las prácticas tradicionales que combinan sistemas agrícolas con la gestión extractiva. La investigación agronómica revela que los sistemas agrícolas son tan importantes como los cultivos para el potencial rendimiento, y la combinación de métodos científicos y tradicionales es especialmente relevante. Incluso cuando hay especies con mayor aceptación y valor de mercado, el sistema solamente funciona cuando se apoya en una inmensa variedad de plantas.

En Brasil destaca el açai (*Euterpe oleracea*). Su valor de producción aumentó de 220,3 millones de BRL a 539,8 millones entre 2010 y 2016²⁵. Fuera de las áreas protegidas en Bolivia y en Brasil, la recolección de açai aumentó los ingresos de miles de familias, con importantes efectos multiplicadores en los asentamientos urbanos¹⁰. Es competitivo cuando se compara con el ganado²⁶. Una fracción importante del producto procede de zonas dotadas de una rica biodiversidad, inspirada en las prácticas de los pueblos Indígenas y comunidades locales^{10,27,28}, formando un mosaico de paisajes agrícolas, forestales y acuícolas de alto valor²⁹. Sin embargo, se necesita una política industrial orientada al financiamiento a largo plazo de tecnologías innovadoras, para apro-



Figura 30.1 Açai. Foto: Embrapa/Ronaldo Rosa.

vechar todo el potencial de producción del açai (y de otros productos), así como también realizar una investigación para abordar los retos sanitarios (por ejemplo, la transmisión de la enfermedad de Chagas). El fortalecimiento de la sociobiodiversidad también debe surgir en el ámbito de una bioeconomía circular.

Un reto importante para el éxito económico del açai es la producción de residuos. Sólo en Belém (Brasil) se producen 16 mil toneladas de residuos al día. Una posible solución es la producción de "ecopaneles" (similares a los paneles de yeso o los tableros de partículas) a partir de la madera de la fruta del açai, proyecto apoyado por IDESAM (2021)³⁰ que ilustra el potencial de la economía circular³¹.

También se han desarrollado importantes iniciativas para aumentar la producción de guaraná, involucrando a las comunidades Indígenas³² y reduciendo la asimetría de la información³³. El mercado de los aceites vegetales derivados de las especies forestales (por ejemplo, *andiroba*, *ucuúba*, *cumarú*) también está en auge. Aunque los datos oficiales aún no cubren totalmente estos productos, que desempeñan un papel importante en la diversificación de los productos forestales y las fuentes de ingresos, se estima que 45.751 familias están desarrolladas, generando unos 50 millones de BRL en ventas por materias primas³⁴. Sin embargo, suele tratarse de esquemas de producción técnicamente inadecuados,



Figura 30.2 Guaraná. Foto: Embrapa/Ronaldo Rosa.

con escaso valor añadido³⁵ y cuya capacidad de generar ingresos se ve comprometida por la estructura de mercado en la que operan.

En el caso de la nuez de Brasil, las cadenas de valor mueven alrededor de 450 millones de dólares a nivel global e involucran a miles de familias, organizadas en varias pequeñas empresas comunales³⁶. Brasil ha ido perdiendo terreno en el comercio internacional debido a la falta de cumplimiento de las regulaciones tecnológicas y sanitarias básicas (las nueces de Brasil producidas para la exportación a la Unión Europea deben cumplir requisitos específicos, debido a la potencial presencia de aflatoxina) que son difíciles de cumplir para la mayoría de los productores dada a su producción informal y de pequeña escala³⁷. La consecuencia es que Brasil, a diferencia de Bolivia y Perú, no puede aprovechar todo su potencial de ingresos³⁷.



Figura 30.3 Nueces de Brasil y plántulas en el fondo Foto: Embrapa / Ronaldo Rosa.

La extracción de caucho natural en la Amazonía revela un fuerte declive, con una caída de la producción a más de la mitad entre 2010 y 2016, y una reducción aún mayor del valor de la producción²².

Los productos forestales no madereros son extraídos y comercializados por cientos de productores individuales, redes familiares, pequeñas asociaciones y cooperativas^{13,38}. Estas organizaciones locales suelen tener problemas administrativos y operativos (por ejemplo, para negociar contratos de venta,

exportación o para cumplir las normas sanitarias), así como falta de acceso a infraestructuras de transporte, almacenamiento y procesamiento. Estas organizaciones son informales, no mantienen registros operativos o contables y dependen de mercados incompletos e imperfectos^{38,39}. De las 374 empresas comunales analizadas por Conexsus (2020)¹³, solamente el 20% procesa sus propios productos o añade valor a estos. Estas iniciativas no tienen acceso a mecanismos de financiamiento y tienen dificultades para invertir en infraestructura y capacidad de trabajo.

Pesca y piscicultura La pesca tiene un gran impacto en la seguridad alimentaria y en las economías locales y regionales de la Amazonía. Además de proporcionar alimentos, la pesca tiene fines comerciales, deportivos y ornamentales. En el estado de Amazonas (Brasil), las áreas de gestión del pirarucú (*Arapaima gigas*) generaron unos ingresos brutos de 8 millones de BRL por los permisos de pesca, con unos ingresos netos de 2.000 BRL por familia⁴⁰. Este valor es especialmente significativo si se tiene en cuenta que la media de los ingresos mensuales per cápita de las personas pobres y extremadamente pobres de estas zonas es inferior a 140 y 70 BRL, respectivamente.

Una de las principales amenazas en la región es la pesca depredadora y los elevados niveles de capturas accidentales. Los pescadores descartan toneladas de peces no deseados o no buscados para que los de alto valor puedan caber en el barco. La escasa participación de las comunidades pesqueras en los procesos de gestión y gobernanza es también un grave problema, que acaba estimulando las prácticas depredadoras, reduciendo las poblaciones de peces y agudizando los conflictos territoriales entre los pescadores. En este sentido, son importantes los acuerdos pesqueros comunales para el uso común o la gestión compartida de determinados lagos (véase el capítulo 15). La contaminación por metales pesados derivada de la minería ilegal es también una tendencia alarmante (véase el capítulo 21).

