



Créditos: Stephen Elliott



INFORME DE SÍNTESIS

2022

ENTENDIENDO LA RESTAURACIÓN DE LOS BOSQUES A ESCALA DE PAISAJE:
REFORZANDO LOS FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS PARA LA DÉCADA DE LAS NACIONES
UNIDAS PARA LA RESTAURACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS

Contenido

| | |
|---|----|
| PUNTOS DESTACADOS | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 2 |
| AVANCES EN CIENCIAS ESENCIALES EN EL TEMA TEMÁTICO | 3 |
| ¿QUÉ SIGUE PARA LA CIENCIA PARA AYUDAR A RESTAURAR LOS BOSQUES DEL MUNDO? | 7 |
| REFERENCIAS | 9 |
| INFORMACIÓN DE CONTACTO | 11 |
| APPÉNDICE 1 – DECLARACIONES CONSENSUADAS | 12 |

Resumen ejecutivo de un número temático en *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Serie B, Ciencias biológicas*, noviembre de 2022 (<https://royalsocietypublishing.org/toc/rstb/2023/378/1867>)

Andrew R. Marshall, Lindsay F. Banin, Marion Pfeifer, Catherine E. Waite, Sarobidy Rakotonarivo, Susan Chomba, Natalia Norden, Robin L. Chazdon

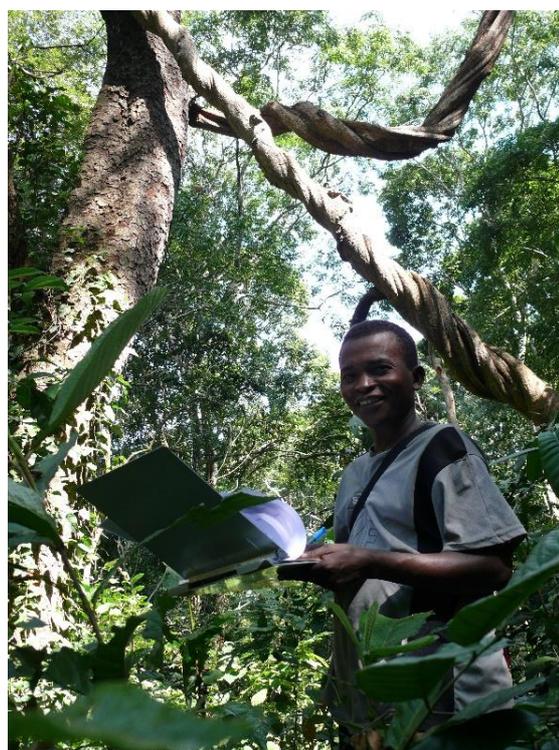
PUNTOS DESTACADOS

- La Década de las Naciones Unidas para la Restauración de Ecosistemas (2021–2030) necesitará de aportes científicos para garantizar su éxito.
- Nuestro número temático identifica 15 áreas prioritarias clave para la ciencia de la restauración de bosques y contiene 20 artículos que presentan avances científicos en estas áreas. Los editoriales también destacan las formas en que se puede mejorar la práctica de la ciencia de la restauración y comunicarse mejor con los implementadores, los responsables de la formulación de política pública y los tomadores de decisiones en un sentido más amplio.
- Aunque la ciencia y el monitoreo son cruciales para comprender los resultados a largo plazo, por lo general no se integran adecuadamente en la planificación de la restauración.
- Se necesita un enfoque científico a escalas relevantes para la implementación de la restauración y la toma de decisiones.
- La restauración de los bosques puede beneficiar tanto a la naturaleza como a las personas si se hace correctamente, pero existen barreras comunes para lograr estos objetivos simultáneamente.
- Se necesita más investigación sobre los costos y beneficios de la restauración para la naturaleza y las personas, así como sobre lo que constituyen las buenas prácticas, que suelen ser contexto-específicas.

