



# **Monitoreo de los impactos de REDD+**

Coordinación entre las  
diferentes escalas e  
integración interdisciplinar

Amy E. Duchelle, Martin Herold y Claudio de Sassi

# **Monitoreo de los impactos de REDD+**

Coordinación entre las diferentes escalas e  
integración interdisciplinar

**Amy E. Duchelle**  
CIFOR

**Martin Herold**  
Wageningen University

**Claudio de Sassi**  
CIFOR

© 2016 Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR)



Los contenidos de esta publicación están bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0), <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

DOI: 10.17528/cifor/006138

Duchelle AE, Herold M y de Sassi C. 2016. *Monitoreo de los impactos de REDD+: Coordinación entre las diferentes escalas e integración interdisciplinar*. Bogor, Indonesia: CIFOR.

Translation of: Duchelle AE, Herold M, de Sassi M. 2015. Monitoring REDD+ impacts: Cross-scale coordination and interdisciplinary integration. In: *Latawiec A and Agol D, eds. Sustainability Indicators in Practice*, pp. 55-79. De Gruyter Open, Warsaw, Poland.

CIFOR  
Jl. CIFOR, Situ Gede  
Bogor Barat 16115  
Indonesia

T +62 (251) 8622-622  
F +62 (251) 8622-100  
E [cifor@cgiar.org](mailto:cifor@cgiar.org)

**[cifor.org](http://cifor.org)**

Quisiéramos agradecer a todos los donantes que apoyaron esta investigación a través de sus contribuciones al Fondo de CGIAR. Para ver la lista de donantes del Fondo, visite: <http://www.cgiar.org/who-we-are/cgiar-fund/fund-donors-2/>

Cualquier opinión vertida en este documento es de los autores. No refleja necesariamente las opiniones de CIFOR, de las instituciones para las que los autores trabajan o de los financiadores.

# Contenido

<b>Agradecimientos</b>	<b>v</b>
<b>1 Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2 Conceptos clave y objetivos del monitoreo</b>	<b>4</b>
<b>3 Opciones para monitorear los impactos del carbono y distintos al carbono de REDD+</b>	<b>7</b>
3.1 Monitoreo del carbono	7
3.2 Monitoreo social	12
3.3 Monitoreo ambiental	14
3.4 ¿Posibilidades de un monitoreo integrado?	18
<b>4 Lecciones aprendidas y el camino a seguir</b>	<b>21</b>
<b>Referencias</b>	<b>25</b>

# Lista de figuras y tablas

## Figuras

- 1 Componentes escalares y disciplinares del monitoreo de REDD+. 5
- 2 Posibilidades para el monitoreo del carbono, el monitoreo ambiental y el monitoreo social en REDD+. 16

## Tablas

- 1 Opciones para enfoques de monitoreo y fuentes de datos de las principales actividades y causas de cambio forestal a nivel nacional más allá del uso de los datos por defecto. 8
- 2 Capacidad operativa de diferentes productos de información forestal en el contexto de REDD+. 11

# Agradecimientos

Este trabajo está financiado por el Ministerio Federal de Medio Ambiente alemán, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) y la Iniciativa Internacional para la Protección del Clima (IKI) a través del proyecto “De la investigación sobre el clima a la acción en una gobernanza multinivel: Fomento del conocimiento y la capacidad a escala de paisaje”. Christopher Martius, Jacob Phelps, Elena Shishkova, Erin Sills, Mary Menton y los editores aportaron comentarios muy útiles sobre versiones anteriores.

# 1 Introducción

La compensación basada en resultados para reducir las emisiones de la deforestación y la degradación de los bosques y aumentar las reservas de carbono forestal (REDD+) es una vía prometedora para ayudar a mitigar el cambio climático mundial. Como el impacto de la reducción de emisiones (y el aumento de las absorciones) sobre el clima es la clave central de REDD+, se ha pedido a los países que establezcan sistemas para monitorear los cambios de las reservas forestales de carbono para informar a nivel internacional (Herold y Skutsch, 2011; Romijn et al., 2013). Sin embargo, el monitoreo de REDD+ va más allá del carbono por al menos tres razones. En primer lugar, las actividades de REDD+ pueden promover un sinnúmero de beneficios colaterales de tipo social y ambiental, o entrañar riesgos que deben ser considerados en su diseño e implementación. En segundo lugar, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC, UNFCCC por sus siglas en inglés) de los Acuerdos de Cancún articula siete salvaguardas (Decisión 1/CP.16) para que los programas de REDD+: 1) complementen los programas forestales nacionales y los convenios y acuerdos internacionales; 2) mantengan una gobernanza transparente; 3) respeten los conocimientos y los derechos de los pueblos indígenas y las comunidades locales; 4) consigan una participación efectiva en el diseño y la implementación de REDD+; 5) promuevan la conservación de los bosques y otros beneficios colaterales ambientales y sociales; 6) aborden los riesgos de reversiones; y 7) reduzcan las fugas (UNFCCC, 2011a).

Los países deben establecer sistemas de información de salvaguardas para poder optar a pagos basados en los resultados (UNFCCC, 2014). Además, es posible que las jurisdicciones y los proyectos que trabajan con donantes multi y bilaterales y organismos certificadores de terceros deban tener en cuenta normas y asesoramiento adicionales para demostrar un nivel de desempeño social y ambiental elevado, como los del Forest Carbon Partnership Fund del Banco Mundial (FCPF, 2013), el programa ONU-REDD (UN-REDD, 2012), la Alianza para el Clima, la Comunidad y la Biodiversidad (CCBA, 2013) y la Iniciativa de salvaguardas ambientales y sociales de REDD+ (REDD+ SES, 2013). Tercero, el monitoreo forestal se ha convertido en una importante herramienta de las políticas nacionales para los países que evalúan y entienden los factores impulsores del cambio forestal, sustenta REDD+ y otras estrategias relacionadas de uso del suelo respetuosas con el clima, supervisa la implementación y sienta las bases

para la distribución de los beneficios generados mediante el financiamiento climático (De Sy et al., 2012; Kissinger et al., 2012). El carácter multidimensional de REDD+ supone grandes desafíos para identificar compensaciones eficientes entre un monitoreo integral y a fondo y los crecientes costos y complejidad, lo que es un problema serio dado el financiamiento limitado del que se dispone para el monitoreo de REDD+. Monitorear los impactos del carbono y distintos al carbono de REDD+ requiere el desarrollo de sistemas sólidos de base científica, pero lo suficientemente simples para ser implementados de manera eficaz (Gardner et al., 2012). Resolver este desafío es crucial para poner REDD+ en práctica.

