



Boletín

ADN@FEDEMADERAS

Abril 2026

El Boletín ADN@FEDEMADERAS es una nueva publicación de la Federación Nacional de Industriales de la Madera. En él se presentan resúmenes ejecutivos de papers, investigaciones, artículos científicos, y publicaciones oficiales de entidades y organizaciones reconocidas internacionalmente. Para ello se emplean herramientas tecnológicas y de Inteligencia Artificial, con el propósito de acercar al lector a temas y posiciones de relevancia intersectorial de la madera, la economía forestal, la bioeconomía, las Soluciones Basadas en la Naturaleza y demás ámbitos del conocimiento y la práctica empresarial. Circula mensualmente y en él podrás explorar temas de interés y acceder a los documentos originales bajo los créditos correspondiente.

Encuentra en esta entrega

Biodiversidad y desarrollo: agenda impostergable para el desarrollo sostenible de Colombia

Leer más →

Criterios para la integración del cambio climático en la evaluación ambiental de proyectos de inversión

Leer más →

Manual de Transferencia de Buenas Prácticas para la Equidad de Género (Chile, 2026)

Leer más →

Reforestación comercial en Colombia: ¿una priorización desconectada de la realidad?

Leer más →

Preparación autónoma de sitios y plantación de árboles para una bioeconomía sostenible

Leer más →

La captura de carbono en bosques tropicales se acelera con nitrógeno

Leer más →

El 'precipitationshed' transfronterizo de una cuenca no transfronteriza (Magdalena)

Leer más →

Experiencias de integración de la biodiversidad en los sectores productivos, económicos y financieros de América Latina y el Caribe (CEPAL, 2022)

Leer más →

Te invitamos a participar en la encuesta de percepción del boletín ADN FEDEMADERAS

Ir a la encuesta →

Biodiversidad y desarrollo: agenda impostergable para el desarrollo sostenible de Colombia



Mensaje central

La agenda sostiene que la biodiversidad es un activo estratégico para la competitividad y el bienestar de Colombia y que su gestión debe integrarse a decisiones económicas, sectoriales y territoriales. Plantea prioridades y llamados a la acción para que el país transite hacia un modelo de desarrollo que reconozca el capital natural como base de productividad, resiliencia climática y acceso a financiamiento. Para la bioeconomía forestal y la cadena de la madera, el mensaje es que la conservación, restauración y uso sostenible del bosque no son 'costos', sino condiciones habilitantes para mercados (legalidad y trazabilidad), reducción de riesgos (agua, desastres), innovación (bioprospección) y generación de empleo rural.

Principales cifras y estadísticas

- Megadiversidad: Colombia es uno de siete países megadiversos; el documento afirma que en el país se encuentra 70% de la riqueza biológica del planeta.
- Bosques y pérdida: entre 2001 y 2021 el país perdió 3,2 millones de hectáreas de bosques.
- Otros ecosistemas: desaparición de 24% de humedales permanentes, 92% de bosques secos tropicales y 21% de manglares.
- Pesca continental: 90% de los recursos pesqueros continentales están en niveles máximos de explotación.
- Dependencia hídrica: Colombia alberga 50% de los páramos del mundo; estos proveen agua de la que dependen más de dos tercios de la población.
- Riesgo económico global: el Banco Mundial advierte que el deterioro de ecosistemas podría reducir el crecimiento del PIB global en 13% hacia 2030.
- Polinización y productividad: polinización por insectos incrementa la producción de café ~10%; su ausencia implica pérdidas cercanas al 5,4% del ingreso neto por hectárea. En agraz, la polinización aporta 50%-65% del rendimiento.
- Bioeconomía (Colombia): la cuenta de bioeconomía del DANE indica 0,15% del valor agregado bruto nacional en 2024 (≈2,1 billones de pesos). El documento cita potencial de 3% del PIB y medio millón de empleos.

- Desastres climáticos: 90% de emergencias 1998–2011 se asocian con eventos climáticos extremos; la deforestación amazónica podría reducir lluvias hasta 40% con impactos sobre seguridad hídrica andina.
- Ciudades: 77% de la población es urbana; se recomienda integrar biodiversidad a planificación para inundaciones, escasez de agua y temperaturas extremas.
- Territorios étnicos: 34% de la superficie terrestre corresponde a territorios étnicos; conservan cerca del 50% de los bosques naturales del país.
- I+D: Colombia invirtió 0,21% del PIB en I+D en 2022 (vs 2,71% promedio OCDE); meta aspiracional 2% del PIB en CTI.
- Plataformas abiertas (Humboldt/SiB): BioModelos 3.273 usuarios (+358 en 2025); SiB Colombia 40 millones de registros en 2025 y 6,7 millones de nuevos datos en un año; Reporte Bio: 121 autores de 41 instituciones.

Principales conclusiones

- La pérdida de biodiversidad ya se traduce en costos económicos (agua, riesgo de desastres, productividad), por lo que el bosque debe verse como infraestructura natural.
- La bioeconomía puede diversificar y generar empleo, pero exige gobernanza, ciencia/innovación y marcos regulatorios que faciliten negocios sostenibles y beneficio compartido.
- Integrar biodiversidad en modelos de negocio sectoriales reduce costos y sostiene competitividad (agro, infraestructura, energía).
- El capital natural en territorios étnicos es determinante y demanda acuerdos y participación para asegurar permanencia de inversiones.

Fuente

“Biodiversidad y desarrollo: agenda impostergable para el desarrollo sostenible de Colombia” (#JuntosPorLaBiodiversidad), Instituto Humboldt (2025).
Puedes descargar el documento completo [aquí](#)

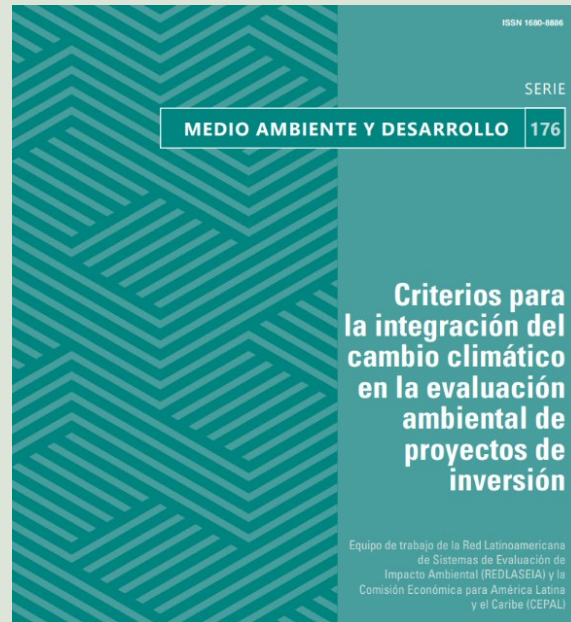
- La brecha de I+D limita el salto hacia productos de alto valor (madera de ingeniería, biomateriales) y reduce capacidad de cumplir estándares internacionales.