INTRODUCCIÓN

La Década de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas, 2021-2030, brinda una oportunidad crítica para restaurar los bosques, que son vitales para las especies, las personas y el clima del planeta. Implementar procesos de restauración y de siembra de árboles a partir de prácticas basadas en la evidencia es importante tanto para la naturaleza como para las personas: usando especies y métodos apropiados, lugares idóneos y en colaboración entre los implementadores, los científicos y comunidades locales. Del mismo modo, es esencial que los implementadores de la restauración de bosques a escala de paisaje (RPF, por sus siglas en inglés) consideren regiones enteras y a todos los actores y organizaciones relevantes, y no sitios aislados. En consecuencia, la RPF se define como un proceso que tiene como objetivo restaurar tanto el funcionamiento ecológico como el bienestar humano en coberturas forestales degradadas. Al adoptar un enfoque holístico, los esfuerzos de la RPF pueden abordar las múltiples razones en pro de la regeneración de los bosques y garantizan beneficios para todos los tomadores de decisiones involucrados, incluidos aquellos que viven fuera del paisaje. Se requieren enfoques científicos para comprender integralmente y actuar sobre los múltiples objetivos y desafíos de la RPF y, sin embargo, los científicos rara vez participan en la planificación de estrategias de la RPF y la implementación de sus acciones.

Este artículo resume los principales hallazgos de un número temático en una importante revista internacional, que une a científicos de todo el mundo de diversas disciplinas científicas. Este número comprende 20 artículos, con 192 autores de 27 países, incluidos muchos de los trópicos, donde se centra la mayor parte del trabajo presentado. La mayoría de estos científicos, incluidos los 7 editores invitados, están trabajando en la primera línea de la restauración de bosques, intentando utilizar la evidencia de la investigación para inspirar la acción y el cambio. Para apoyar estos esfuerzos, el número temático tiene como objetivo identificar cómo la ciencia puede ayudar a lograr las prioridades mundiales de la RPF durante la Década de las Naciones Unidas y más allá. Los artículos de este número ponen a prueba opciones y ofrecen soluciones para planificar y ejecutar la RPF de manera que tanto la naturaleza como las personas se vean beneficiadas. Otros artículos incluyen enfoques para identificar, monitorear, predecir y mitigar los múltiples desafíos para una RPF exitosa. Varios artículos también hacen avances conceptuales y metodológicos para recuperar los bosques pensando en su biodiversidad y en su capacidad como sumideros de carbono, utilizando métodos apropiados y prácticas justas e inclusivas.



Crédito: Andrew R. Marshall

AVANCES EN CIENCIAS ESENCIALES EN EL TEMA TEMÁTICO

La introducción de este número temático enumera 15 formas en que la ciencia puede ayudar a proporcionar nueva información esencial para una mejor restauración de bosques a escala de paisaje¹. Al desarrollar esta lista, un equipo internacional de científicos consideró las brechas de conocimiento a lo largo de todo el ciclo de restauración forestal, desde la planificación hasta la implementación, evaluación y reevaluación. La lista se utiliza para identificar áreas críticas para futuras investigaciones y para resaltar los principales avances realizados por los artículos que acompañan este número.

1. AVANCES EN LA SUPERACIÓN DE BARRERAS EN LA RESTAURACIÓN DEL PAISAJE FORESTAL



Crédito: Andrew R. Marshall

El número temático enfatiza que se necesitan avances científicos esenciales para comprender mejor los desafíos para el bienestar humano, la economía y la gestión para una RPF¹ exitosa. En las regiones en vía de desarrollo, las comunidades locales a menudo han sido pasadas por alto en los procesos de restauración de bosques y por las estructuras de gestión que supervisan el trabajo. La financiación sostenible de la RPF es un desafío económico importante, ya que la mayoría de los proyectos de restauración no cuentan con fondos suficientes más allá de los intereses de los donantes a corto plazo, y no existe evidencia científica concreta sobre la mejor manera de lograr financiación en el largo plazo. También persiste una incertidumbre considerable con respecto a cómo todos estos retos se comparan e interactúan con los desafíos ambientales, como la variación climática natural e inducida por el hombre. En consecuencia, otro desafío importante es que las perturbaciones en curso, especialmente la tala,

la herbivoría, los incendios y las tormentas de viento, continúan amenazando la restauración de los bosques, incluso bajo una buena gestión y climas favorables.