Uno de los retos principales de los sistemas de monitoreo de REDD+ es el problema de la escala. Hasta la fecha, la mayor parte del monitoreo del desempeño de REDD+ se ha hecho a nivel subnacional. Desde el Hoja de ruta de Bali de 2007 han surgido cientos de iniciativas subnacionales de REDD+ en los trópicos, que van desde proyectos locales a programas REDD+ de jurisdicción más amplia (Simonet et al., 2014, Sunderlin et al., 2014). Muchas de estas iniciativas incluyen una combinación de la aplicación de la ley forestal y la implementación de incentivos condicionados y no condicionados para promover prácticas de uso de la tierra más sostenibles (Sunderlin y Sills, 2012). Aunque estas iniciativas se ajustan a diversos sistemas de contabilidad y verificación de terceros, muchas de ellas han luchado para implementar un monitoreo constante y efectivo (Joseph et al., 2013). Esta dificultad se debe en parte a las limitaciones de capacidad y recursos, y a que el papel de los sistemas de monitoreo subnacionales se vuelve menos claro conforme se desarrollan los sistemas nacionales de REDD+. Por ejemplo, algunos programas subnacionales de REDD+ son pilotos del Marco Jurisdiccional y Anidado de REDD+ del Estándar Verificado de Carbono (VCS) para contabilizar y acreditar el carbono. Al final, estas reglas pueden diferir de las utilizadas por los sistemas nacionales de monitoreo forestal para contabilidad y reporte a la CMNUCC en virtud de la Orientación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) sobre las buenas prácticas (OBP). Para los beneficios distintos al carbono existen varios programas subnacionales de REDD+ como parte de la Iniciativa REDD+ SES para demostrar el alto desempeño ambiental y social, que pueden encajar o no con los sistemas nacionales de información de las salvaguardas. Además del problema de reportar a diferentes escalas, el tema de la escala de medición es fundamental para el monitoreo. El monitoreo a escala amplia frente a detallada de los impactos del carbono de REDD+ puede llevar a conclusiones diferentes respecto a su desempeño basado en resultados, por lo que es crucial encontrar el equilibrio adecuado entre precisión y esfuerzo (Romijn et al., 2013). Este problema afloró en el informe de los países del Anexo 1 sobre actividades de uso de la tierra, cambios en el uso de la tierra y aprovechamiento forestal (UTCUTS) según el Protocolo de Kioto.

Un segundo reto es la desconexión entre los esfuerzos de monitoreo del carbono y distintos al carbono en REDD+, que con frecuencia se llevan a cabo como disciplinas aisladas. Por una parte, están los científicos que trabajan con la teledetección y el carbono forestal, centrados en mejorar los sistemas y enfoques para el monitoreo del



carbono mediante datos de actividades (es decir, actividades humanas que provocan emisiones o absorciones), los factores de emisión (emisiones o absorciones de todos los gases de efecto invernadero en todos los reservorios de carbono), y en evaluar el impacto contrastándolo con robustos niveles de emisiones de referencia (respecto a la hipótesis alternativa con la que medir las emisiones y absorciones reales) (Herold et al., 2012; Verchot et al., 2012). Por la otra, están los sociólogos, los ecologistas y los defensores que se centran en minimizar los riesgos sociales y ambientales asociados con REDD+ y en aumentar los beneficios, con más subdivisiones en campos sociales y medioambientales. En el ámbito social, se ha puesto el foco en proteger y mejorar la gobernanza y el bienestar locales (Brown et al., 2008), además de asegurar los derechos locales sobre la tierra y los recursos (Sunderlin et al., 2009), que a menudo se consideran clave para la efectividad de REDD+ (por ejemplo, la tenencia segura como un requisito previo a la aplicación de los mecanismos de REDD+ reguladores y basados en incentivos; Duchelle et al., 2014). En el aspecto ambiental, el foco está en conservar los servicios ambientales proporcionados por los bosques naturales para evitar un enfoque exclusivo en el carbono. El temor es que un foco único en el carbono pueda provocar que se desplace la destrucción de los bosques con mucha biomasa a los de poca biomasa, la sustitución de ecosistemas nativos por plantaciones de monocultivo de árboles o intervenciones de silvicultura para incrementar las reservas de carbono en zonas de bosque manejadas que afecten negativamente a la biodiversidad (Putz y Redford, 2009). Las llamadas a la conservación de la biodiversidad, como parte integrante de la planificación de REDD+, surgen de la percepción de que la biodiversidad contribuye de forma decisiva a la provisión de servicios ecosistémicos estables y a largo plazo (Phelps et al., 2012a). También hay llamadas de atención sobre el hecho de que un enfoque demasiado limitado en el carbono podría pasar por alto repercusiones perjudiciales para el bienestar humano a causa de impactos negativos sobre el medio ambiente a nivel de paisaje (Lindenmeyer et al., 2012; Phelps et al., 2012b). Las divisiones entre el monitoreo del carbono y distintos del carbono están reforzadas por los marcos de reporte nacionales e internacionales. Aunque en la práctica hay excepciones a estas divisiones, nosotros sostenemos que es crucial una mejor integración entre escalas y entre disciplinas para la efectividad de costos y el desempeño a largo plazo de REDD+ y sus sistemas de monitoreo. Estos mismos problemas de escala y divisiones disciplinares afectan al diseño y la aplicación de los indicadores de sostenibilidad para fomentar el desarrollo sostenible de forma más amplia.

El objetivo de este capítulo es examinar posibilidades para la coordinación a diferentes escalas y la integración interdisciplinar en el monitoreo de los impactos del carbono y distintos al carbono de REDD+ (Fig. 1). Primero, presentamos conceptos clave del monitoreo en relación con REDD+. A continuación, revisamos las opciones disponibles para el monitoreo del carbono, el monitoreo social y el monitoreo ambiental, prestando especial atención a los problemas de la escala. Por último, presentamos estrategias para avanzar mediante un monitoreo más integrado de REDD+, interdisciplinar y a diferentes escalas, que puede ir más allá de REDD+ y servir de información en los enfoques para medir la sostenibilidad en los paisajes.