Recomendaciones (accionables) para bioeconomía forestal y cadena de la madera

1. Alinear política forestal-maderera con la agenda de biodiversidad: acuerdos sectoriales para evitar-reducir-compensar impactos, con trazabilidad y metas de restauración productiva.
2. Impulsar bioeconomía territorial: negocios basados en uso sostenible (madera legal y de mayor valor agregado, productos no maderables, turismo), articulando conocimiento tradicional y CTI.
3. Fortalecer financiamiento: canjes de deuda por naturaleza, PSA y finanzas climáticas; estructurar proyectos con MRV de biodiversidad, carbono y agua.
4. Cerrar la brecha de conocimiento: invertir en datos y monitoreo (SiB, BioModelos, BioTablero) para ordenamiento productivo, licenciamiento y control de deforestación.
5. Priorizar restauración y conectividad: páramos, manglares, bosques secos y humedales para proteger agua, reducir riesgo y sostener cadenas de valor forestales.
6. Desarrollar capacidades de innovación en madera: productos de larga vida (madera estructural/ingenierizada) para aumentar captura de valor y almacenamiento de carbono.
7. Gobernanza y paz territorial: fortalecer participación efectiva y acuerdos de beneficio compartido con comunidades, reduciendo conflictividad y mejorando permanencia.



Criterios para la integración del cambio climático en la evaluación ambiental de proyectos de inversión



Propósito y aporte del documento

La guía establece criterios comparados para incorporar el cambio climático —adaptación y mitigación— en cada etapa de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de proyectos de inversión en América Latina, en el marco de la REDLASEIA. El documento parte de una realidad: el clima está cambiando y la EIA no puede seguir tratándose como un proceso estático con líneas base “fijas”. Propone integrar escenarios futuros, análisis de riesgos, y Gestión Ambiental Adaptativa (GAA) para dar flexibilidad ante incertidumbre. Para la bioeconomía forestal y la economía de la madera, la guía es relevante porque (i) el sector AFOLU es un emisor clave en la región, (ii) los proyectos forestales/madereros dependen de agua, clima y suelos, y (iii) la EIA será cada vez más un requisito de acceso a mercado y financiamiento.

Principales cifras y estadísticas

- Emisiones regionales: ALC representa alrededor de 10% de las emisiones globales de GEI.

- Perfil de emisiones: en la región, agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) representa el mayor porcentaje de emisiones, seguido por el sector energético.
- Escala territorial: ALC alberga >660 millones de habitantes y abarca >20 millones km², con alta exposición a eventos extremos y desigualdad socioeconómica que amplifica riesgo.
- Tendencia de calentamiento: 1991–2022 muestra una tasa de calentamiento medio de ~0,2 °C por decenio (WMO).
- Proceso de construcción de criterios: sistematización basada en 9 sesiones de intercambio (agosto–octubre 2023) y taller presencial (2–3 octubre 2023) con agencias de 6 países (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Perú).
- Colombia (avance EIA-clima): se reporta que 129 licencias ambientales ya incorporaron componente de cambio climático (hidrocarburos, minería, energía e



infraestructura); se proyecta incluir agroquímicos hacia 2026.

Crterios clave propuestos

- Descripción del proyecto: analizar alternativas de localización/diseño con riesgo climático; estimar GEI (directos/indirectos) y describir tecnologías de reducción; incorporar infraestructura de adaptación y mapa de riesgos.
- Línea base dinámica: modelar escenarios futuros (cambios lentos: temperatura/precipitación media; extremos: sequías, inundaciones, olas de calor, vientos) y reconocer incertidumbre.
- Evaluación: integrar riesgos climáticos a lo largo del ciclo de vida; análisis What-if; priorizar impactos con 'sinergias negativas' entre proyecto y cambio climático.
- Plan de Gestión Ambiental: adoptar Gestión Ambiental Adaptativa (GAA), con indicadores/umbrales y revisión iterativa; priorizar gestión hídrica; incluir medidas explícitas de adaptación y mitigación.

Implicaciones para bioeconomía forestal y economía de la madera

- Bancabilidad y licenciamiento: proyectos forestales (plantaciones, aserríos, pulpa, bioenergía, carreteras forestales) enfrentarán mayor escrutinio sobre vulnerabilidad climática, huella GEI y medidas de adaptación.
- Gestión del agua como variable crítica: la guía enfatiza agua como prioridad; en bosque/madera esto se traduce en diseño de drenajes, protección ribereña, reservorios, superficies absorbentes y manejo de cuencas.
- Reservorios de carbono: las medidas de mitigación incluyen conservar y crear reservorios (bosques y suelo), restringir áreas de obra y promover reforestación con especies nativas; esto alinea EIA con enfoques de SbN y bioeconomía.
- Riesgo de incendios: se recomienda establecer cortafuegos y sistemas de alerta;

en cadenas forestales esto reduce pérdidas y mejora continuidad de suministro.

- MRV y trazabilidad: integrar cuantificación de GEI (IPCC 2006 y GHG Protocol) y seguimiento periódico fortalece acceso a finanzas sostenibles y mercados con debida diligencia.

Conclusiones principales del documento

- La EIA debe dejar de ser 'estática': zonas que hoy no son de riesgo pueden serlo en el futuro; por ello se requiere línea base dinámica y escenarios climáticos.
- La Gestión Ambiental Adaptativa (GAA) es el eje para manejar incertidumbre, permitiendo ajustar medidas durante el ciclo del proyecto.
- Existen intereses comunes en la región, pero enfoques y capacidades dispares; la guía funciona como 'puntapié inicial' para políticas y herramientas nacionales.
- Se abre oportunidad de medidas fiscales/tributarias para impulsar inversiones en adaptación y mitigación, integrando clima a decisiones de inversión.

Recomendaciones (accionables) para proyectos forestales/madereros

1. Incorporar análisis de riesgo climático desde prefactibilidad: ubicación, vida útil, cadena de suministro y ventanas estacionales para obras forestales.
2. Cuantificar GEI por alcances (1-2-3) y usar metodologías reconocidas (IPCC 2006, GHG Protocol); documentar medidas de reducción y co-beneficios.
3. Adoptar GAA en planes de manejo: indicadores, umbrales, monitoreo hídrico y de incendios; revisión iterativa del plan.
4. Priorizar adaptación basada en ecosistemas: conservación/restauración ribereña, forestación con nativas, regeneración y conectividad para reducir riesgos.
5. Diseñar medidas anti-incendios y continuidad operativa: cortafuegos, alertas tempranas, protocolos y gestión de combustible en paisajes productivos.



6. Usar plataformas públicas de riesgo (p. ej., SIMARCC, ARClím, Ágil/ANLA y otras) y

complementar con datos privados para mejorar precisión de línea base y evaluación.