En este número temático, una revisión de la literatura y un estudio de casos raros muestran que el bienestar humano en las regiones de RPF puede beneficiarse de una práctica justa y equitativa, por ejemplo, a través de esquemas de incentivos² y certificación forestal³, pero esto aún debe probarse en regiones que difieren en condiciones biofísicas, socioeconómicas, de gobernanza y en su historia de uso de la tierra. El bienestar se puede mejorar mediante un mayor rendimiento de los cultivos y el acceso a los recursos forestales², pero existen beneficios y costos asociados a la biodiversidad⁴. Si bien mejorar el bienestar y otros desafíos humanos suele ser difícil en las regiones en vía de desarrollo, una teoría

pionera destaca que una evaluación relativamente simple de las capacidades de las comunidades locales puede predecir cómo superar los principales retos con relativa facilidad⁵. Nuevos datos a nivel de paisaje presentados en este número muestran que la restauración de bosques dentro de las áreas protegidas existentes puede evitar muchas de las complejidades humanas de la RPF y, por lo tanto, ahorrar costos⁶. Sin embargo, esto también resalta la tentación de seguir los caminos más simples para lograr los objetivos de la restauración, pasando por alto las necesidades de las comunidades en terrenos públicos o privados⁶. Además, donde los desafíos humanos o de manejo han llevado a perturbaciones o a malas prácticas, los estudios de caso en este número temático muestran que la recuperación del bosque se vuelve más vulnerable a las tensiones ambientales^{7,8,9}. El fuego sigue siendo un factor de estrés ambiental significativo en muchas partes del mundo, pero los enfoques para manejarlo a menudo requieren de un conocimiento específico sobre su función natural según el sitio, como se ve en este número, desde la planificación del paisaje⁶ y los nuevos conceptos emergentes¹⁰.

2. AVANCES PARA LA PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RESTAURACIÓN DEL PAISAJE FORESTAL

La planificación de la restauración a escala del paisaje rara vez considera todas las razones potenciales para restaurar los bosques, por ejemplo, la biodiversidad y la recuperación de especies, el secuestro de carbono, el desarrollo económico y las necesidades de los medios de subsistencia¹. Las decisiones de planificación pueden verse comprometidas por la falta de evaluación científica de procedimientos alternativos de toma de decisiones. Como resultado, falta información científica crítica sobre dónde restaurar (o no) los bosques. La limitación en la información disponible también ha sido controversial, especialmente en los intentos globales de mapear áreas prioritarias para la restauración pues no se han logrado incorporar muchos de los factores de viabilidad esenciales para la toma de decisiones a nivel regional. La evaluación científica también está altamente limitada en términos de identificar las cadenas de valor y suministro que son cruciales para establecer los beneficios financieros de los bosques y árboles para la población local. De manera más general, la mayoría de los proyectos de restauración carecen de medición y seguimiento suficientes para evaluar realmente su éxito.

Los estudios regionales en este número temático muestran diferencias en la priorización espacial en comparación con las predicciones resultantes de evaluaciones globales, lo que sugiere limitaciones de los estudios globales e indica que la escala de la planificación de la restauración debe conectarse con las decisiones que se toman en el territorio y con la confiabilidad de los datos^{6,11}. Este número presenta enfoques técnicos innovadores para evaluar y sintetizar las múltiples consideraciones de la planificación de la restauración a escala de paisaje, y demuestra que una planificación deficiente aumenta el riesgo de conflictos entre las comunidades locales y la vida silvestre⁴ y conduce a un uso ineficiente de los fondos⁶. La evaluación de las capacidades de las comunidades locales se utiliza en este número temático para predecir el potencial de restauración, así como el valor y el suministro: las comunidades con mayor capital financiero y social necesitan menos apoyo financiero⁵. Sin embargo, los ingresos pueden tardar en acumularse, por lo que es importante que la planificación se centre en otros aspectos del bienestar/medios de vida³. Aunque la medición y el seguimiento de los resultados económicos, de bienestar y de gobernanza en torno a la restauración también tienen potencial para mejorar los objetivos de la RPF^{3,4}, los datos socioeconómicos tienen una disponibilidad limitada y los métodos están menos

definidos en los estudios de restauración, especialmente para los grupos marginados⁵. El número temático también identifica que los datos de monitoreo biológico generalmente son insuficientes, carecen de controles comparables¹ y requieren mejoras para considerar mejor la supervivencia y el crecimiento de las plantas⁸, la diversidad y composición de especies¹² y la dispersión de semillas¹³. Para maximizar los resultados biológicos, los estudios de caso en el número temático enfatizan la importancia de las evaluaciones de coberturas en paisajes con mosaicos de bosques y sabanas, lo que permite identificar qué ecosistema es el objetivo de restauración apropiado^{6,11}.