# 2 Conceptos clave y objetivos del monitoreo

Monitorear es hacer un seguimiento de los elementos clave del desempeño del programa (aportes, actividades, resultados) de forma periódica. El monitoreo es distinto a la evaluación del impacto, que es la valoración episódica del cambio en los resultados esperados, que puede ser atribuida a una intervención tras comprender la hipótesis alternativa o de contraste, es decir, lo que hubiera ocurrido en ausencia de la intervención. Y, lo que es importante, los datos recopilados en el proceso de monitoreo se pueden incluir en la evaluación del impacto. Aunque el discurso del monitoreo de REDD+ se basa en gran medida en la necesidad de cumplir los requisitos establecidos por la CMNUCC, los enfoques empleados pueden aprovechar, sin duda, experiencias anteriores sobre valoraciones del estado y mediciones de la efectividad, que han sido ampliamente utilizadas en los campos de la conservación y el desarrollo internacional durante décadas (Stem et al., 2005).

Estas son algunas cuestiones genéricas de la forma en la que el monitoreo funciona en la práctica. En primer lugar, tener claramente definidos los objetivos, los usuarios y los usos es esencial para el monitoreo eficiente, especialmente si se utilizan como base para mejorar la toma de decisiones y el manejo de los recursos en diversos sectores. En segundo lugar, el monitoreo asume que los fenómenos se miden y se evalúan en muchos momentos para poder hacer un seguimiento. Este componente temporal requiere coherencia y estabilidad en la toma de datos, y con frecuencia ha llevado a centrarse en zonas de cambio más reducidas que la zona total a monitorear. Tercero, no todos los fenómenos pueden ser monitoreados con el mismo grado de efectividad. Existe una relación no lineal entre los incrementos en la precisión del monitoreo y sus correspondientes costos. Se podría lograr un buen nivel de certeza a un costo razonable, pero pasar de bueno a casi perfecto puede incrementar ese costo exponencialmente. Un ejemplo de esto son los crecientes costos para adquirir y procesar datos satelitales con más detalles espaciales y temporales (GOFC-GOLD, 2013), o el creciente número de parcelas y observaciones necesarias para reducir los errores en los inventarios de carbono. En la contabilidad correspondiente, es inherente el foco en lograr las cosas importantes. Por ejemplo, en las buenas prácticas del IPCC, el uso de niveles que reflejen los diferentes grados de certeza y exhaustividad al estimar las reservas de carbono, centrándose en las fuentes principales de emisiones mediante el análisis de las categorías de fuentes clave y el uso de ajustes conservadores, es un planteamiento generalizado para tratar datos inciertos o incompletos.

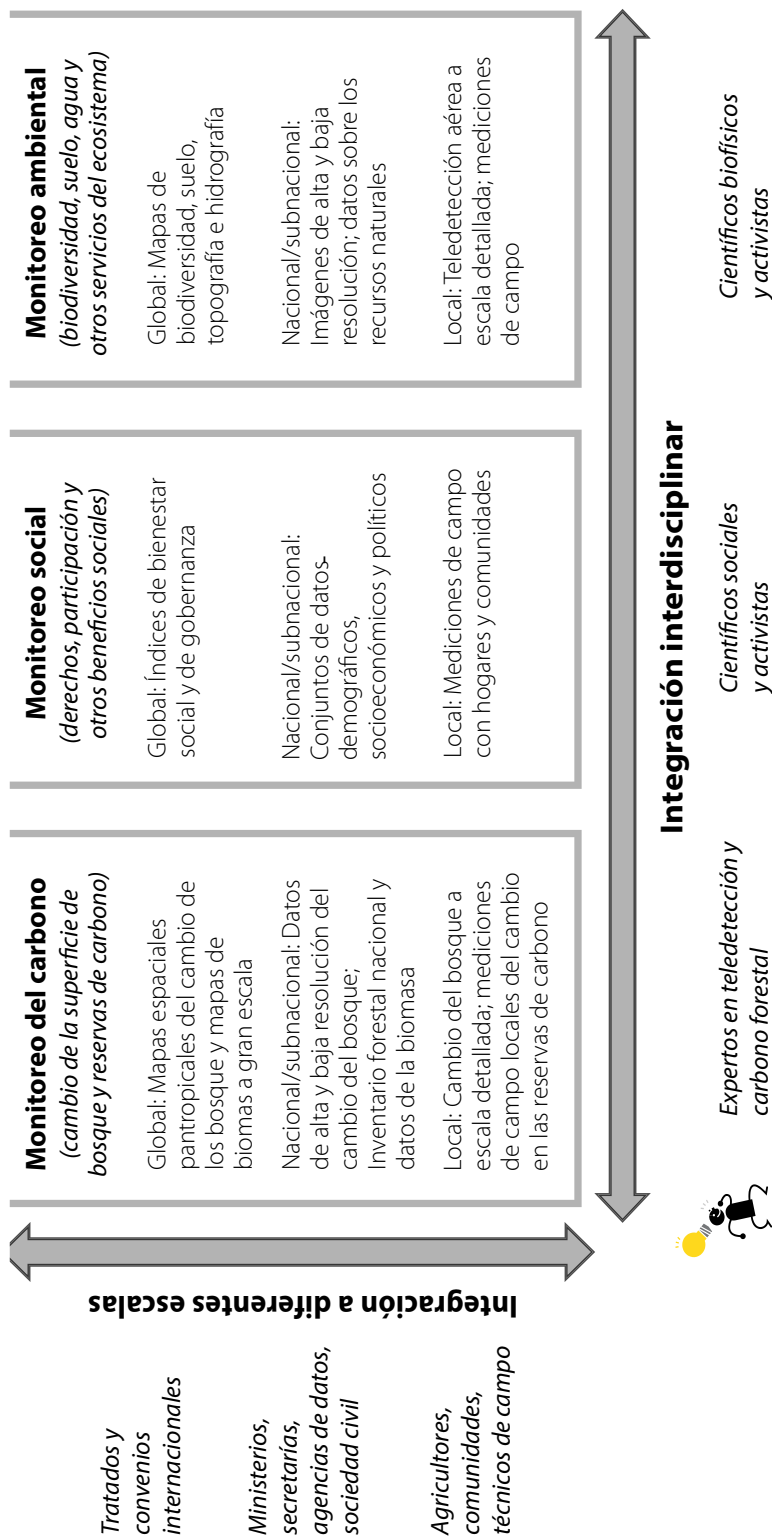


Figura 1. Componentes escalares y disciplinares del monitoreo de REDD+.