Al igual que ocurre con las cadenas de valor terrestres, la falta de infraestructuras limita el crecimi-

ento económico de la pesca. La falta de acceso a energía fiable somete a los pescadores a los caprichos de los agentes locales que poseen fábricas de hielo. La escasez de instalaciones de almacenamiento y procesamiento obliga a los pescadores que viven lejos de los centros de consumo a vender a precios extremadamente bajos a intermediarios con medios de transporte. Esto se ve agravado por la frágil organización social de los pescadores, que dificulta la lucha por un comercio más justo. Por otro lado, la escasez de asistencia técnica y de acceso al crédito es también un reto⁴¹.

La piscicultura ha crecido en los últimos años. Por ejemplo, aumentó de 722.560 a 758.006 toneladas en Brasil entre 2018 y 2019. Sin embargo, este sector aún es emergente y solo el 4% del pescado exportado desde Brasil es de piscifactoría⁴². Existen importantes cuellos de botella que impiden la producción a nivel de pequeños productores. Los problemas incluyen deficientes niveles de tecnología en toda la cadena de producción, baja efectividad en la producción de piensos, malos procesos de gestión empresarial, falta de colectivos, asociaciones y financiamiento para la investigación de métodos de producción eficaces⁴³. Algunas medidas podrían aumentar el potencial de la piscicultura amazónica. Por ejemplo, centrándose en especies con alto valor nutricional; buscando formas de reducir los costos de transporte; promoviendo la integración y las asociaciones entre piscicultores; mejorando las condiciones de cría, capacidad de procesamiento, transporte y comercialización; mejorando la calidad del producto; mejorando la gestión del agua e impulsando el desarrollo de los procesos de certificación⁴³. Los residuos de la transformación del pescado pueden utilizarse para producir biogás, biojoyas, piensos y alimentos para el consumo humano, lo que puede reducir el impacto ambiental y constituirse como una fuente adicional de ingresos⁴¹.

Sinergias entre la bioeconomía y la restauración forestal La restauración no sólo restablece las funciones ecológicas del bosque, como el carbono y la biodiversidad⁴⁴, sino que también amplía la oferta de productos forestales madereros y no madereros



Figura 30.4 Sistema agroforestal con banano, cupuaçu, taperebá, açai, ingá, mogno, andiroba y paricá Foto: Embrapa / Ronaldo Rosa.

(véanse los capítulos 28 y 29). Entonces, estos paisajes crean nuevas oportunidades de cadenas de suministro diversificadas, apoyan la innovación, crean ingresos y puestos de trabajo en última instancia y mejoran el bienestar de la población local. Independientemente de la estrategia de restauración que se trate, a menudo se crean oportunidades de negocio a lo largo de la cadena de suministro de la restauración, lo que implica la recogida de semillas (por ejemplo, la Red de Semillas de Xingu), producción de plántulas, gestión de plantaciones y la recolección de productos forestales⁴⁵.

La agrosilvicultura se considera a menudo como la estrategia de restauración más prometedora para las familias de agricultores que viven en la Amazonía, debido a su potencial para conciliar los objetivos socioeconómicos de conservación⁴⁶. Más allá de la comercialización de los productos, la restauración mediante sistemas agroforestales es importante para el bienestar de las familias rurales, ya que

proporciona seguridad alimentaria a través del cultivo de una amplia variedad de productos de alto valor, y una serie de otros beneficios como la mitigación de los climas y la mejora en la calidad del agua y del suelo (véanse los capítulos 28 y 29). Entre los ejemplos emblemáticos liderados por los agricultores de la Amazonía brasileña se encuentran la cooperativa CAMTA en Pará⁴⁷ y el programa RECA en Rondônia.

Árboles frutales, Aunque la agrosilvicultura suele incluir una variedad de especies vegetales, la motivación para adoptar sistemas suele basarse en unas pocas especies individuales que pueden garantizar la rentabilidad. El açai es especialmente adecuado para la restauración de zonas ribereñas sujetas a inundaciones, y tiene la ventaja de su fácil propagación y alta disponibilidad de semillas. La demanda de la especie puede aumentar no sólo por la creciente economía de la producción de celulosa, sino

por los productos industriales de mayor valor añadido. Otra especie nativa clave para la agroforestería es el cacao, debido a sus precios de mercado favorables y a su alta demanda en el mercado nacional e internacional.

Madera A pesar de su gran potencial para mejorar vastas áreas de pastos degradados, los sistemas silvopastoriles dependen principalmente de especies exóticas, como Eucaliptus spp. o Teca (*Tectona grandis*). Esto se debe en parte por el limitado acceso al mercado de la madera plantada, a la escasez de conocimientos sobre la silvicultura de las especies autóctonas y a la falta de apoyo financiero para los cultivos arbóreos que implican plazos más largos y, por lo tanto, un mayor riesgo financiero. Dada la preferencia de los consumidores por productos más sostenibles⁴⁸, el cultivo de especies madereras autóctonas en zonas de restauración puede impulsar el mercado de la madera. El fomento de la investigación y la innovación es crucial en este sector, que sigue dominado por prácticas poco especializadas.

Las actividades agroindustriales para producir fibropaneles de densidad media (MDF) son prometedoras. Actualmente, la especie *Shizolobium amazonicum* (Paricá), que se da naturalmente en Brasil, Perú y Colombia es la única especie nativa con capacidad para sustituir a las exóticas Eucaliptus y Pinus. El Paricá es de rápido crecimiento y produce mayores rendimientos en relación con el Eucaliptus cultivado en ciclos de cuatro a siete años⁴⁹. Las plantaciones de caoba (*Swietenia macrophylla*) también presentan altas tasas de crecimiento y valor comercial⁴⁸. Es necesario realizar esfuerzos para identificar una diversidad de especies autóctonas de crecimiento rápido, así como también para mejorar la eficiencia del procesamiento de la madera y la maquinaria relacionada. Paragominas (Brasil), tristemente célebre por ser la fuente de madera ilegal más grande de la Amazonía, se ha transformado en un buen ejemplo de innovación en mercados más especializados para la madera plantada.