3. AVANCES PARA MEJORAR LAS TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN FORESTAL

Hay muchas técnicas para restaurar los ecosistemas de bosque y, sin embargo, ha habido una dependencia excesiva generalizada de la siembra de árboles en lugar de la recuperación natural. La consecuencia de estrategias inadecuadas de siembra de árboles ha sido una composición inadecuada de especies, supervivencia y crecimiento deficientes de los individuos plantados y beneficios limitados para la biodiversidad y para las personas. Por lo tanto, se requiere de más información científica para determinar los métodos de restauración más apropiados y para definir cómo hacer un mejor trabajo en la siembra de árboles, en caso de que ese sea el método apropiado. Por ejemplo, este número temático identifica que se necesitan avances científicos esenciales para determinar los impactos de las plantas más competidoras y cómo manejarlas, lo que tendrá consecuencias significativas para promover el crecimiento de los árboles y, por lo tanto, también el sumidero global de carbono¹. También se necesitan avances para comprender mejor la importancia del suelo y de los procesos subterráneos, los cuales son cruciales para el éxito de la restauración, pero que rara vez se abordan. De manera similar, aunque los animales son cruciales para la dispersión de semillas y la polinización, a menudo se pasan por alto en la planificación de la restauración. Finalmente, se necesitan avances científicos para comprender mejor los impactos ambientales de la restauración, que pueden ser significativos. Además, se han informado resultados contradictorios, especialmente con respecto al flujo y la disponibilidad del agua, que pueden verse afectados tanto positiva como negativamente durante los procesos de restauración de bosques¹.

Los métodos para la restauración son más rentables cuando tienen en cuenta las condiciones ambientales y los niveles de degradación, y aunque la siembra de árboles es costosa, se vuelve rentable cuando se usa de manera adecuada^{6,8,14,15}. Sin embargo, este número temático también destaca que los métodos para seleccionar especies de árboles son inconsistentes y mal definidos¹⁴ y los procesos de siembra son a menudo pobres en especies⁸. Si bien las especies exóticas pueden ayudar a mejorar las perspectivas de siembra de árboles fomentando el crecimiento de los árboles nativos, también pueden reducir la biodiversidad general¹⁸. Otro estudio de caso incluido en este número muestra que los métodos rentables que facilitan la recuperación natural, en lugar de plantar, también mejoran la resistencia al daño por viento⁷. La evaluación espacial en este número temático muestra que las mejores prácticas de restauración varían según los paisajes y se pueden predecir utilizando información biológica básica⁶, aunque esta información es demasiado limitada en muchas regiones⁸. Una mejor información sobre el suelo y las perturbaciones puede ayudar a seleccionar mejor tanto los métodos de restauración^{9,16} como las especies¹⁴. De manera similar, la investigación en el número temático muestra la importancia de considerar a los animales al seleccionar especies y ubicaciones, tanto para fomentar la dispersión de semillas¹³ como para minimizar el conflicto entre humanos y vida silvestre⁴.



Crédito: Revocatus Laurian, Reforest Africa

¿QUÉ SIGUE PARA LA CIENCIA PARA AYUDAR A RESTAURAR LOS BOSQUES DEL MUNDO?

El primer mensaje general de este número temático es que se necesita más investigación científica enfocada en todo el ciclo de la gestión de la restauración de bosques¹. Del resumen anterior, vemos que se necesita un enfoque científico en la planificación espacial y la proyección de los resultados de la RPF a escalas realistas para garantizar la confiabilidad y relevancia de los datos para los implementadores y los tomadores de decisiones. Identificar dónde y cuándo es mejor restaurar, requerirá de consideraciones sociales que incluyen una mejor comprensión de la gobernanza y de las circunstancias de tenencia de la tierra, así como de los beneficios y costos bióticos, abióticos y humanos de las acciones en torno a la restauración. Una vez seleccionados los sitios para la restauración, se necesita de una investigación científica que apoye la selección de métodos, de manera que se pueda detonar la sucesión natural, y así alcanzar bosques más resilientes que se recuperen naturalmente. Los monocultivos o las plantaciones de árboles pobres en especies no representan bosques saludables, resilientes y completamente funcionales, y tienen servicios ecosistémicos limitados, lo que restringe los beneficios disponibles para las poblaciones locales. Los científicos también están bien posicionados para ayudar a encontrar formas de financiar la restauración sostenible, tanto a través de la investigación como a través de sus contactos internacionales y canales de financiación, que pueden no ser accesibles o evidentes para los implementadores que trabajan en campo. La formulación conjunta de propuestas de financiación entre científicos e implementadores también puede ampliar el fondo común de financiación accesible a ambos sectores y permitir que la ciencia avance al mismo tiempo que la gestión.