Los objetivos y las normas de información para que los países midan e informen sobre los impactos sobre el carbono de las actividades de REDD+ están bastante bien definidos en las decisiones de la CMNUCC y la Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas. Con estos objetivos en mente, la comunidad técnica ha elaborado directrices específicas y materiales de capacitación para apoyar a los países en sus esfuerzos (GOFC-GOLD, 2013). El monitoreo consta de dos etapas, que corresponden a las fases del diseño y la implementación de REDD+, respectivamente. En la primera etapa, el objetivo es desarrollar una línea de base o nivel de referencia (es decir, la hipótesis de contraste) basada en los datos existentes o nuevos. En la segunda etapa, el objetivo es monitorear los cambios respecto a la línea de base. Estas dos etapas pueden interesarse también por monitorear los impactos sociales y ambientales de REDD+, con el análisis del impacto *ex ante* que ayuda a obtener los datos necesarios para elaborar estrategias de REDD+, y la evaluación del impacto *ex post* utilizada para medir los efectos causales de las intervenciones de REDD+. Y, muy importante, la evaluación de los impactos durante la implementación de REDD+ puede servir como información para las modificaciones necesarias mediante el aprendizaje y el manejo adaptativo (Lawlor, 2013).

Comparados con el monitoreo del carbono, los objetivos del monitoreo social y ambiental de REDD+ son menos claros y están definidos con menos rigor internacionalmente. Aparte del requisito internacional de que los sistemas de información de las salvaguardas deben ser “transparentes, coherentes, integrales y equitativos” y “basados en sistemas existentes, según proceda” (UNFCCC, 2011b), los países no reciben muchas orientaciones sobre el uso de indicadores apropiados, métodos de recogida de datos y marcos de información. Aunque la orientación mínima apoya la apropiación nacional y provee espacio para la experimentación independiente en contextos complejos específicos del país, también crea incertidumbres y costos de transacción muy altos si cada país “reinventa la rueda”. Asimismo, aunque la noción de la hipótesis de contraste es intrínseca al monitoreo del carbono mediante el establecimiento de un nivel de referencia y otros requisitos (como demostrar que la intervención consigue emisiones menores que el escenario de referencia), las hipótesis de contraste no son de gran utilidad para comprender los resultados socioeconómicos u otros resultados medioambientales de REDD+ (Caplow et al., 2011).

Más allá de las negociaciones internacionales, existe una amplia serie de objetivos para el monitoreo nacional de REDD+, que presenta trayectorias y oportunidades más claras para vincular el monitoreo del carbono, el social y el ambiental. Estos objetivos no están contemplados en el proceso de la CMNUCC, pero reflejan la necesidad de que el monitoreo forestal nacional evolucione para: i) sustentar y estimular las estrategias y prioridades para la implementación de REDD+; ii) hacer un seguimiento de las actividades de REDD+ y los impactos del carbono y distintos del carbono; y iii) apoyar la generación y la distribución de los beneficios. Para los tres objetivos, una mayor comprensión de los conceptos comunes a los diferentes enfoques del monitoreo puede permitir la mejor armonización entre ellos. Reforzar la integración también puede ayudar a que el monitoreo de REDD+ sea más económico.

# 3 Opciones para monitorear los impactos del carbono y distintos al carbono de REDD+

## 3.1 Monitoreo del carbono

Los datos y métodos sólidos para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero de los bosques y las absorciones de ellos que estos hacen son cruciales para REDD+ (UNFCCC, 2009; UNFCCC, 2011b). Se ha animado a los países a que establezcan sistemas nacionales de monitoreo forestal basados en las directrices del IPCC (IPCC, 2006). Estas directrices han sido acordadas internacionalmente y se han utilizado durante muchos años para los informes de Kioto y para generar comunicaciones nacionales de la CMNUCC. Medir y monitorear las emisiones de carbono forestal a nivel nacional supone estimar y monitorear los cambios de dos variables clave: i) la superficie de deforestación y degradación (datos de actividades); y ii) las densidades de las reservas de carbono terrestre por unidad de superficie (factores de emisión; Verchot et al., 2012; GOF-C-GOLD, 2013). Muchos países de REDD+ están comenzando con grandes carencias de capacidad para el monitoreo del carbono y cuentan con planes concretos para mejorar esta capacidad como parte de las actividades de preparación para REDD+ (Romijn et al., 2013).

Aunque la Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas proporciona el marco para la estimación y el reporte de emisiones, existen varias herramientas y enfoques para el monitoreo del carbono, algunas de las cuales pueden ser más apropiadas para diferentes contextos (Tabla 1). Los métodos del IPCC son especialmente adecuados para evaluar los impactos del desmonte del bosque con fines de agricultura comercial y expansión de las infraestructuras, lo que suele provocar la conversión permanente a gran escala y se puede monitorear con precisión combinando la teledetección y los inventarios forestales. En cambio, monitorear la deforestación asociada a la agricultura de subsistencia supone un desafío mayor, ya que las alteraciones son menores y los resultados de carbono neto a largo plazo son menos seguros (Ziegler et al., 2012). Por lo tanto, la deforestación a pequeña escala requiere investigar a menor escala, por ejemplo, mediante el uso de imágenes de resolución muy alta o con otras técnicas espaciales novedosas, como la clasificación de los procesos de cambio utilizando “mosaicos de paisaje” (Hett et al., 2012). Y, a la inversa, los procesos de degradación del bosque y sus causas concretas son más difíciles de detectar mediante la teledetección. Los cambios en las reservas de carbono varían mucho en el espacio y el tiempo, por lo que exigen un estudio sobre

**Tabla 1. Opciones para enfoques de monitoreo y fuentes de datos de las principales actividades y causas de cambio forestal a nivel nacional más allá del uso de los datos por defecto (adaptado de Herold et al., 2011; Kissinger et al., 2012; GOF-C-GOLD, 2013; Pratihast et al., 2013).**