Otros productos Los sistemas de restauración pueden proporcionar Productos Forestales No Maderables

(PFNMs) versificados, como caucho, goma, cera, fibras, aromáticos y medicinas que pueden abastecer a diferentes sectores.

En la Amazonía están surgiendo fondos vinculados a las actividades de restauración, y Belterra y Conexsus están movilizando una amplia red de asociaciones, cooperativas, pequeñas y medianas empresas para aumentar el acceso a la financiación y a los mercados de bioproductos sostenibles. Esto debería complementar las políticas públicas, como también los créditos para la restauración y los programas institucionales para la compra de productos a los agricultores familiares que se dedican a la restauración. El Programa de Adquisición de Alimentos y el Programa Nacional de Comidas Escolares de Brasil son buenos ejemplos de iniciativas que obtienen sus productos socioambientales a pequeños agricultores⁵⁰ y que podrían ampliarse.

Turismo La belleza natural, biodiversidad (por ejemplo, la observación de aves), la diversidad cultural y los hitos históricos impulsan el aumento del turismo⁵¹, lo que sitúa a la Amazonía en una posición privilegiada. Existen oportunidades para desarrollar rutas que integren la Amazonía con los Andes, posiblemente conectando los caminos del Inca y el Macizo Guayanés, aprovechando las rutas fluviales de toda la región⁵².

Sin embargo, el potencial de la Amazonía sigue siendo limitado en todos los países de la región. En 2016, alrededor de 16,8 millones de personas visitaron los parques brasileños (nacionales y estatales), generando entre 1.000 y 2.000 millones de dólares, creando así miles de puestos de trabajo⁵³, aunque menos del 5% de esas visitas fueron en la Amazonía⁵⁴. Un resultado similar se encontró para la región colombiana. La inseguridad, la falta de transporte y de infraestructura son algunos de los retos que se deben superar para fortalecer el sector turístico en la región.

Siguiendo los principios de la Organización Mundial del Turismo (OIT) y basándose en las experiencias de la Amazonía ecuatoriana, Arroyo y De Marchi (2017)⁵⁵ identificaron los criterios clave que deben

respetarse en el desarrollo del turismo, especialmente los esquemas en los que se basan la comunidad: (i) la autodeterminación en la implementación y ejecución de la actividad; (ii) la pluralidad, que refleja a todos los actores involucrados en el trabajo turístico; (iii) la participación, que permite visualizar las relaciones horizontales en la práctica de la actividad turística; (iv) el alcance en el que se refleja la articulación con otras esferas económicas; (v) la transparencia, que constituye el manejo honesto y ético de los recursos disponibles para la actividad turística; y (vi) la progresividad y planificación. También es importante desarrollar una política turística para la Amazonía que respete los sistemas de conocimiento, culturas, religiones y las tradiciones locales que garantizan la conservación de la socio-biodiversidad.

Pago por Servicios Ambientales (PSA) Existen innumerables experiencias de Pago por Servicios Ambientales en la Amazonía relacionadas con la protección de los recursos hídricos⁵⁶⁻⁵⁸ y de la biodiversidad⁵⁹. Castro et al. (2018)⁶⁰ estiman que las iniciativas de PSA en Brasil destinadas a la conservación de los bosques en los estados de Acre (Certificado de Unidades de Producción Familiar) y Amazonas (Subsidio Forestal) beneficiaron a más de 44.000 personas entre 2009 y 2015 y asignaron más de 40 millones de BRL. Otras iniciativas implican la compensación de las reducciones de gases de efecto invernadero por prevenir la deforestación, conocida como REDD+ es un marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en donde REDD significa “Reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques” y el símbolo + implica la gestión sostenible, la conservación y el aumento de las reservas forestales de carbono”.

Se han puesto en marcha varias iniciativas de REDD+ en los trópicos, incluida la Amazonía^{61,62}. Aunque las iniciativas de REDD+ muestran resultados prometedores^{61,63}, siguen enfrentándose a varios problemas, como las fugas de capital, la distribución desigual de los beneficios⁶⁴⁻⁶⁶ y la doble contabilidad. Para resolverlos, REDD+ está avan-

zando hacia modalidades jurisdiccionales e involucrando a entidades gubernamentales subnacionales^{63,67-69}. En respuesta, se están multiplicando las iniciativas independientes para acreditar, informar y supervisar las actividades subnacionales de REDD+.

Por parte del PSA, es necesario garantizar que los proyectos de conservación de los bosques generen créditos de carbono que puedan participar en el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea (EU ETS), donde es obligatorio cobrar por los excedentes de emisiones. Por el lado de la oferta, es necesario avanzar en lograr los medios para salvaguardas socioambientales^{70,71}, crear procedimientos para la distribución equitativa de los beneficios⁷² y garantizar que los efectos positivos de estas iniciativas sean lo más amplios, efectivos y duraderos posibles⁷³.

La plena implementación del PSA o su variante REDD+ dependerá del avance de las políticas públicas. La ley 14.119 (13/1/2021) promulgada por el Congreso brasileño creó la Política Nacional de Pagos por Servicios Ambientales, sentando las bases para que las instituciones del tercer sector, empresas e individuos sean compensadas por las actividades de conservación.

Una transición emergente La transición hacia una nueva bioeconomía no es exclusiva ni fundamentalmente tecnológica, aunque la ciencia y la tecnología tienen un papel crucial. Además, implica infraestructuras, nuevos mercados, cambios en las preferencias sociales y la importante relación entre la ciencia y los conocimientos tradicionales. También, implica cambios culturales, una visión compartida de la sociobiodiversidad de los bosques en los procesos educativos y la necesidad de incluir los conocimientos tradicionales sobre el medio ambiente en los planes de estudio en todos los niveles.