El segundo mensaje general es que se necesita una mejor ciencia. Las controversias recientes muestran que los propios científicos pueden mejorar su trabajo, y en el prefacio científico a este número temático se destacan seis formas de mejorar la ciencia de la restauración para garantizar la transparencia, el realismo, y un fuerte enfoque en los datos, así como la atención a los costos/beneficios financieros¹⁹. La RPF también debe estar respaldada por métodos más robustos que permitan medir y monitorear los resultados biológicos y no biológicos, especialmente aquellos relacionados con las capacidades locales y el bienestar, y que puedan ser aplicados fácilmente. Las mediciones son importantes para el seguimiento del éxito retrospectivamente, es decir, indicadores "rezagados", aunque los indicadores también pueden ser "líderes" en el sentido de que pueden usarse para predecir amenazas inminentes, tendencias futuras, oportunidades o idoneidad de alternativas de manejo y gestión. Los financiadores y donantes deben reconocer la importancia del monitoreo a largo plazo como un componente crítico de los ciclos de los proyectos de restauración.

El tercer mensaje general es que la ciencia de la RPF y la experiencia científica deben comunicarse y aplicarse con mayor eficacia. Los hallazgos científicos deben llegar con éxito a los tomadores de decisiones y a las organizaciones ejecutoras e implementadoras, las cuales serán las más capaces de utilizar la información para impulsar la acción. En consecuencia, el prefacio de un implementador en este número temático, por los líderes del Grupo de Trabajo Científico de la Década de la ONU, presenta tres caminos para ayudar a los científicos de la RPF a mejorar la utilidad de su trabajo, enfatizando la necesidad de que la ciencia genere información de relevancia práctica y de colaborar y comunicarse

mejor con socios fuera de la academia para que los resultados sean entendidos²⁰. En general, los científicos deben ser más accesibles, así como su trabajo, para construir relaciones colaborativas más efectivas que lleven a un diálogo con los implementadores y los tomadores de decisiones.

Las principales conclusiones de este número temático relevantes para política pública y para la práctica también están resumidas en 12 declaraciones consensuadas (ver Apéndice).

REFERENCIAS (todas son del número temático en Phil. Trans. B, noviembre de 2022)

1. Marshall et al., Fifteen essential science advances needed for effective restoration of the world's forest landscapes.
2. Tedesco et al., The role of incentive mechanisms in promoting forest restoration.
3. Loveridge et al., Pathways to win–wins or trade-offs? How certified community forests impact forest restoration and human wellbeing.
4. Pfeifer et al., A systems approach framework for evaluating tree restoration interventions for wellbeing and ecological outcomes in rural tropical landscapes.
5. Herbohn et al., The Community Capacity Curve applied to reforestation: a framework to support success.
6. Wills et al., A practice-led assessment of landscape restoration potential in a biodiversity hotspot.
7. Stas et al., Implications of tropical cyclones on damage and potential recovery and restoration of logged forests in Vietnam.
8. Banin et al., The road to recovery: a synthesis of outcomes from ecosystem restoration in tropical and sub-tropical Asian forests.
9. König et al., Restoration success in former Amazonian mines is driven by soil amendment and forest proximity.
10. Lindenmayer et al., Forest restoration in a time of fire: perspectives from tall, wet, eucalypt forests subject to stand-replacing wildfires.
11. Lewis et al., Identifying hotspots for ecosystem restoration across heterogeneous tropical savannah-dominated regions.
12. Chazdon et al., Monitoring recovery of tree diversity during tropical forest restoration: lessons from long-term trajectories of natural regeneration.
13. Estrada-Villegas et al., Animal seed dispersal recovers quickly during passive restoration.
14. Elliott et al., The framework species method—harnessing natural regeneration to restore tropical forest ecosystems.
15. Kulikowski et al., Restoration interventions mediate tropical tree recruitment dynamics over time.
16. van der Sande et al., Soil resistance and recovery during Neotropical forest succession.
17. Werden et al., Belowground traits mediate tree survival in a tropical dry forest restoration.
18. Matos et al., Invasive alien acacias rapidly stock carbon, but threaten biodiversity recovery in young second growth forests.
19. Lewis, Realizing the potential of restoration science.
20. Gnadjia and Vidal, How can science help to implement the UN Decade on Ecosystem Restoration 2021–2030?