Fuente

REDLASEIA & CEPAL (2023). Criterios para la integración del cambio climático en la evaluación ambiental de proyectos de inversión (Serie Medio Ambiente y Desarrollo N°176, LC/TS.2023/147). Puedes descargar el documento completo [aquí](#)

Manual de Transferencia de Buenas Prácticas para la Equidad de Género (Chile, 2026)



Propósito y relevancia sectorial

El manual sistematiza y difunde prácticas organizacionales para aumentar la participación y permanencia de mujeres en el sector forestal y maderero chileno. En clave de bioeconomía, la equidad de género es una palanca de competitividad: mejora atracción/retención de talento, eleva estándares ESG y de seguridad, fortalece licencia social y habilita productividad en una cadena intensiva en capital humano (cosecha mecanizada, logística, aserrío/tableros/celulosa, certificación e I+D).

Principales cifras y estadísticas

- Programa Más Mujer (CORMA): creado en 2020; meta sectorial: 20% de participación laboral femenina al año 2026.

- Actualización 2026: levantamiento con 7 empresas; 2 con certificación Norma Chilena 3262 (Igualdad de Género y Conciliación).
- Cobertura: 5 organizaciones del sector forestal-maderero (certificación, investigación, equipos mecanizados, celulosa, producción, etc.) y 2 de otros sectores para ampliar aprendizajes.
- Resultado principal: 65 buenas prácticas laborales organizadas en 11 dimensiones (se incorpora 'Gestión estratégica y cultura organizacional').
- Metodología: estudio cualitativo/descriptivo con entrevistas semiestructuradas orientadas a describir objetivos, recursos, impacto y replicabilidad.



- Ejemplo de medición: encuesta sobre conciliación con ~80% de tasa de respuesta (Puertos de Talcahuano).
- Escala cultural DEI: Encuesta Pulso con 545 participantes y diálogos DEI en 79 equipos (Arauco).
- Formación de oficios: 'Siembra, Mujeres Grueras' recibió ~300 postulaciones; 40 ingresaron a formación (5 semanas) y algunas fueron contratadas (CMPC).
- Cosecha mecanizada: curso de Operadoras Forestales recibió ~200 postulaciones; 40 ingresaron, 20 egresaron y 7 fueron contratadas (Arauco).
- Maquinaria pesada: 5 versiones del curso (tractor y grúa) con 120 mujeres participantes (APCO).
- Cadena de proveedores: carta de compromiso con políticas de género firmada por 50 empresas proveedoras (Essbio, 2025).
- Desarrollo de carrera: programa POW Pioneras (Power of Women) con 70 mujeres en Chile en su primera generación (CMPC).

Principales conclusiones del manual

- Las buenas prácticas trascienden la meta de 'incorporar más mujeres': mejoran bienestar, clima y cultura para toda la organización.
- No siempre requieren alta inversión: ajustes de gestión (flexibilidad, liderazgo, comunicación, protocolos y escucha) pueden generar cambios significativos.
- La sostenibilidad en el tiempo depende de integrarlas en la estrategia y cultura organizacional; el liderazgo es el factor crítico.
- El impacto crece cuando se involucran grupos de interés: trabajadores/as, jefaturas, comunidad y proveedores (equidad como eje transversal).
- Las prácticas son dinámicas: requieren revisión, aprendizaje y mejora continua, aprovechando avances normativos y experiencia interna.

Implicaciones para bioeconomía forestal y economía de la madera

- Continuidad operativa: ampliar el 'pool' de talento reduce cuellos de botella en roles críticos (maquinaria, mantención, logística, seguridad) y disminuye rotación.
- Acceso a mercados/finanzas: equidad y debida diligencia en proveedores fortalecen credenciales ESG asociadas a certificaciones, clientes y financiamiento sostenible.
- Innovación: programas de formación/mentorías y cupos en STEM e investigación elevan capacidades para mecanización, digitalización y bioproductos.
- Licencia social: empleo femenino y vínculo comunitario en zonas de operación refuerzan legitimidad territorial para inversiones de largo plazo.

Recomendaciones (accionables) para empresas forestales y madereras

1. Metas y gobernanza: fijar metas por área (operaciones, plantas, liderazgo) y crear comité responsable con indicadores y reportes periódicos.
2. Pipeline de talento: replicar programas de oficios (grueros, operadoras forestales, maquinaria) con alianzas SENCE y centros de simulación; medir conversión postulaciones→formación→empleo.
3. Conciliación para retención: ampliar flexibilidad/teletrabajo según rol y medidas parentales; planificar turnos para continuidad operativa.
4. Protocolos y canales confiables: reforzar prevención de acoso/VIF con canales anónimos, acompañamiento psicosocial/legal y capacitación a jefaturas.
5. Transparencia salarial y movilidad: auditorías periódicas, bandas salariales y programas de mentoría/liderazgo femenino en cargos críticos.
6. Infraestructura y seguridad: adecuaciones físicas (baños, vestidores, iluminación, mobiliario) y revisión de riesgos en faenas y plantas.



7. Proveedores: incorporar criterios de género en licitaciones y exigir compromisos; monitorear cumplimiento.

8. Cambio cultural: campañas, lenguaje inclusivo y espacios de escucha (encuestas, focus group, diálogos) para sostener adopción y corregir sesgos.

Fuente

CORMA (Programa Más Mujer). Manual de Transferencia de Buenas Prácticas para la Equidad de Género (actualización 2026).

Puedes descargar el documento completo [aquí](#)

Reforestación comercial en Colombia: ¿una priorización desconectada de la realidad?



La reciente priorización de especies forestales para proyectos de reforestación comercial en 2026, presentada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), no es un documento menor ni un simple listado técnico. Es, en esencia, una señal de hacia dónde se pretende orientar la política forestal del país. Y precisamente por eso, preocupa. Preocupa no solo por lo que incluye, sino, sobre todo, por lo que excluye.

La ausencia de especies como pinos, eucaliptos y acacias —que han sido la base sobre la cual se ha construido la silvicultura comercial en Colombia— no puede interpretarse como un ajuste menor o una decisión marginal. Es una exclusión que, analizada con rigor técnico, plantea serias dudas sobre la coherencia del

documento frente a la realidad productiva del sector, frente a la evidencia acumulada durante décadas y, aún más grave, frente a las propias necesidades del país en materia de desarrollo rural, abastecimiento de madera y sostenibilidad.

El primer elemento que llama la atención es la forma en que se sustenta la priorización. El MADR acude al artículo 13 de la Ley 139 de 1994, que promueve la investigación sobre especies autóctonas, para construir una lista de especies priorizadas para desarrollar la reforestación comercial, que termina siendo en la práctica, una priorización basada casi exclusivamente en el origen nativo de las especies. Sin embargo, la misma ley, en su artículo 1, es clara en establecer que el



propósito del incentivo forestal es fomentar la inversión en nuevas plantaciones forestales en suelos de aptitud forestal. Es decir, su naturaleza es de fomento productiva, no exclusivamente investigativa.