Esta transición ya está en marcha. Paradójicamente, se ha acelerado con el reciente aumento de la deforestación, incendios, invasiones de territorios Indígenas y de áreas públicas, y los nefastos impactos del COVID-19 en la región. Estos acontecimientos

socavan la legitimidad social de los modelos actuales sobre el uso de los recursos, abriendo oportunidades para la creación y expansión de modelos no convencionales e iniciativas de múltiples partes interesadas, como el "Acuerdo sobre la Amazonía", compuesto por ONGs, ejecutivos de empresas, científicos y pueblos Indígenas. El panorama social de la Amazonía ya ha cambiado significativamente. Destacadas organizaciones de activistas se centran en el fortalecimiento del espíritu empresarial para el uso sostenible de los bosques mediante la búsqueda de socios comerciales, la valoración de nichos de productos dentro de las áreas protegidas y los esfuerzos por encontrar soluciones para ampliar y mejorar las condiciones de mercado de innumerables productos pertenecientes a la sociobiodiversidad.

El surgimiento de una nueva bioeconomía para mantener los bosques naturales y de los ríos fluyendo no puede limitarse a los productos analizados anteriormente, ni siquiera a la inmensa diversidad de productos que produce la Amazonía. También requiere una profunda transformación de los sistemas de producción de los productos básicos. El sistema integrado de cultivo-ganado-bosque (ICLF), ya se está aplicando en muchas instancias, ofreciendo un modelo para reducir los impactos que generan los productos agrícolas amazónicos. El sector de las materias primas agrícolas y ganaderas anhela garantizar que su producción está certificada no solamente como libre de deforestación, sino que también enriquece y utiliza de forma sostenible los bosques de sus propiedades.

La diversidad de actores Existe una red emergente y diversificada de fuerzas que no solamente se oponen a la destrucción, sino que buscan conjuntamente hacer posible una bioeconomía fuerte y competitiva en la región, incluyendo fondos de inversión, grandes compañías, los mayores bancos privados de Brasil (asesorados por algunos de los científicos y activistas más importantes del país)⁷⁴, y empresas alimentarias que pretenden eliminar la deforestación de sus cadenas de valor⁷⁵. Muchas de estas empresas habían desarrollado, hasta hace

muy poco, prácticas que conducen a la deforestación y a la falta de respeto por los derechos de los pueblos Indígenas y comunidades locales.

No hay garantías de que los recientes compromisos contribuyan a la deforestación cero y al surgimiento de una economía del conocimiento basada en la naturaleza en la Amazonía, ya que el éxito de estas iniciativas depende en gran medida de la política pública que queda fuera del ámbito de estos sectores, especialmente en lo que respecta a las políticas de tierras y a la represión de la ilegalidad y delincuencia. El papel de los gobiernos subnacionales y de los órganos legislativos locales en este sentido es extremadamente importante, incluyendo el Consorcio de Gobernadores de la Amazonía Legal. Al mismo tiempo, es importante que las inversiones realizadas por estas empresas pasen por procesos competitivos y se sometan a evaluaciones rigurosas y críticas por parte de especialistas. Entre ellos, la Coalición Brasileña sobre Clima, Bosques y Agricultura y el Acuerdo sobre la Amazonía.

Navegando por la nueva bioeconomía: Desafíos y recomendaciones Es primordial restablecer la seguridad contra los invasores de las áreas protegidas, los territorios Indígenas y las tierras públicas. Hay una necesidad urgente de aprovechar la inteligencia y fomentar la colaboración entre las fuerzas de seguridad nacional de los distintos países, ya que las actividades delictivas operan a través de las fronteras⁷⁶. Es fundamental rastrear el origen del oro ilegal⁷⁷. En cuanto al establecimiento de una economía de la sociobiodiversidad forestal fuerte, competitiva y justa, a continuación, se describen algunos objetivos fundamentales (sin ser exhaustivos).

Ciudades, infraestructuras y mercados internos Actualmente, la mayor parte de la población de la Amazonía vive en ciudades (véase el capítulo 14), presentando a menudo baja puntuación en el Índice de Progreso Social⁷⁸. La economía actual de la biodiversidad forestal depende de las ciudades, donde se comercializan los productos y donde se gasta la mayor parte de los ingresos generados. Además, las personas fuertemente vinculadas a la agricultura y

a la silvicultura suelen buscar una segunda residencia urbana para tener un mayor acceso a los servicios sanitarios o educativos. Incluso las organizaciones de agricultores suelen tener su sede en las ciudades. Por tanto, la mejora de las infraestructuras urbanas, en los grandes centros como en los municipios rurales, es fundamental para fomentar una bioeconomía dinámica.

Varias inversiones de costo relativamente bajo pueden estimular mercados prometedores para los productos de la sociobiodiversidad y reducir la dependencia de los intermediarios que bloquean el dinamismo económico. Entre ellas se encuentran la mejora de la movilidad de la población rural y su acceso a los servicios urbanos, el apoyo a los sistemas de información y la precisión de los horarios de transporte, el aumento del acceso a Internet de alta calidad y la promoción de cursos técnicos y universitarios en los municipios pequeños. También, es primordial que las ciudades fortalezcan los mercados en los que operan los agricultores familiares, a través de cooperativas centradas en la industrialización de lo que ya producen.

Reducir la asimetría de la información La asimetría de la información entre compradores y vendedores es la marca de la cadena de valor en la Amazonía, que a menudo da lugar a precios por debajo de los costos de producción. La información sobre los mercados es una de las premisas más importantes para que los productos forestales se comercialicen en base a estructuras modernas y competitivas, que permitan aumentar los ingresos y ampliar las oportunidades de los productores. Por ello, las políticas de garantía de precios son importantes pero insuficientes. Es fundamental que las cadenas de producción de los productos de la sociobiodiversidad sean mapeadas, fomentando la transparencia a todos los participantes y ofreciendo información accesible a los productores. La información procedente de fuentes institucionalizadas, como la bolsa de comercio de materias primas, es un componente importante para la aparición de mercados dinámicos y competitivos⁷⁹.