Actividad/ causa de la deforestación y degradación de los bosques	Indicador para el mapeo	Fuentes comunes de datos de actividad (a nivel nacional)	Fuentes comunes de datos de factores/ estimaciones de emisiones (a nivel nacional)	Ejemplos de otros datos representativos y para evaluar las causas subyacentes
Agricultura comercial; desmonte para la ganadería extensiva, cultivos en hileras, etc.	Desmontes extensos; uso de la tierra tras el desmonte	– Datos satelitales históricos (series temporales de datos tipo Landsat) para la zona de deforestación y el uso del suelo tras la deforestación	– Inventarios forestales nacionales clásicos/ mediciones de campo	– Precios de las materias primas – Censos agrícolas, PIB agrícola, exportaciones, etc.
Agricultura de subsistencia; agricultura a pequeña escala y agricultura itinerante	Pequeños desmontes, con frecuencia ciclos de rotación de barbecho	– Datos satelitales históricos (series temporales Landsat y datos de alta resolución) para determinar la superficie y el patrón de rotación	– Inventarios forestales nacionales clásicos, mediciones de campo y encuestas dirigidas – Esfuerzos para evaluar las emisiones netas a largo plazo	– Crecimiento poblacional en zonas rurales y urbanas – Importaciones y exportaciones agrícolas – Prácticas de uso del suelo (como ciclos de rotación, etc.)
Expansión de la infraestructura (carreteras, minas, asentamientos, etc.)	Redes viales; nuevas minas; áreas construidas	– Datos satelitales históricos (series temporales de datos tipo Landsat) para medir la superficie de deforestación y el uso del suelo tras la deforestación	– Inventarios forestales nacionales clásicos y mediciones de campo	– Crecimiento poblacional en zonas rurales y urbanas – Programas de infraestructura y desarrollo – Minería: precios y exportaciones de las materias primas)
Extracción industrial/comercial de productos del bosque, como el aprovechamiento selectivo	Pequeños daños al dosel; caminos e infraestructura para el aprovechamiento	– Datos satelitales históricos (series temporales de datos tipo Landsat) analizados en las áreas de las concesiones	– Inventarios forestales nacionales periódicos, mediciones de campo y estimaciones de la cosecha del aprovechamiento comercial	– Precios y demanda de la madera (nacionales e internacionales) – Importaciones y exportaciones de madera

continúa en la siguiente página

Tabla 1. continuado

Actividad/ causa de la deforestación y degradación de los bosques	Indicador para el mapeo	Fuentes comunes de datos de actividad (a nivel nacional)	Fuentes comunes de datos de factores/ estimaciones de emisiones (a nivel nacional)	Ejemplos de otros datos representativos y para evaluar las causas subyacentes
Extracción de productos forestales para la subsistencia y la venta en mercados regionales y locales (por ejemplo: leña y carbón vegetal)	Muy pequeños daños al dosel; impactos en el sotobosque; senderos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos históricos limitados</li> <li>- Información proveniente de estudios a escala local o indicadores representativos nacionales</li> <li>- Con los datos satelitales históricos solo se pueden observar cambios acumulativos a largo plazo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos históricos limitados</li> <li>- Información proveniente de estudios a escala local nacional</li> <li>- Los factores de emisión se pueden medir hoy y aplicarlos a periodos históricos como factores constantes</li> <li>- Importante rol para el monitoreo comunitario</li> <li>- Además de los cambios directos en las reservas de carbono forestal, pueden ser útiles métodos más indirectos (como las cargas de leña transportadas sobre la cabeza)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crecimiento poblacional en zonas rurales y urbanas</li> <li>- Uso de energía/ fuentes de combustible (% de la población)</li> <li>- Patrones y cambios en el consumo</li> </ul>
Otras alteraciones, como los incendios (incontrolados)	Cicatrices por fuego y sus impactos asociados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos satelitales históricos sobre incendios (desde el 2000) para analizar con datos tipo Landsat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las estimaciones periódicas de emisiones se pueden aplicar regularmente a periodos históricos con los datos de actividad adecuados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prácticas de uso del suelo (p. ej., incendios agrícolas)</li> <li>- Vínculos con otros datos de actividades para atribuir las emisiones de los incendios</li> <li>- Prevención de los incendios</li> <li>- Incendios forestales por causas naturales</li> </ul>

el terreno más frecuente. Para monitorear la extracción industrial o comercial de productos forestales, se puede aprovechar el uso combinado de datos satelitales, datos de concesiones madereras y los inventarios forestales. No obstante, para la degradación forestal asociada a los mercados locales y la subsistencia, pueden ser necesarios datos indirectos, ya que normalmente son escasas las fuentes históricas de datos de campo y la teledetección tiene limitaciones para facilitar información basada en los datos archivados, lo que resulta en la falta de un nivel de referencia apropiado para muchos procesos de degradación forestal a pequeña escala (Skutsch et al., 2011).

Los promotores de cada jurisdicción o los planificadores de proyectos deberían estimar el impacto de las emisiones de sus actividades de REDD+ basándose en datos apropiados y medidos dentro de la zona de implementación. El IPCC ha sugerido un concepto de diferentes niveles para estimar los factores de emisión, medidos en general mediante la toma de muestras de campo y reiterados inventarios forestales (y reportados como MgC ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>). Se deben calcular los cambios en los factores de emisiones para cada uno de los cinco reservorios de carbono forestal: biomasa por encima del suelo, biomasa por debajo del suelo, madera muerta, hojarasca y materia orgánica del suelo. El IPCC establece tres niveles para estimar las emisiones, con niveles crecientes de requisitos de datos, complejidad analítica y mayor precisión. El nivel 1 utiliza los valores por defecto del IPCC, el nivel 2 utiliza datos específicos del país (recopilados dentro de las fronteras nacionales), y el nivel 3 utiliza inventarios reales con repetidas mediciones para medir directamente los cambios de la biomasa del bosque o modelos bien parametrizados combinados con datos de la parcela.

El concepto de niveles enfatiza cómo pueden ser útiles diferentes tipos de datos para el monitoreo del carbono en REDD+. Lo ideal es medir tanto los datos de la actividad como los factores de emisión con la suficiente precisión (monitoreo detallado), pero a veces no se puede hacer debido a la falta de capacidad y recursos. Por eso surgen preguntas sobre el uso de conjuntos de datos disponibles y a mayor escala como fuentes suplementarias o complementarias. Por ejemplo, si un proyecto local de REDD+ puede apoyarse en un sistema nacional de monitoreo forestal sólido, e incluye datos de actividades adecuados procedentes de teledetección y factores de emisión basados en inventarios nacionales detallados, las estimaciones obtenidas pueden ser buenas y requerir solo una pequeña cantidad de refinación o datos adicionales. Como alternativa, ya que muchos sistemas nacionales de monitoreo aún están desarrollándose, se pueden utilizar conjuntos de datos regionales o globales. Empiezan a estar disponibles más conjuntos de datos pantropicales o a mayor escala sobre los cambios de los bosques (Hansen et al., 2013) y la biomasa (Saatchi et al., 2011; Baccini et al., 2012) que pueden aportar datos en escalas aprovechables para REDD+. No obstante, estos conjuntos de datos con frecuencia tienen el requisito intrínseco de una definición y un método coherentes (globales) para garantizar la coherencia en grandes superficies, lo que a menudo implica una contrapartida, una pérdida de precisión local. Un ejemplo de esta contrapartida es el uso de la teledetección para el monitoreo de REDD+ (De Sy et al., 2012), que aquí se muestra como la capacidad operativa de diferentes productos