Aquí se produce la primera incoherencia de fondo: se toma un instrumento concebido para dinamizar la reforestación comercial y se reinterpreta como un mecanismo de priorización de especies basado en su origen biogeográfico. Este cambio de enfoque no solo desvirtúa el espíritu del instrumento, sino que lo aleja de su función principal: promover una actividad económica viable, sostenible y escalable.

Pero la mayor preocupación surge cuando esta priorización se contrasta con la realidad de la red sectorial forestal colombiana. La evidencia es contundente: el desarrollo de la reforestación comercial en el país ha estado sustentado, en su gran mayoría, en especies exóticas de rápido crecimiento. No por capricho, no por desconocimiento de las especies nativas, sino por razones técnicas, económicas y operativas ampliamente documentadas. Estas especies han permitido construir un conocimiento silvicultural sólido, desarrollar material vegetal de calidad, establecer viveros especializados, diseñar esquemas de manejo, avanzar en sanidad forestal y, sobre todo, garantizar niveles de productividad que hacen viable la actividad.

Ignorar esta realidad no es una decisión técnica neutra. Es desconocer décadas de aprendizaje acumulado y pretender que el sector puede reconfigurarse a partir de un criterio que, si bien es legítimo desde la perspectiva de la biodiversidad, no es suficiente para sustentar una política de reforestación comercial.

La experiencia en campo refuerza esta conclusión. Programas como el desarrollado por la Federación Nacional de Cafeteros, uno de los ejercicios más robustos de reforestación con pequeños productores en Colombia, muestran con claridad que las especies introducidas han tenido mejor desempeño en términos de sobrevivencia, crecimiento y rentabilidad. Las cifras son elocuentes: mayores tasas de éxito en establecimiento, menores pérdidas y

crecimientos significativamente superiores frente a la mayoría de especies nativas evaluadas. No se trata de percepciones ni de debates ideológicos, sino de resultados medidos en condiciones reales, durante años de implementación, con una población de pequeños reforestadores que está en sintonía con los objetivos y prioridades del actual Gobierno. Es decir, esta no es sólo la experiencia de las empresas forestales, es la experiencia de todos.

A partir de esa evidencia, el citado programa evolucionó hacia una concentración en especies de mejor desempeño, donde la mayoría correspondía a especies introducidas. Más aún, cuando se intentó trabajar con especies nativas en condiciones de degradación —justamente donde más se requieren intervenciones productivas— muchas de ellas no lograron adaptarse, mientras que especies como pinos y eucaliptos sí lo hicieron. Esta es una realidad técnica que no puede ser ignorada por una política pública que pretende ser efectiva.

El problema no es solo de coherencia técnica, sino de consecuencias prácticas. La reforestación comercial no es una actividad simbólica. Es una actividad económica que debe generar madera, empleo, ingresos y encadenamientos productivos. Cuando se limita el uso de especies con alto desempeño comprobado, se afecta directamente la productividad de las plantaciones, se reduce la rentabilidad para los productores y se desincentiva la inversión. En un país donde la reforestación avanza a ritmos modestos frente a su enorme potencial, este tipo de decisiones no son menores: pueden significar la diferencia entre escalar la actividad o seguir estancados.

Las implicaciones van más allá del predio forestal. Colombia sigue siendo un importador neto de productos de madera. La industria depende en gran medida de la disponibilidad de materia prima, y la falta de una base sólida de plantaciones comerciales se traduce en mayores importaciones, mayores costos y, en algunos casos, presión sobre fuentes no sostenibles de abastecimiento. Excluir de la priorización a las especies que hoy sostienen la producción



industrial no fortalece la soberanía forestal; la debilita.

A esto se suma un argumento que ha ganado espacio en la discusión pública: el impacto de las plantaciones sobre el agua y la biodiversidad. Sin embargo, aquí también se ha caído en una simplificación preocupante. La evidencia técnica, tanto nacional como internacional, es clara en señalar que los efectos de las plantaciones no dependen exclusivamente de la especie, sino de variables como la localización, la densidad, el manejo silvicultural, la escala y la integración con el paisaje. El problema no es que una especie sea exótica; el problema es cómo y dónde se establece.

Reducir esta discusión a una dicotomía entre especies nativas “buenas” y exóticas “malas” no solo es técnicamente incorrecto, sino que puede conducir a decisiones equivocadas. La experiencia colombiana ha demostrado que es posible integrar plantaciones comerciales con conservación, conectividad ecológica y manejo de cuencas. El verdadero desafío no es excluir especies, sino diseñar mejor los sistemas productivos.

En este contexto, resulta inevitable preguntarse por la coherencia de esta priorización con los lineamientos generales de política pública del gobierno nacional. El discurso oficial plantea la transición hacia una economía productiva, sostenible, basada en el conocimiento y articulada con la protección de la naturaleza. La reforestación comercial, bien concebida, encaja perfectamente en ese modelo: es una actividad renovable, genera empleo rural, captura carbono, sustituye importaciones y aporta materia prima legal.

Sin embargo, la priorización actual introduce una tensión evidente. Al restringir el uso de especies con alta productividad comprobada, se limita la capacidad de sectorial para cumplir esos mismos objetivos. Se termina privilegiando un

criterio —el origen de la especie— por encima de la evidencia de desempeño, sin ofrecer alternativas que garanticen niveles equivalentes de productividad y rentabilidad. Es, en la práctica, una decisión que puede ir en contravía del propósito de fortalecer la economía forestal como motor de desarrollo.

Todo esto lleva a una conclusión que no puede ser ignorada: la priorización de especies para reforestación comercial presentada por el MADR, tal como está formulada, resulta técnicamente incompleta y estratégicamente inconveniente. No porque promueva las especies nativas —lo cual es necesario y deseable en muchos contextos— sino porque lo hace desconociendo la complejidad de los sistemas productivos y las necesidades reales del sector.

La discusión no debería ser si se priorizan especies nativas o exóticas. La discusión debería ser cómo se construye una política forestal que combine productividad, sostenibilidad y desarrollo rural. Esto implica reconocer que no todas las especies sirven para todos los propósitos, y que el país requiere un enfoque diferenciado que articule plantaciones comerciales, sistemas agroforestales, restauración ecológica e investigación.

Colombia no puede darse el lujo de construir política pública forestal de espaldas a la evidencia. Lo que está en juego no es una lista de especies. Es la viabilidad de un sector que tiene el potencial de transformar territorios, generar empleo y aportar a una economía más sostenible. Porque al final, la pregunta que debería guiar esta discusión no es si una especie es nativa o exótica. La verdadera pregunta es si la política que estamos construyendo permitirá que la reforestación comercial funcione.