Sellos de calidad, escala y espíritu empresarial La escala productiva siempre ha estado relacionada con la simplificación y homogeneidad de los entornos naturales transformados para producir productos agrícolas. Uno de los retos más importantes a los que se enfrenta una nueva bioeconomía para mantener los bosques naturales y ríos fluyendo es precisamente el de integrar de forma orgánica las ganancias de escala con el fortalecimiento de la sociobiodiversidad. En este sentido, las empresas, como Natura, y las ONGs como el Instituto Socioambiental, IMAFLORA, ICV y otras, sientan las bases para mejorar no solamente las técnicas de producción, sino que también la transparencia de los procesos económicos en las comunidades, que son las verdaderas protagonistas. Conexsus realiza una importante labor de organización, legalización e introducción de técnicas contables en asociaciones y cooperativas. Su objetivo es reducir los inmensos costos de transacción que conllevan las relaciones entre las empresas y las comunidades que suministran productos de la sociobiodiversidad.

Natura, por ejemplo, estableció relaciones con comunidades agroextractivistas, generando ingresos y capacitando a la comunidad, la investigación sobre el terreno (es decir, en gestión forestal, sistemas agroextractivos y producción agrícola sostenible) y la innovación tecnológica. Invirtió en la investigación y el desarrollo de ingredientes y apoyó el fortalecimiento institucional de las comunidades y las cooperativas. Algunas de las materias primas utilizadas por Natura también se pre-procesan a través de las mismas comunidades con agroindustrias comunitarias, lo que aumenta el valor añadido.

Los dispositivos digitales y los programas informáticos de bajo costo también permiten la trazabilidad de los productos y/o ingredientes, lo que puede presentarse como una ventaja competitiva para los productos amazónicos. El uso de códigos QR en los productos puede revelar su origen, quién lo ha producido y la situación socioambiental de su territorio. Estos dispositivos también tienen el potencial de demostrar la regeneración de entornos degradados.

Apoyo gubernamental para el fortalecimiento de los mercados Una bolsa de productos básicos se verá reforzada si los gobiernos adoptan políticas que garanticen precios mínimos para los productos de la sociobiodiversidad forestal. Esta política reducirá la informalidad al generar datos y estadísticas sobre la producción y el mercado, por tanto, estimulará las políticas públicas basadas en la evidencia. Además, estas políticas fomentan el cálculo de los costos de producción y ponen de relieve las oportunidades competitivas. Estos programas ya existen en Brasil, pero sus presupuestos son bajos, y la información no llega a los productores que más la necesitan, agravado por la falta de asistencia técnica y el bajo nivel de organización.

Otras políticas pueden desempeñar un papel importante en el fortalecimiento de la sociobiodiversidad forestal. En Brasil, el Programa Nacional de Comidas Escolares exige que la alimentación cuente con una determinada cantidad de comestibles procedentes de granjas familiares. Otras instituciones, como los hospitales públicos y las prisiones, pueden utilizar prácticas similares para aumentar la demanda de productos de la sociobiodiversidad. Los mercados institucionales son una forma de ofrecer seguridad a productores y, por tanto, de consolidar las rutas comerciales y apoyar así a la organización de los productores.

Ciencia, tecnología e innovación La ambición de reducir la brecha entre la Amazonía y la frontera mundial de la innovación científica y tecnológica presupone la expansión de las inversiones públicas y privadas en ciencia y tecnología en la región. Las inversiones en ciencia, tecnología e innovación cuentan con el apoyo de una comunidad científica existente ubicada no sólo en las capitales de los estados⁸⁰. No obstante, estas redes deben ampliarse y reforzarse en gran medida. Los presupuestos de las organizaciones de investigación más importantes de la Amazonía están lejos de ser suficientes debido a la importancia territorial, demográfica y ecológica de la región y del potencial que representa.

El fortalecimiento de las organizaciones amazónicas es primordial. Esto podría incluir cursos a diferentes niveles (desde estudios de campo dirigidos a estudiantes de secundaria hasta de postgrado), sobre la sociobiodiversidad. Además, el surgimiento de una nueva bioeconomía fuerte presupone la creación de nuevos centros de investigación que se comprometan a obtener resultados frente al uso de los recursos. Hay indicios de que los mecanismos convencionales de evaluación de la investigación científica (por ejemplo, las publicaciones en revistas de alto impacto) son insuficientes para orientar los esfuerzos de los investigadores hacia el objetivo estratégico de fortalecer el surgimiento de una nueva bioeconomía. Se necesitan incentivos para la innovación, incluyendo procesos, técnicas, marcas y patentes. Aprovechar la confluencia de los conocimientos académicos y tradicionales y las experiencias mundiales en bioeconomía puede atraer importantes inversiones de capital de riesgo. En la actualidad, los cursos de silvicultura se centran en un pequeño número de especies de árboles, principalmente exóticos, plantados tanto para la agricultura como para la tala. La creación de la Escuela Social Empresarial Forestal en el estado de Amazonas (Brasil), es un paso importante para conciliar las nuevas modalidades y enfoques educativos sobre la biodiversidad con enfoque empresarial⁸¹.

Moléculas de la biodiversidad y beneficios compartidos El presunto valor de la biodiversidad de los bosques tropicales para la industria farmacéutica se basa en la existencia de tecnologías de vanguardia para identificar compuestos y comprender sus posibles usos. Esto requiere alianzas estratégicas en las que participen organizaciones de investigación pública y privada.

Skirycz et al. (2016)⁸² proponen que las empresas farmacéuticas compartan sus bibliotecas químicas mediante acuerdos precompetitivos. Ningún laboratorio puede pretender conocer el conjunto completo de sustancias químicas de los bosques y sus usos. De las 15.000 plantas que se estima que tienen propiedades medicinales, menos de 200 se utilizan en la industria farmacéutica. Reducir esta brecha es

una tarea científica que puede dar lugar a la innovación tecnológica en laboratorios, empresas y sociedades.

Es fundamental que se mejoren los mecanismos ya establecidos internacionalmente en el marco del Convenio de la Diversidad Biológica, para garantizar el reparto de los beneficios obtenidos por la investigación con las poblaciones que viven en el bosque, y con las instituciones científicas implicadas en los descubrimientos. En la actualidad, estos mecanismos no fomentan la investigación, apenas benefician a las poblaciones de los bosques tropicales y no permiten avanzar suficientemente con los conocimientos científicos.