INFORMACIÓN DE CONTACTO

Professor Andrew R. Marshall
University of the Sunshine Coast
Sippy Downs QLD 4558, Australia
amarsha1@usc.edu.au

Dr Lindsay F. Banin
UK Centre for Ecology & Hydrology
Bailrigg, Lancaster, LA1 4AP, UK
libanin@ceh.ac.uk

Dr Marion Pfeifer
Newcastle University
Newcastle upon Tyne, NE1 7RU, UK
marion.pfeifer@newcastle.ac.uk

Dr Catherine E. Waite
University of the Sunshine Coast
Sippy Downs, QLD 4558, Australia
cwaite@usc.edu.au

Dr Sarobidy Rakotonarivo
Université d'Antananarivo
BP 566 Antananarivo, Madagascar
sarobidy.rakotonarivo@gmail.com

Dr Susan Chomba
World Resources Institute
Nairobi, Kenya
susan.chomba@wri.org

Dr Natalia Norden
Instituto de Investigación de Recursos
Biológicos Alexander von Humboldt, Colombia
nnorden@humboldt.org.co

Professor Robin L. Chazdon
University of the Sunshine Coast
Sippy Downs QLD 4558, Australia
rchazdon@usc.edu.au

APPÉNDICE 1 – DECLARACIONES CONSENSUADAS

DECLARACIONES CONSENSUADAS PARA REFORZAR LAS BASES CIENTÍFICAS PARA LA RESTAURACIÓN DE BOSQUES DURANTE LA DÉCADA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS

Las siguientes declaraciones consensuadas tienen están destinadas a ayudar a la comunicar los hallazos científicos del número temático, quieren convertirse en un artículo dirigido a implementadores y formuladores de política pública: :

1. Implementadores, biólogos, científicos sociales y economistas deberían trabajar en colaboración para planificar, implementar y evaluar la restauración de los bosques.
2. Los sitios varían ampliamente en su potencial para restaurar los bosques, y por lo tanto se requieren evaluaciones iniciales de las condiciones sociales y ambientales, así como de una planificación espacial de las actividades.
3. Los métodos de restauración de bosques deben adaptarse a las condiciones del sitio, a los procesos naturales y las necesidades de las comunidades locales
4. La información científica se puede utilizar para mejorar la selección de especies de árboles y los enfoques de siembra, facilitando la recuperación natural, ahorrando costos y mejorando los resultados
5. Las perturbaciones y las plantas altamente competitivas están causando problemas para la recuperación de los bosques en todo el mundo, pero pueden manejarse usando enfoques colaborativos
6. La restauración de los bosques es compleja y debe considerar múltiples objetivos, resultados, motores de cambio, tomadores de decisiones, usos de la tierra, compromisos y trayectorias hacia el éxito
7. Los costos y beneficios de la restauración no se comprenden bien y pueden extenderse más allá de los límites de los proyectos de restauración, incluso a comunidades y cuencas más amplias.
8. Los retos para la subsistencia local y la gestión a menudo no se comprenden bien y por tanto difíciles de abordar, lo que requiere de estrategias que prioricen el bienestar humano y la tenencia de la tierra.
9. Es más probable que la población local implemente, apoye y se beneficie de la restauración de bosques si está involucrada en todo el proceso y tiene capacitaciones sobre el proceso
10. Los incentivos financieros y esquemas de certificación benefician tanto a la naturaleza como a las personas, si se manejan correctamente.
11. Los sistemas financieros para la restauración de bosques requieren de desarrollo para mejorar la costo-efectividad, la sostenibilidad y los compromisos a largo plazo de los socios del proyecto.
12. El monitoreo de los resultados de la restauración de bosques en términos ecosistémicos, sociales y de gobernanza requiere de controles adecuados y de métodos apropiados.