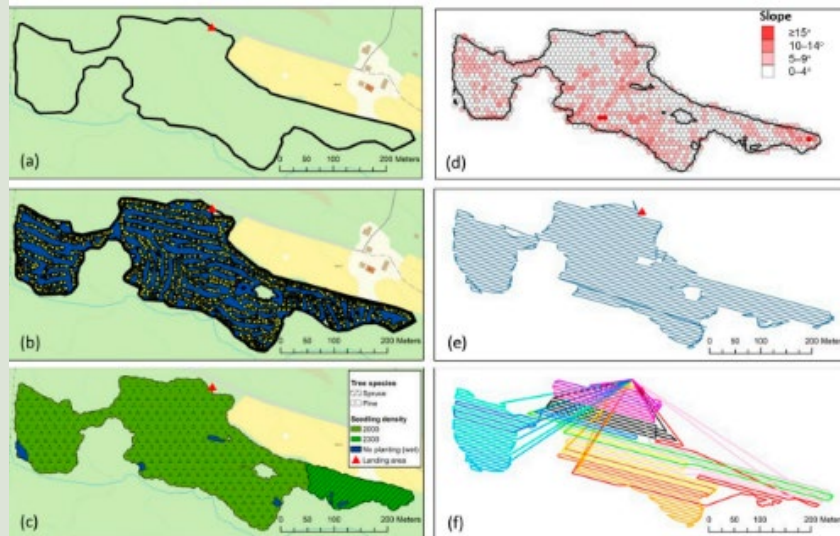
Y hoy, con esta priorización, esa respuesta está lejos de ser clara.

Fuente

FEDEMADERAS, 2026. Autor: Raúl Jaime Hernández, Asesor Técnico
Puedes descargar el documento del MADR [aquí](#)



Preparación autónoma de sitios y plantación de árboles para una bioeconomía sostenible



Propósito y mensaje central

El artículo presenta el concepto Autoplant: un sistema de regeneración forestal autónomo para condiciones boreales (Suecia) que integra planificación de regeneración y rutas, navegación autónoma, preparación de sitio de alta precisión, gestión automática de plántulas, planificación de movimiento de grúa/brazo y verificación fotográfica post-plantación. El mensaje central es bioeconómico: acelerar y mejorar la regeneración reduce el tiempo en que las áreas cosechadas son fuente neta de carbono, aumenta el secuestro en biomasa y permite mayor disponibilidad futura de madera para sustituir materiales y combustibles fósiles, con menor impacto ambiental y mejor seguridad laboral.

Principales cifras y estadísticas

- Plantación en Suecia: 99% se realiza manualmente; hay dificultad creciente para conseguir mano de obra para esta tarea.
- Impacto del método tradicional: preparación mecánica (mounding/disc trenching) afecta 17–70% del área de un claro (clearcut).
- Umbral ecológico de precisión: para reducir daño por gorgojo del pino (*Hyllobius abietis*) se considera suficiente perturbar ~3% del

área, garantizando ~20 cm de suelo mineral alrededor de la plántula.

- Resultado ambiental clave del concepto: Autoplant reduce disturbio del suelo desde ~50% (disc trenching) a <3% (precisión).
- Integración y prueba de campo: demostración a escala real de un ciclo autónomo de preparación y plantación en septiembre de 2022, 1,5 años después del inicio del proyecto; la integración fue exitosa pero con pocas plantaciones completadas en los dos días por interrupciones (modelo de despeje de grúa mal configurado y sobrecalentamiento de un computador).
- Dispositivo de preparación/plantación (Planter): prototipo compacto de ~200 kg que combina escarificación + plantación en 11 s por ciclo (prueba de concepto).
- Planificación operativa (Pathfinder): caso de prueba con área bruta 8,4 ha; área neta cosechada 8,1 ha; área a plantar 8,0 ha. Recomendación: 7,1 ha con pino silvestre a 2.000 pl/ha y 0,9 ha con abeto a 2.300 pl/ha; total 16.200 plántulas.
- Ruteo: ruta continua 15,0 km (2,3 km sin plantar). Con capacidad 1.500 plántulas por

carga: 14 rutas; distancia total 19,4 km (6,7 km sin plantar).

- Detección de obstáculos: sistema YOLOv7 con mAP=0,80 (IoU 0,5) para tocones/piedras visibles.
- Tiempo por plantación (prueba controlada): promedio 84 s por plantación; operaciones paralelas ahorran ~7,5% del tiempo total.
- Simulación de interacción máquina-suelo: piedras con estonidad 20% o 40% y 14% del área cubierta por tocones/raíces; distancia mínima entre plántulas 2,0–2,4 m; densidad lograda 1.500–2.300 pl/ha; disturbio del suelo <3% en todos los casos.

Principales conclusiones del documento

- La precisión es la palanca: es posible reducir drásticamente el disturbio del suelo (hacia <3%) manteniendo densidades operativas (1.500–2.300 pl/ha), lo que mejora co-beneficios ambientales (suelo, cultura, recreación, ganadería de renos) sin sacrificar la regeneración.
- El cuello de botella no es solo técnico: la productividad debe compensar costos de capital/energía; el sistema requiere brazos más rápidos que una grúa convencional para posicionar el Planter y aumentar plantaciones/hora.
- La autonomía mejora seguridad y trabajo: elimina vibración corporal completa asociada a conducción off-road y permite modelos de tele-operación o supervisión de múltiples máquinas por un operador.
- La digitalización habilita silvicultura de precisión: registrar coordenadas exactas de plántulas puede alimentar un 'gemelo digital' del bosque, mejorando decisiones de raleo, fertilización de baja dosis y protección de material genético mejorado.
- Persisten barreras para escalamiento: robustez de sensores (polvo, vibración, clima), detección fina de obstáculos, base de

máquina comercial adecuada, costo vs velocidad, logística de plántulas y cambios regulatorios (geofencing vs cercas físicas).

Recomendaciones (impacto/relación sectorial con bioeconomía, economía forestal y madera)

1. Priorizar MRV de disturbio y supervivencia: evaluar desempeño del Planter (sobrevivencia/crecimiento) vs plantación manual; reportar disturbio real (<3%) como indicador ESG y de integridad ambiental.
2. Acelerar el 'actuador' de plantación: reemplazar grúa por brazo(s) rápido(s) o múltiples unidades Planter; aumentar plantaciones/hora para lograr bancabilidad.
3. Robustez de sensores y fusión de datos: diseñar paquetes de sensores resistentes a polvo/vibración y usar fusión + filtrado para mejorar detección de obstáculos y tamaño/posición.
4. Optimizar logística de plántulas: rediseñar bandejas/embalaje y sistemas de carga para mecanización; la capacidad de 1.500 plántulas es referencia útil, pero se requiere eficiencia en recarga y manejo.
5. Escalamiento con planificación digital: usar Pathfinder y rutas tipo TSP/VRP para reducir U-turns, distancia y combustible; transferible a escarificadores y plantadoras no autónomas.
6. Regulación y seguridad: promover marcos de operación autónoma con geofencing y detección de personas/fauna, evitando cercado físico costoso.
7. Conectar autonomía con bioeconomía circular: integrar regeneración rápida con cadenas de madera de alto valor (madera estructural/ingenierizada) para maximizar sustitución de materiales intensivos en carbono.