Sistemas de información estatales y locales La capacidad de los organismos estadísticos nacionales es escasa cuando se trata de zonas remotas o de difícil acceso. Al mismo tiempo, es difícil elaborar y cumplir los planes de desarrollo en ausencia de información estadística estatal y local. Este es un campo en el que la cooperación internacional, así como la cooperación entre los territorios amazónicos, y las competencias de las zonas más desarrolladas de los países amazónicos jugarán un papel fundamental.

Conclusiones La extraordinaria diversidad de la Amazonía presenta una de las principales oportunidades para el surgimiento de una nueva bioeconomía para mantener los bosques naturales y los ríos fluyendo, valorando tanto el conocimiento académico como el tradicional, y promoviendo el bienestar y la generación de ingresos para sus habitantes. Transformar los bosques tropicales en una oportunidad para el desarrollo de la ciencia de la vida aplicada es una aspiración decisiva que podría beneficiar a toda la humanidad. Sin embargo, esto presupone que la bioeconomía abra el camino no solamente a la valoración del conocimiento de quienes examinan directamente el bosque, sino también a la emancipación social de quienes se encuentran actualmente en situación de vulnerabilidad. También, presupone políticas públicas que hagan frente inmediato a la violencia, a la ilegalidad, a la destrucción y refuercen las infraestructuras para mejorar

las condiciones de vida de los habitantes de la Amazonía.

Referencias

1. Vietmeyer, N. Underexploited tropical plants with promising economic value: The last 30 years. *Trees Life J.* 3, 1–13 (2008).
2. Chiavari, J., Antonaccio, L. & Cozendey, G. Regulatory and Governance Analysis of the Life Cycle of Transportation Infrastructure Projects in the Amazon. *Climate Policy Initiative* (2020).
3. Antonaccio, L., Barros, A. C., Bragança, A. & Chiavari, J. A importância em aprimorar a definição e a delimitação da Área de Influência de projetos de infraestrutura. *Climate Policy Initiative* (2020).
4. Bebbington, A. *et al.* Priorities for governing large-scale infrastructure in the tropics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* vol. 117 (2020).
5. Schultes, R. E. The Amazonia as a source of new economic plants. *Econ. Bot.* 33, 259–266 (1979).
6. Perez, C. The new context for industrializing around natural resources: an opportunity for Latin America (and other resource rich countries)? *Technol. Gov. Econ. Dyn.* 62, (2015).
7. Concertação para a Amazônia. Grupo de Bioeconomia. O valor da diversidade para a bioeconomia. Available at: <https://pagina22.com.br/2021/02/01/o-valor-da-diversidade-para-a-bioeconomia/#:~:text=Florestas%2C%20rios%20e%20pessoas%3A%20elementos,as%20diferentes%20Amazônias%20do%20Brasil&text=A%20bioeconomia%20deve%20ter%20como,a%20expansão%20das%20áreas%20biodiversas.> (2021).
8. Valli, M., Russo, H. M. & Bolzani, V. S. The potential contribution of the natural products from Brazilian biodiversity to bioeconomy. *An. Acad. Bras. Cienc.* 90, 763–778 (2018).
9. Guillen, I. C. M. O trabalho de Sísifo: ‘escavidão por dívida’ na indústria extrativa da erva-mate (Mato Grosso, 1890-1945). *Varia Hist.* 23, 615–636 (2007).
10. de Assis Costa, F. Economia camponesa referida ao bioma da Amazônia: atores, territórios e atributos. *Pap. do NAEA* 29, (2020).
11. McGrath, D. Parceiros no crime: o regatão e a resistência cabocla na Amazônia tradicional. *Novos Cad. NAEA* 2, 57–72 (1999).
12. Gonzales Rocabado, J. & Terán Valenzuela, M. *La senda de la castaña: Retos para el manejo sostenible de la castaña en diez comunidades del norte amazónico de Bolivia.* (Fundación PIEB, 2012).
13. Conexsus. *Negócios pela Terra. Inteligência de mercado para empreendimentos comunitários.* (2020).
14. Lentini, M., Sobral, L. & Vieira, R. Como o mercado dos produtos madeireiros da Amazônia evoluiu nas últimas duas décadas (1998-2018)? *Imaflora* (2020).
15. Gomes, C. V. & et al. *Oportunidades de Apoio a Atividades Produtivas Sustentáveis na Amazônia.* (2012).
16. Bryant, D., Nielsen, D. & Tangle, L. The Last Frontier Forests: Ecosystems and Economies on the Edge--WRI. *Washington, DC* (1997).
17. Hirakuri, S. R. Can law save the forest?: lessons from Finland and Brazil. (2003).