de información forestal a varias escalas (Tabla 2). Por lo general, la investigación con teledetección parte del nivel experimental local para desarrollar y probar tecnologías y métodos y, si son adecuados, pasa a áreas de demostración más extensas o incluso al análisis global. Aunque el monitoreo de los cambios en la superficie forestal es operativo a todas las escalas, muchos países de REDD+ aún no utilizan enfoques para mapear tipos de bosques o la biomasa forestal. Teniendo en cuenta que los métodos más apropiados y aptos para generar información forestal con frecuencia dependen de las circunstancias nacionales y locales (como tipos de cambios en los bosques, costo y disponibilidad de los datos, capacidad técnica, tamaño del área forestal, causas, etc.), a menudo los productos a escala más amplia son menos adecuados para su utilización a escala nacional y subnacional sin calibración o integración. Aun así, conforme aparecen más conjuntos de datos a escalas más grandes con mayor grado de precisión, su utilidad para el monitoreo de REDD+ a nivel nacional y subnacional también aumenta y deberán ser evaluados por estudios concretos a diversas escalas.

Aparte de la necesidad de adquirir datos adecuados, existen diferentes marcos para estimar y reportar los impactos del carbono de REDD+. En el ámbito nacional, la Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas presenta las normas y herramientas

**Tabla 2. Capacidad operativa de diferentes productos de información forestal en el contexto de REDD+ (negro = alta, gris oscuro = intermedia, gris claro = baja y blanco = limitada o no operativa). Adaptado de De Sy et al., 2012.**

Producto de información forestal	Piloto local y sitios de investigación	Áreas de demostración de investigaciones de gran extensión	Nivel nacional
Monitoreo de los cambios de la superficie forestal	Alta	Alta	Alta
Detección de la deforestación en tiempo casi real	Alta	Alta	Intermedia
Patrones del cambio de uso de la tierra y seguimiento de las actividades humanas	Alta	Alta	Intermedia
Monitoreo de la degradación forestal	Alta	Baja	Intermedia
Monitoreo de los incendios forestales y las zonas quemadas	Alta	Alta	Intermedia
Mapeo de la biomasa	Alta	Alta	Intermedia
Monitoreo subnacional de los puntos calientes	Alta	Baja	Intermedia
Mapeo del tipo del bosque	Baja	Baja	Baja

para el reporte internacional. A los niveles local y subnacional es más común utilizar otros marcos de información, como el VSC. Es importante destacar que estos marcos están diseñados para distintos usos y usuarios; el primero es para informar a la CMNUCC, mientras que el segundo se emplea para el mercado voluntario de carbono. Por ello, no es infrecuente que al reportar a los diferentes marcos, incluso basándose en datos similares (datos de actividades y factores de emisión), se obtengan distintos resultados debido a las diferentes definiciones, normas de contabilidad, enfoques para establecer los niveles de referencia, actividades a incluir, el uso de ajustes conservadores, etc.

En la actualidad, las diferencias entre las estimaciones derivadas de distintos métodos de contabilidad a menudo son mayores que la diferencia real en los datos, y la comparabilidad suele ser limitada. Por consiguiente, la integración a diferentes escalas de las estimaciones nacionales y subnacionales exigirá un acuerdo sobre el nivel de los datos y los enfoques fundamentales empleados.

### **3.2 Monitoreo social**

Está ampliamente aceptado que REDD+ debe minimizar los riesgos sociales y maximizar los beneficios sociales para ser efectivo, y que debe apoyar los objetivos de desarrollo rural de los países. Siguiendo la lógica de las salvaguardas sociales, el monitoreo social se puede centrar en tres categorías principales: i) el respeto a los conocimientos y derechos de los pueblos indígenas y las comunidades locales; ii) la participación plena y efectiva de las partes interesadas locales; y iii) la mejora de otros beneficios sociales. Para el primer apartado, aunque el respeto a los derechos locales es un concepto amplio, gran parte de la literatura sobre REDD+ hasta la fecha ha convenido en la importancia de la seguridad de la tenencia o de los derechos locales claros y aplicables sobre los bosques y el carbono (por ejemplo, Corbera et al., 2011; Larson et al., 2013). Para el segundo, la participación plena y efectiva exige altos niveles de compromiso de las partes interesadas locales a lo largo del diseño y la implementación de REDD+. Comienza con el acceso a la información, que se refleja en el requisito de consentimiento libre, previo e informado (CLPI), ya que las comunidades deciden participar o no en REDD+. También va unido a cuestiones más amplias de gobernanza a varios niveles, siendo necesarios mecanismos para promover la participación local en procesos de REDD+ a nivel más alto (Agrawal et al., 2011). Para el tercer apartado, la mejora de otros beneficios sociales se puede conceptualizar como mejorar el bienestar humano, asegurar el reparto equitativo de beneficios y mejorar la capacidad de adaptación de la población local (Lawlor, 2013). Existen conexiones importantes entre estas dimensiones sociales; por ejemplo, la tenencia segura puede ser considerada la base para mejorar los medios de vida locales y aumentar la capacidad de adaptación local (Chhatre et al., 2012), mientras que la mayor participación local en la toma de decisiones sobre REDD+ puede resultar en una distribución de beneficios más equitativa y el apoyo a largo plazo de las actividades (Cromberg et al., 2014).

El problema de la escala es bastante relevante para el monitoreo social, ya que es probable que los resultados sociales decididos por REDD+ difieran según la escala y el nivel de agregación del análisis. Por ejemplo, aunque las áreas protegidas pueden tener sustanciales efectos socioeconómicos (tanto positivos como negativos) sobre la población local, un estudio global de 136 países mostró que dichos efectos no eran perceptibles a escala nacional (Upton et al., 2008). Los resultados sociales también varían dentro de los grupos sociales y entre ellos, y es posible que los beneficios netos se distribuyan de manera desigual. En Tailandia, aunque las áreas protegidas contribuyeron al desarrollo económico y redujeron la pobreza, es posible que hayan aumentado la desigualdad local (Sims, 2010). Es necesaria la desagregación por grupos sociales (es decir, por género, edad y líneas étnicas) para comprender los desiguales impactos sociales, y es crucial en lugares con mayor desigualdad (Daw et al., 2011). Teniendo en cuenta la complejidad del monitoreo social, el desafío principal es elaborar métodos e indicadores del desempeño sencillos pero adecuados, y apropiados para la escala del análisis.