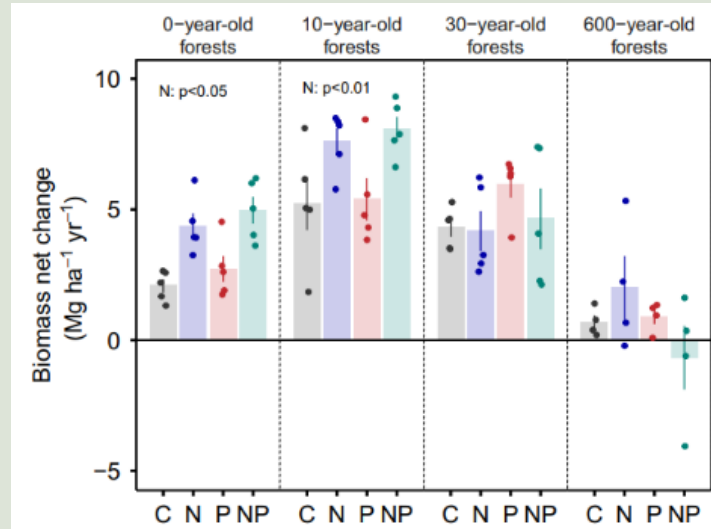
Fuente

Hansson, L.J. et al. (2024). Forests 15(2):263. doi:10.3390/f15020263.

Puedes descargar el documento completo [aquí](#)



La captura de carbono en bosques tropicales se acelera con nitrógeno



Propósito y mensaje central

El estudio evalúa si la recuperación del carbono en bosques tropicales secundarios (tras cambio de uso del suelo) está limitada por nutrientes, y cómo esa limitación cambia a lo largo de la sucesión. Mediante un experimento a escala de paisaje en Panamá con adición factorial de nitrógeno (N) y fósforo (P), el artículo concluye que la limitación es fuertemente por N en bosques muy jóvenes, pero desaparece en bosques secundarios más viejos (≥ 30 años) y en bosques maduros; no se encontró evidencia de limitación por P en acumulación de biomasa aérea a ninguna edad. La implicación sectorial es directa para la bioeconomía forestal y la cadena de la madera: el ritmo de regeneración y de formación de biomasa (madera) puede depender del 'cuello de botella' de N en la primera década, afectando el tiempo para capturar carbono, la productividad futura y la bancabilidad de proyectos de restauración productiva.

Principales cifras y estadísticas

- Diseño a escala de paisaje: 76 parcelas (0,1–0,16 ha) distribuidas en ~ 16 km², evitando seudorreplicación y controlando metacomunidad, suelos y clima.

- Gradiente sucesional: bosques 0 años (pasturas recién abandonadas), 10 años, 30 años y bosque maduro (~ 600 años).
- Monitoreo biológico: 88.843 individuos (árboles/palmas/lianas) seguidos bajo manipulación de nutrientes.
- Suelos (0–30 cm): N total 0,28–0,35%; P total 246–286 mg P/kg; el P total no cambia a lo largo de la sucesión en el sitio.
- Dosis de fertilización: 125 kg N/ha/año (urea recubierta) y 50 kg P/ha/año (superfosfato triple), aplicadas en 4 dosis anuales.

Resultados cuantitativos clave (biomasa y carbono)

- Recuperación 'base' (sin fertilización): a los 14 años, los bosques secundarios alcanzan $\sim 25\%$ de la biomasa aérea de un bosque maduro; a los 30 años, $\sim 50\%$.
- Efecto del N en biomasa aérea (AGB): 4 años de adición de N incrementan la biomasa aérea en 95% en pasturas recién abandonadas (0 años) y en 33% (reporte en el texto) / 48% (reporte en neto) en

bosques de 10 años, dependiendo de la métrica (biomasa total vs tasa neta).

- Efecto del N en la tasa neta de acumulación de biomasa: +95% (bosque 0 años) y +48% (bosque 10 años). En bosques de 30 años y en bosque maduro no hubo efecto de N.
- Costo climático de la limitación por N: en parcelas control, la limitación por N impidió la captura de ~4,1 t CO₂/ha/año durante la primera década de recuperación.
- Fósforo: no se evidenció limitación por P en cambio neto ni ganancia de biomasa; solo se observa señal en pérdidas por mortalidad en bosques 0 años.
- Implicación global potencial: si el patrón se generaliza, la limitación por N podría impedir la captura de 0,69 Gt CO₂/año (rango 0,47–0,84) cuando la reforestación tropical se usa como solución climática natural.

Principales conclusiones del documento

- La limitación de nutrientes sobre la recuperación de carbono no es constante: cambia con la edad del bosque. En este paisaje, la limitación fuerte es por N al inicio (0–10 años) y desaparece en ≥30 años.
- La hipótesis clásica de 'paso de N a P' no se confirma aquí: no se detecta limitación por P en acumulación de biomasa aérea a ninguna etapa, aun con dos décadas de adición en bosque maduro.
- El mecanismo principal del efecto del N en bosques jóvenes es el aumento de la ganancia de biomasa (crecimiento + reclutamiento); en 0 años también aumenta pérdidas por mortalidad (auto-raleo) por competencia.
- El estudio refuerza la necesidad de representar la heterogeneidad de limitaciones nutricionales en modelos (DGVM) y en MRV de proyectos: algunos bosques jóvenes son N-limitados; bosques viejos pueden estar limitados por otros

Fuente

Tang, W. et al. (2026). Nature Communications 17:55. doi:10.1038/s41467-025-66825-2. Puedes descargar el documento completo [aquí](#)

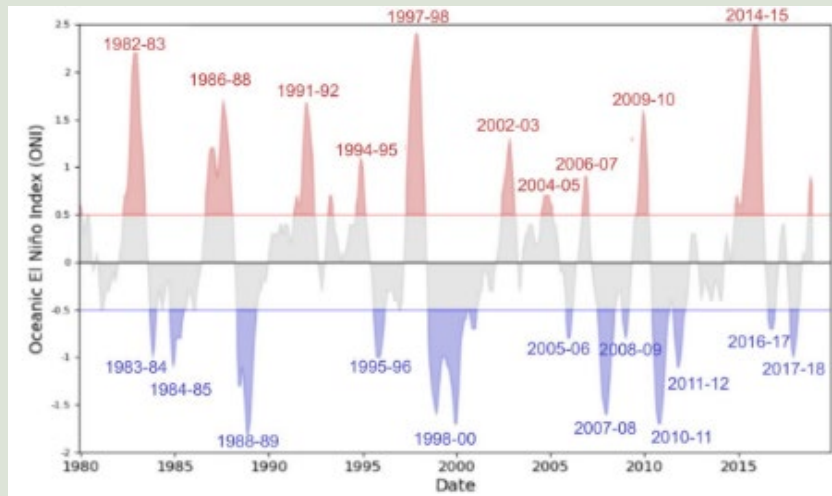
recursos (K, Ca, agua) o por ninguno detectado en madera.