18. Richardson, V. A. & Peres, C. A. Temporal decay in timber species composition and value in Amazonian logging concessions. *PLoS One* 11, e0159035 (2016).
19. Pioniot, C. *et al.* Can timber provision from Amazonian production forests be sustainable? *Environ. Res. Lett.* 14, 064014 (2019).
20. AFIN. *Manejo forestal comunitaria de pueblos Indígenas de Bolivia.* (2014).
21. Del Gatto, F., Mbairamadji, J., Richards, M. & Reeb, D. *Small-scale forest enterprises in Latin America: unlocking their potential for sustainable livelihoods.* (2018).
22. Pereira, G. S., Lemos, A. L. F., Coutinho, B. & Rodrigues, C. G. de O. *Quanto vale o verde: a importância econômica das unidades de conservação brasileiras.* (Conservação Internacional, 2018).
23. ITTO. International Tropical Timber Organization, Yokohama, J. *Biennial review and assessment of the world timber situation 2017-2018.* Available at http://teaknet.org/download/Jinesh_php/ITTO%20Biennial%20Report%202017%E2%80%932018.pdf. (2019).
24. Sist, P. *et al.* Sustainability of Brazilian forest concessions. *For. Ecol. Manage.* 496, (2021).
25. IBGE. *Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - PEVS. Report 2016.* (2019).
26. Lopes, E. *et al.* Mapping the socio-ecology of Non Timber Forest Products (NTFP) extraction in the Brazilian Amazon: The case of açai (Euterpe precatoria Mart) in Acre. *Landsc. Urban Plan.* 188, (2019).
27. Homma, A. K. O. *et al.* Açai: Novos Desafios E Tendências. *Amaz. e Desenvol.* 1, 7–23 (2006).
28. Brondizio, E. S. The global Açai: A chronicle of possibilities and predicaments of an Amazonian superfood. in *Critical Approaches to Superfoods* (Bloomsbury Publishing Plc, 2021).
29. Euler, A., Amorim, J., Salim, A. & Lira-Guedes, A. *Paisagem, territorialidade e conhecimento tradicional associado à agrobiodiversidade em comunidades da Amazônia: o caso da comunidade Araiol do Bailique, Amapá.* (Embrapa Amapá, 2019).
30. IDESAM. Ecopainéis do açai. Available at: <https://aceleracao.ppa.org.br/portfolio-de-negocios/ecopaineis-do-acai/>. (2021).
31. Schroeder, P., Anggraeni, K. & Weber, U. The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals. *J. Ind. Ecol.* 23, 77–95 (2019).
32. IDAM. *Projeto do Idam para cultura do guaraná pretende aumentar produção e produtividade em seis municípios do interior - IDAM.* (2019).
33. Secretariat of Science and Technology of Amazonas. Inova SocioBio Project. Available at <http://www.seducti.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/Apresentacao-curta-INOVASO-CIOBIO-AMAZONAS-11-02-2021.pdf>. (2021).
34. IBGE. Censo agropecuário 2017: resultados definitivos. *Censo agropecuário* 8, 93 (2019).
35. Villa Nova, L. S. Promoção de bioeconomia da sociobiodiversidade amazônica: o caso da Natura Cosméticos S.A com comunidades agroextrativistas na região do Baixo Tocantins no Pará. (Fundação Getúlio Vargas, 2020).
36. TRIDGE. *Brazil Nut global production and top producing countries - Tridge.* (<https://www.tridge.com/intelligences/brazil-nut/production>, 2020).
37. Brazil. *Recomendações de Políticas para a Cadeia de Valor da Castanha-do-Brasil.* (2020).
38. Brondizio, E. The Amazonian Caboclo and the Açai Palm: Forest Farmers in the Global Market. *Adv. Econ. Bot.* 16, (2008).
39. Fudemma, C., De Castro, F. & Brondizio, E. S. Farmers and social innovations in rural development: Collaborative arrangements in eastern Brazilian Amazon. *Land use policy* 99, 104999 (2020).
40. CONAB. Boletim da Sociobiodiversidade. (2020).
41. Jimenez, É. A. *et al.* Value chain dynamics and the socio-economic drivers of small-scale fisheries on the amazon coast: A case study in the state of Amapá, Brazil. *Mar. Policy* 115, 103856 (2020).
42. Associação Brasileira da Piscicultura. Anuário PeixeBR da Piscicultura 2020. (2020).
43. INPA. *Grupo de Estudos Estratégicos Amazônicos do Inpa debate Piscicultura na Amazônia.* (<https://www.gov.br/mcti/pt-br/rede-mcti/inpa/>, 2018).
44. Ferreira, J. *et al.* Carbon-focused conservation may fail to protect the most biodiverse tropical forests. *Nat. Clim. Chang.* 8, 744–749 (2018).
45. Brancalion, P. H. S. *et al.* Using markets to leverage investment in forest and landscape restoration in the tropics. *For. Policy Econ.* 85, 103–113 (2017).
46. Porro, R. *et al.* Agroforestry in the Amazon Region: A Pathway for Balancing Conservation and Development. in *Agroforestry - The Future of Global Land Use. Advances in Agroforestry* (eds. Nair, P. & Garrity, D.) 391–428 (Springer Science, 2012).
47. Homma, A. K. O. *A imigração japonesa na Amazônia: sua contribuição ao desenvolvimento agrícola.* (Brasília, DF: Embrapa, 2016., 2016).
48. Veríssimo, A. & Pereira, D. Produção na Amazônia Florestal: características, desafios e oportunidades. *Parcer. Estratégica* 19, 13–44 (2014).
49. Melo, R. R. de, Del Menezzi, C. H. S., Pavan, B. E. & Rodolfo Júnior, F. Rotary peeling yield of Schizolobium amazonicum (Leguminosae - Caesalpinioideae). *Acta Amaz.* 44, 315–320 (2014).
50. L. Resque, A. *et al.* Agrobiodiversity and Public Food Procurement Programs in Brazil: Influence of Local Stakeholders in Configuring Green Mediated Markets. *Sustainability* 11, 1425 (2019).
51. Cho, V. A study of the non-economic determinants in tourism demand. *Int. J. Tour. Res.* 12, 307–320 (2010).
52. Sinclair, D. & Jayawardena, C. (Chandi). Tourism in the Amazon: identifying challenges and finding solutions. *Worldw. Hosp. Tour. Themes* 2, 124–135 (2010).
53. Rodrigues, C. G. de O., Fontoura, L. M., Rosa, C. R., Medeiros, R. & Young, C. E. F. Turismo e uso público. in *Quanto Vale o Verde: a importância econômica das Unidades de Conservação Brasileiras* (2018).
54. Sanchez, P. A. & Tsao, J. F. *Construcción de estadísticas de turismo de naturaleza: informe consolidado de directorio de establecimientos - prestadores de servicios turísticos del sector turismo de naturaleza. Programa de Transformación Productiva* (2015).
55. Arroyo, L. M. & De Marchi, M. Los retos del turismo sostenible en la Amazonia ecuatoriana: Entre políticas públicas y prácticas territoriales. in *¿Está agotado el periodo petrolero en Ecuador?*