Para seleccionar y monitorear los indicadores de desempeño social, los países pueden basarse en los programas nacionales de monitoreo socioeconómico y aprovechar los conjuntos de datos primarios y secundarios. Existen diversos conjuntos de datos nacionales secundarios públicos, como el Living Standards Measurement Study del Banco Mundial (LSMS, 2014) y las Demographic and Health Surveys de USAID (DHS, 2014), que han sido aplicados en muchos países de REDD+ en asociación con las agencias estadísticas nacionales. Estos datos secundarios se pueden utilizar en el monitoreo de REDD+ y complementar con la recogida de datos primarios en campo. Para el monitoreo social a nivel local, la recopilación más costosa de datos primarios incluiría amplias encuestas a hogares, mientras que un enfoque más económico se basaría en métodos participativos a nivel de comunidad. La técnica del Mapa de la Pobreza del Banco Mundial aporta un ejemplo interesante de la combinación de datos del censo y de los hogares como información para formular políticas más adaptadas a las condiciones locales (Bedi et al., 2007). La aplicación de métodos mixtos en diversas escalas del monitoreo social puede ayudar a alcanzar una comprensión mejor del desempeño basado en resultados de REDD+, que podría ser interpretado erróneamente si se usara un solo conjunto de datos o un solo método (Jagger et al., 2010). En todos los monitoreos de REDD+, la participación de las partes interesadas relevantes a lo largo del proceso puede ayudar a abordar los problemas de legitimidad de los datos y resultados. Esta participación también es necesaria para tratar las salvaguardas sociales y asegurar la participación y la apropiación del proceso.

Para poder atribuir resultados sociales a intervenciones específicas de REDD+, se requiere una evaluación del impacto además del monitoreo. Ha habido revisiones detalladas de métodos e indicadores concretos que se pueden usar en las evaluaciones del impacto social (como Schreckenberg et al., 2010), así como guías para conservacionistas (Wongbusarakum et al., 2014), en los que se favorecen distintos enfoques de métodos combinados dependiendo de la cantidad de tiempo, fondos y capacidad disponible (Lawlor, 2013). El enfoque de la Teoría del cambio participativo contempla una amplia

consulta a las partes interesadas en la etapa de diseño de REDD+ para obtener una hoja de ruta de los cambios esperados a raíz de una intervención, centrándose en la selección de los indicadores que puedan informar mejor la atribución (Richards y Panfil, 2011). Se han creado muchas teorías del cambio para establecer la atribución y eliminar explicaciones rivales. La fortaleza de este enfoque es que es muy participativo y relativamente económico; su principal debilidad es que su solidez depende de cómo se seleccionen, se midan y se analicen los indicadores. Los enfoques participativos se pueden complementar con evaluaciones rigurosas del impacto social a nivel del sitio, que implican la utilización de métodos experimentales (como la aleatorización) o cuasiexperimentales (como el enfoque BACI: control e intervención antes y después) para evaluar los impactos de REDD+ (Jagger et al., 2010). Los enfoques experimentales, como la aleatorización, solo se pueden utilizar si los participantes de REDD+ son seleccionados al azar (mediante un sorteo, por ejemplo), lo que impide sesgos entre los grupos de tratamiento y de control. Los enfoques cuasiexperimentales que emplean técnicas de emparejamiento para crear controles y medir las condiciones antes de la implementación de REDD+, como BACI, son más rigurosos para establecer la atribución, pero también requieren más tiempo y son más difíciles de implementar. Es importante subrayar que estos mismos conceptos se aplican al monitoreo ambiental. Mientras que los países deberían informar sobre el desempeño social de REDD+ a una escala relativamente amplia, el monitoreo detallado de los procesos locales puede ayudar a informar sobre indicadores nacionales para respetar los derechos locales, asegurando la participación y mejorando los beneficios sociales colaterales en un proceso iterativo.

### 3.3 Monitoreo ambiental

El monitoreo ambiental de REDD+ se centra en la necesidad de promover la conservación de los bosques y otros beneficios colaterales del medioambiente, lo que se traduce aproximadamente por conservación de la biodiversidad y provisión de servicios ecosistémicos. Las salvaguardas de Cancún proponen que las actividades de REDD+ deberían tener en cuenta las múltiples funciones de los bosques y otros ecosistemas, ser coherentes con la conservación de los bosques naturales y la diversidad biológica, y no ser utilizadas para la conversión de bosques naturales, sino incentivar su protección.

El componente de biodiversidad del monitoreo ambiental en REDD+ es el que más atención internacional ha recibido, como era de prever. El monitoreo de la biodiversidad a escala nacional y mundial ha sido motivo de preocupación para la ciencia aplicada a la conservación antes de que existiera REDD+ (Stoms y Estes, 1993; Innes y Koch, 1998). En los últimos años, el Convenio sobre la Diversidad Biológica de la ONU ha reconocido los posibles riesgos y oportunidades de REDD+, incluida la utilización de REDD+ como una herramienta para la conservación de la biodiversidad en sus objetivos pos-2020 (CBD, 2012). Ha habido un creciente foco de las políticas en los beneficios colaterales ambientales de REDD+, así como información práctica sobre el monitoreo de la biodiversidad para REDD+ (Latham et al., 2014). Sin embargo, en el camino de

una adopción más rápida de las salvaguardas ambientales en los diseños nacionales y subnacionales de REDD+ aparecen varios problemas no resueltos.

El monitoreo de la biodiversidad y otros servicios del ecosistema en los trópicos se ve obstaculizado históricamente por una escasez de datos (Martínez et al., 2011) derivada de la insuficiencia crónica de financiamiento para las ciencias de la conservación y, aún más evidente, para el trabajo taxonómico en bosques tropicales ricos en biodiversidad (Balmford y Whitten, 2003). Esta situación se agrava por el alto costo de los estudios de campo de múltiples taxones (Margules et al., 1994; Lawton et al., 1998). Además, los servicios de la biodiversidad y del ecosistema están distribuidos de forma irregular dentro y entre los bosques y otros ecosistemas, y la falta de una medida común, como las toneladas métricas de CO<sub>2</sub> en el monitoreo del carbono, supone una dificultad para comparar resultados entre los hábitats de un país o un paisaje, y entre países y paisajes (Dickson y Kapos, 2012).