Recomendaciones (impacto/relación sectorial con bioeconomía y madera)

1. Diseñar restauración con 'primeros 10 años' como fase crítica: en proyectos de regeneración natural o restauración productiva, incorporar estrategias para aliviar limitación por N sin inducir daños (p. ej., selección de especies fijadoras de N).
2. Priorizar mezclas con fijadoras de N nativas: incluir leguminosas u otras especies con fijación simbiótica en plantaciones/enriquecimientos para acelerar captura de carbono en fases tempranas; aprovechar que la fijación se regula a la baja en bosques maduros, reduciendo riesgo de exceso de N.
3. Focalizar dónde restaurar: favorecer suelos con mayor fertilidad relativa o áreas con mayor deposición de N cuando el objetivo principal sea maximizar secuestro temprano; evaluar trade-offs con agricultura y ética/competencia por tierra.
4. Evitar depender de fertilización directa como solución estándar: el artículo advierte riesgos y costos (energía del fertilizante y emisiones de N₂O). Si se usa, debe ser excepcional, con análisis de ciclo de vida y salvaguardas.
5. MRV y bancabilidad: incorporar indicadores de nutrientes y dinámica (ganancia/pérdida de biomasa) en MRV de carbono forestal; ajustar expectativas de captura en la primera década según limitación por N.
6. Cadena de la madera y bioeconomía: usar los ingresos climáticos (carbono) para financiar manejo temprano (enriquecimientos, control de herbivoría, conectividad), mejorando productividad futura y abastecimiento sostenible de madera para productos de larga vida (madera estructural/ingenierizada).



El 'precipitationshed' transfronterizo de una cuenca no transfronteriza (Magdalena)



Propósito y mensaje central

El artículo demuestra que la seguridad hídrica de una cuenca geográficamente 'nacional' puede depender de procesos atmosféricos transfronterizos. Mediante el enfoque de 'precipitationshed' (regiones que aportan humedad a la precipitación de una cuenca objetivo) y el reciclaje de humedad terrestre (TMR), el estudio cuantifica que la cuenca del Magdalena —crítica para agua y energía en Colombia— depende de evapotranspiración proveniente de otras cuencas y países (Orinoco y Amazonia). La conclusión es un cambio de paradigma: la gestión basada solo en límites topográficos (cuenca) es insuficiente; se requieren marcos adaptativos que incorporen teleconexiones atmosféricas, variabilidad estacional y ENSO. Esto tiene implicaciones directas para bioeconomía y economía forestal: el bosque (local y upwind) actúa como 'infraestructura de lluvia'; su degradación impacta agua, hidroelectricidad, productividad agrícola e industrias dependientes de agua (pulpa/papel, tableros, aserrío, biorrefinería).

Principales cifras y estadísticas (del documento)

- Cuenca del Magdalena: área 261.205 km² y caudal medio 7.317 m³/s; aporta la mayor

parte del agua dulce y energía hidroeléctrica del país, con 49 de 78 grandes embalses.

- Dependencia de humedad terrestre: ~37,3% de la precipitación media de largo plazo proviene de evapotranspiración terrestre (TMR).
- Componente regional transfronterizo: 29,9% de la precipitación media se explica por Reciclaje Regional de Humedad (RMR), es decir, evapotranspiración proveniente de fuera de la cuenca, principalmente Orinoco y Amazonia (incluye Venezuela, Guyana, Surinam y Brasil).
- Característica clave: la precipitación media de la cuenca es 5,4 mm/día con régimen bimodal; el precipitationshed es dinámico y cambia estacionalmente (retracción/expansión).
- Teleconexiones: la conectividad aumenta en JJA por el South American Low-Level Jet (SALLJ), que transporta vapor desde Amazonia/Orinoco hacia el noroccidente suramericano; en DJF domina el Orinoco Low-Level Jet (OLLJ).
- Riesgo ENSO: durante El Niño disminuye notablemente el aporte de humedad del norte amazónico; se observan anomalías



también en La Niña (aun con más lluvia), sugiriendo mayor peso de humedad oceánica en esa fase.

- Riesgo histórico: eventos extremos han causado crisis; por ejemplo, La Niña 2011 generó daños >US\$2,7 mil millones en el país.

Principales conclusiones (lectura sectorial)

- La 'soberanía hídrica' es parcialmente atmosférica: aunque el Magdalena no cruza fronteras, su precipitación depende de ecosistemas fuera de Colombia. Esto crea un riesgo oculto para agua y energía.
- Los bosques upwind (Amazonia y Guayana) y los Llanos Orientales funcionan como activos climáticos que sostienen lluvia; la deforestación y cambios de uso del suelo en esas zonas pueden reducir precipitación en el Magdalena (efectos downwind).
- Los precipitationsheds son dinámicos: cambian por estación y por ENSO; por tanto, la planificación hídrica debe ser flexible y basada en riesgo (no solo en promedios históricos).
- La gestión del agua debe pasar de 'demanda-lado' (ET como pérdida) a 'oferta-lado' (ET como contribución a lluvia), revalorizando la evapotranspiración de coberturas naturales como servicio ecosistémico.
- Se abren preguntas de gobernanza: ¿existe un servicio ecosistémico transfronterizo no reconocido que debería habilitar cooperación, incentivos o compensaciones para conservación upwind?

Implicaciones para bioeconomía y economía forestal/madera

- Industria forestal y de la madera es agua-dependiente: plantaciones, viveros, transformación, pulpa y energía requieren seguridad hídrica; un precipitationshed degradado eleva costos y riesgo operativo.
- Justificación económica de SbN y restauración: conservar/recuperar bosques no solo protege biodiversidad; protege 'fábricas de lluvia', reduciendo riesgo de

raconamientos e impactos en hidroelectricidad.

- Trazabilidad y ESG territorial: este enfoque sugiere que la debida diligencia debe ampliar el 'área de influencia' de proyectos y cadenas: no solo la cuenca directa, sino los núcleos del precipitationshed que aportan humedad de manera consistente.
- Finanzas climáticas: abre la puerta a diseñar instrumentos que remuneren servicios de reciclaje de humedad (agua atmosférica) complementarios a carbono/biodiversidad.