- Alternativas hacia una sociedad más sustentable y equitativa: Un estudio multicriterio* (ed. Larrea C) (Universidad Andina Simón Bolívar, 2017).
56. Moreno-Sanchez, R., Maldonado, J. H., Wunder, S. & Borda-Almanza, C. Heterogeneous users and willingness to pay in an ongoing payment for watershed protection initiative in the Colombian Andes. *Ecol. Econ.* 75, 126–134 (2012).
 57. Montoya-Zumaeta, J., Rojas, E. & Wunder, S. Adding rewards to regulation: The impacts of watershed conservation on land cover and household wellbeing in Moyobamba, Peru. *PLoS One* 14, e0225367 (2019).
 58. Young, C. E. F., Alvarenga, M., Mendes, F. E., Costa, L. de A. N. & Mendes, M. P. Valoração de bens e serviços ecossistêmico-sassociados a projetos de recuperação e conservação ambiental no reservatório de Três Irmãos: carbono, uso público e recursos pesqueiros. in *Anais da Conferência Ibero-Brasileira de Energia – CONIBEN Lisboa. 1º vol.* 7 724 (IBEROJUR, 2019).
 59. Machado, M., Carlos, E. F. & Clauzet, M. Environmental funds to support protected areas: Lessons from Brazilian experiences. *Parks* 26, 47 (2020).
 60. Castro, B. S. de, C. E. F. Young & V. de S. Pereira. Iniciativas estaduais de pagamentos por serviços ambientais: análise legal e seus resultados. *Revibec Rev. la Red Iberoam. Econ. Ecológica* 28, (2018).
 61. Sunderlin, W. D. *et al.* *The challenge of establishing REDD+ on the ground: Insights from 23 subnational initiatives in six countries.* vol. 104 (CIFOR, 2014).
 62. West, T. A. P., Börner, J., Sills, E. O. & Kontoleon, A. Overstated carbon emission reductions from voluntary REDD+ projects in the Brazilian Amazon. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 117, 24188–24194 (2020).
 63. Simonet, G., Subervie, J., Ezzine-de-Blas, D., Cromberg, M. & Duchelle, A. E. Effectiveness of a REDD+ project in reducing deforestation in the Brazilian Amazon. *Am. J. Agric. Econ.* 101, 211–229 (2019).
 64. Moutinho, P. *et al.* *REDD in Brazil: A Focus on the Amazon: Principles, Criteria, and Institutional Structures for a National Program for Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation-REDD.* (Center for Strategic Studies and Management, 2011).
 65. Streck, C. Who Owns REDD+? Carbon markets, carbon rights and entitlements to REDD+ finance. *Forests* 11, 959 (2020).
 66. Gomes, R. *et al.* Exploring the Bottom-up Generation of REDD + Policy by Forest-dependent Peoples. *Policy* (2010).
 67. Nepstad, D. *et al.* *Re-Framing REDD+: Unlocking jurisdictional REDD+ as a policy framework for low-emission rural development: research results and recommendations for governments.* (Amazon Environmental Research Institute, 2012).
 68. Palmer, C., Taschini, L. & Laing, T. Getting more ‘carbon bang’ for your ‘buck’ in Acre State, Brazil. *Ecol. Econ.* 142, 214–227 (2017).
 69. Stickler, C., Duchelle, A. E., Nepstad, D. & Ardila, J. P. Subnational jurisdictional approaches. *Transform. REDD* 145 (2018).
 70. Pascual, U. *et al.* Social equity matters in payments for ecosystem services. *Bioscience* 64, 1027–1036 (2014).
 71. Gardner, T. A. *et al.* A framework for integrating biodiversity concerns into national REDD+ programmes. *Biol. Conserv.* 154, 61–71 (2012).
 72. Moutinho, P. & Guerra, R. *Programa REDD para EarlyMovers - REM: Abordagem de estoque e fluxo para a repartição de benefícios em programas de REDD: Conceito e prática na implementação de REDD no estado do Acre.* (Amazon Environmental Research Institute, 2017).
 73. Ezzine-de-Blas, D., Wunder, S., Ruiz-Pérez, M. & Moreno-Sanchez, R. del P. Global Patterns in the Implementation of Payments for Environmental Services. *PLoS One* 11, e0149847 (2016).
 74. Abramovay, R. *Floresta Amazônica: a sociobiodiversidade como valor universal. Ricardo Abramovay Para juntar economia e ética, sociedade e natureza* (2020).
 75. Notícias Agrícolas. Marfrig anuncia que tem planos para uma cadeia de produção livre de desmatamento em dez anos. Available at <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/boi/264524-marfrig-anuncia-que-tem-planos-para-uma-cadeia-de-producao-livre-de-desmatamento-em-dez-anos.html#.YNSwpi2ZOqC>. (2020).
 76. Abdenur, A. E., Kuele, G. & Amorim, A. *Clima e segurança na América Latina e Caribe.* (2019).
 77. Instituto Escolhas. *A nova corrida do ouro na Amazônia. Onde garimpeiros, instituições financeiras e falta de controle se encontram e avançam sobre a floresta. Textos para Discussão* (2020).
 78. IPS. *Índice de progresso social na Amazônia brasileira IPS.* (<https://amazon.org.br/indice-de-progresso-social-na-amazonia-brasileira-ips-amazonia-2014/>, 2011).
 79. Freitas, N. F. de & Schor, T. Bioeconomia e a bolsa de mercadorias da Amazônia. *Interess. Nac.* 13, 20–25 (2020).
 80. Brasil. *Estudo mapeia quantitativo de pesquisadores no Amazonas - Sedecti. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação* (<http://www.sedecti.am.gov.br/estudo-mapeia-quantitativo-de-pesquisadores-no-amazonas/>, 2020).
 81. UEA. *Bioeconomia: UEA lança a 1ª Escola de Negócios da Floresta Amazônica.* (<http://www.amazonas.am.gov.br/2020/11/bioeconomia-uea-lanca-a-1a-escola-de-negocios-da-floresta-amazonica/>, 2020).
 82. Skirycz, A., Kierszniowska, S., Méret, M., Willmitzer, L. & Tzotzos, G. Medicinal bioprospecting of the Amazon rainforest: a modern Eldorado? *Trends Biotechnol.* 34, 781–790 (2016).