Recomendaciones (accionables)

1. Incorporar precipitationsheds en planeación hídrica y energética: mapas de fuentes de humedad (TMR/RMR) como insumo para gestión de embalses, expansión hidroeléctrica y planes de contingencia ENSO.
2. Identificar 'núcleos' del precipitationshed: priorizar regiones upwind que aportan consistentemente (Amazonia norte, Orinoco, Guayana) para políticas de conservación/restauración y cooperación internacional.
3. Integrar riesgo LULC-clima en licenciamiento: exigir a proyectos grandes (hidroeléctricas, agroindustria, forestales) evaluación de dependencia de humedad reciclada y escenarios de deforestación upwind.
4. Desarrollar mecanismos de cooperación e incentivos: explorar esquemas tipo compensación por servicios ecosistémicos transfronterizos, acuerdos multilaterales o instrumentos de 'beneficio compartido'.
5. MRV y validación: complementar modelos con isotopía de precipitación, satélites de evaporación y redes de flujos; mejorar resolución para zonas andinas complejas.
6. En el sector forestal-maderero: adoptar gestión de riesgo hídrico basada en ENSO (planes de sequía), diversificación de abastecimiento y prácticas de paisaje (corredores ribereños, mosaicos) que sostengan ET local (LMR).



Fuente

Posada-Marín et al. (2026). *Water Resources Management* 40:110. doi:10.1007/s11269-025-04450-w. Puedes descargar el documento completo [aquí](#)

Experiencias de integración de la biodiversidad en los sectores productivos, económicos y financieros de América Latina y el Caribe (CEPAL, 2022)



Propósito y alcance del informe

El informe analiza cómo “integrar” (mainstream) la biodiversidad en decisiones y prácticas de sectores productivos, económicos y financieros en América Latina y el Caribe. Se basa en entrevistas y revisión documental de diez iniciativas seleccionadas en siete países, cubriendo sectores como agricultura, pesca, forestal, finanzas, manufactura, infraestructura, turismo y gobiernos subnacionales.

Principales hallazgos y cifras clave

- Riesgo económico sistémico: la pérdida de biodiversidad y el colapso de ecosistemas se ubican entre los riesgos globales de alta probabilidad e impacto. El análisis citado muestra que más de la mitad del PIB

mundial (≈ 44 millones de millones de USD) depende moderada o altamente de la naturaleza; las industrias altamente dependientes representan 15% del PIB mundial (≈ 13 millones de millones de USD) y las moderadamente dependientes 37% (≈ 31 millones de millones de USD).

- Impacto en cadenas de valor: se reporta que 60% de las variedades de café están en riesgo de extinción; un colapso de esta base biológica podría desestabilizar un mercado de café con ventas minoristas globales de 83 mil millones de USD (2017).
- Resultados socioeconómicos medibles en el sector forestal: el caso de manejo forestal comunitario en la Reserva de la Biósfera Maya (Guatemala) genera cerca de 2.000



empleos anuales y avanzó en inclusión: 20% de los puestos de liderazgo y toma de decisiones ocupados por mujeres (frente a un inicio con 0%).

- **Movilización de recursos:** el Mecanismo de Obras por Impuestos (Perú) permite canalizar hasta 50% del impuesto a la renta anual hacia proyectos de inversión pública (incluida infraestructura verde). BIOFIN identificó, tras analizar más de 50.000 proyectos, una cartera de ~650 proyectos potenciales por cerca de 1.500 millones de USD; pese a ello, la ejecución en biodiversidad se mantiene incipiente.
- **Gestión de riesgos climáticos y naturaleza:** el Seguro para la Protección de Arrecifes y Playas (Quintana Roo, México) cubre 150 km de ecosistemas costeros y, tras el huracán "Delta" (vientos >100 nudos), activó una indemnización cercana a 800.000 USD, frente a un costo aproximado de 250.000 USD para contratar la póliza.

Lectura sectorial: implicaciones para bioeconomía, economía forestal y cadena madera

Para la bioeconomía y la economía forestal/maderera, el informe aporta tres mensajes prácticos: (i) el capital natural debe tratarse como activo productivo y no como externalidad, porque el riesgo ecológico se traduce en riesgo de ingresos, productividad y acceso a mercados; (ii) la "integración recíproca" (alinear objetivos de conservación con prioridades de productividad, competitividad e inversión) facilita adopción empresarial y financiamiento; (iii) los mayores cuellos de botella están en capacidades, medición y coordinación intersectorial.

- **Competitividad y mercado:** la dependencia del PIB global y ejemplos como el café muestran que el abastecimiento de materia prima, los costos y la estabilidad de precios dependen de funciones ecosistémicas; para madera y productos forestales, esto se traduce en riesgo de oferta (crecimiento, sanidad forestal), riesgo reputacional/regulatorio y riesgo financiero.
- **Trabajo decente y encadenamientos:** el caso forestal comunitario demuestra que modelos de manejo sostenible pueden sostener empleo rural y gobernanza inclusiva; esto es relevante para esquemas de plantaciones, concesiones, restauración

productiva y cadenas de valor maderables y no maderables.

- **Finanzas y taxonomías:** el documento destaca el valor de tipologías/taxonomías de biodiversidad para canalizar inversión hacia resultados (ODS y metas del marco global), un punto aplicable a inversiones en silvicultura comercial, plantaciones, restauración y bioindustrias basadas en biomasa.

Conclusiones del documento

- La integración de la biodiversidad es condición habilitante para implementar el marco global posterior a 2020 y para reducir riesgos económicos y sociales; no puede quedar confinada al sector ambiental.
- Las iniciativas analizadas evidencian logros, pero también una brecha persistente: aún es limitada la incorporación de los valores de la biodiversidad en decisiones económicas y financieras, y existe un vacío crítico de datos para demostrar retornos socioeconómicos.
- El escalamiento no es lineal: requiere combinar intervenciones "de abajo hacia arriba" (territorio, actores locales) y "de arriba hacia abajo" (política pública, presupuestos, reglas de juego del mercado).

Recomendaciones priorizadas (orientadas a economía forestal/bioeconomía)

- **Medir para movilizar:** institucionalizar métricas de impacto (empleo, productividad, riesgos evitados, retornos) junto con indicadores ambientales, para sostener inversión y continuidad política.
- **Enfocar la coordinación:** crear mecanismos de gobernanza y presupuesto intersectoriales (finanzas/planeación + ambiente + sectores productivos) que traduzcan biodiversidad en criterios de inversión, licenciamiento y compras públicas.
- **Usar instrumentos financieros replicables:** adaptar herramientas como Obras por Impuestos (infraestructura verde, restauración, corredores) y esquemas paramétricos de seguros para riesgos climáticos/naturales.
- **Impulsar cadenas de valor 'cascada':** priorizar el uso sostenible y el mayor valor agregado de biomasa forestal (madera estructural, bioquímicos, biomateriales) con salvaguardas sociales y ambientales.



- Cerrar brechas de capacidades: programas de formación para empresas y gobiernos locales sobre integración recíproca, contabilidad de capital natural, taxonomías, y estructuración de proyectos bancables en bioeconomía forestal.

Fuente

V. Alvarado, M. Tambutti y A. Rankovic, "Experiencias de integración de la biodiversidad en los sectores productivos, económicos y financieros de América Latina y el Caribe", Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/206), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2022.

Puedes descargar el documento completo [aquí](#)