Por ello, el problema de la escala se convierte en una pieza central del debate sobre el monitoreo ambiental de REDD+. Las mediciones de campo a escala detallada aportan información importante pero limitada en el espacio y a alto costo (como excepción, véase Bassett et al., 2004), y casi siempre faltan medios eficientes para elevar la escala a sistemas de monitoreo nacionales e internacionales. Por otra parte, en escalas geográficas mayores, la biodiversidad (o, en concreto, la diversidad gamma; Hunter, 2002) normalmente se mide mediante teledetección y se expresa como cambios en el tipo de cobertura del suelo. Aunque este enfoque es fundamental para la contabilidad del carbono en REDD+, todavía no es capaz de trasladarse a cambios reales en las especies y las poblaciones y, aún más importante, las consecuencias de estos cambios sobre el funcionamiento del ecosistema. Sin esta información, nuestro conocimiento de los riesgos y beneficios ambientales de REDD+ seguirán siendo en gran medida insuficientes para informar su diseño de modo eficaz.

El monitoreo ambiental de REDD+ está revitalizando un problema persistente de la ecología y la conservación. Algunos autores reclaman la elaboración de indicadores de biodiversidad flexibles y efectivos para maximizar la eficiencia del monitoreo de campo (Gardner et al., 2008), mientras que otros sostienen que los indicadores ecológicos deben reflejar la salud de un paisaje o de una cuenca fluvial (Stickler et al., 2009). Aunque las relaciones entre posibles especies indicadoras y la biodiversidad total no están bien establecidas (Lindenmeyer y Franklin, 2002), se ha propuesto que los indicadores ecológicos deben ser fáciles de medir, ser sensibles al cambio y responder al estrés de manera predecible y anticipatoria, y tener una respuesta conocida a las alteraciones con poca variabilidad (Dale y Beyeler, 2001). En lugares tropicales, los murciélagos (Waldon et al., 2011), los escarabajos peloteros (Rodríguez et al., 1998), las mariposas (Beccaloni y Gaston, 1995) y varios grupos de artrópodos (Kremen et al., 1993) representan taxones comunes, diversos y sensibles al cambio. Centrarse en estos taxones se funda en la evidencia de que muchos grupos taxonómicos responden de manera similar a las modificaciones del hábitat (Schulze et al., 2004). No obstante,

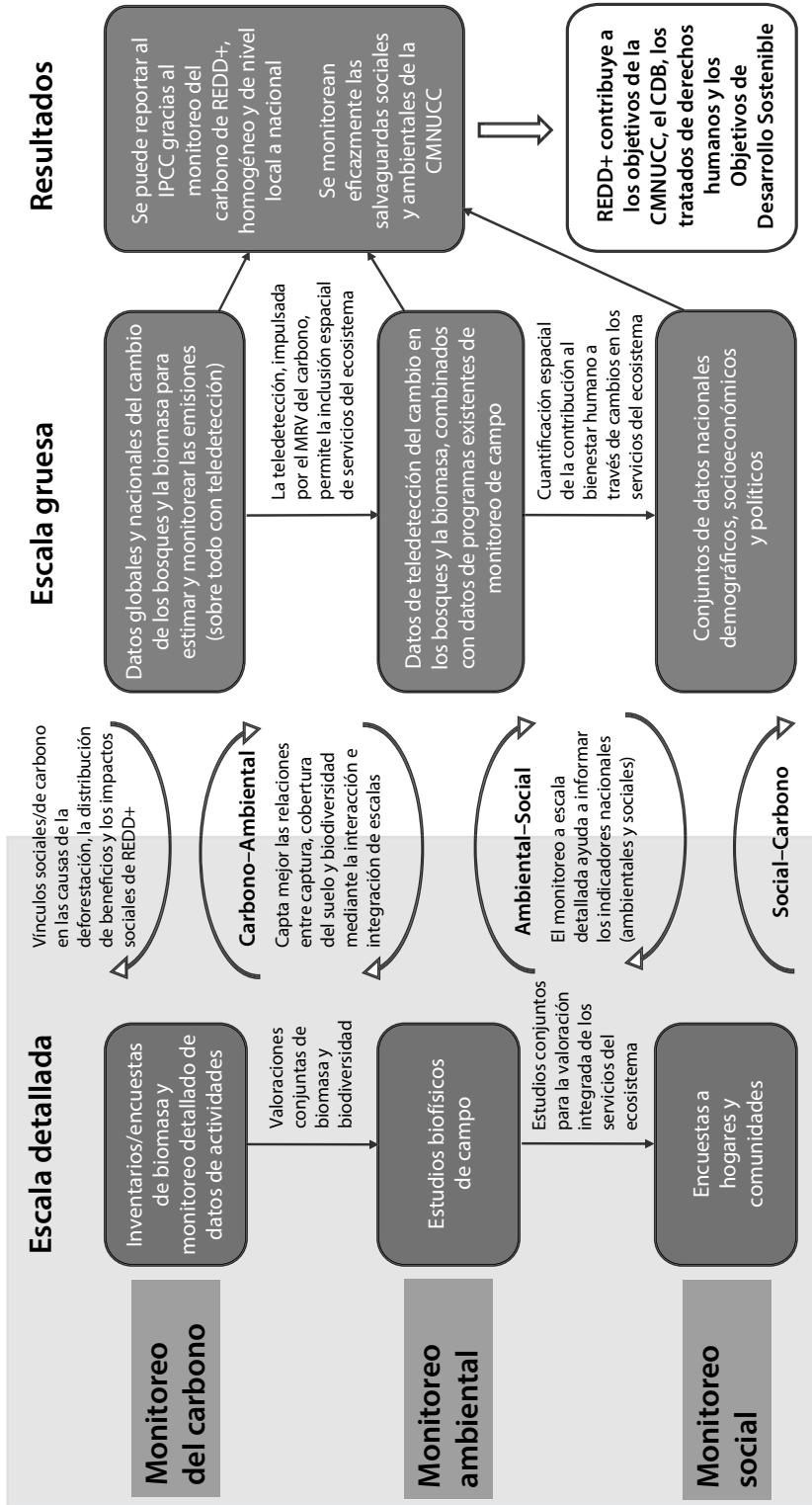


Figura 2. Posibilidades para el monitoreo del carbono, el monitoreo ambiental y el monitoreo social en REDD+.

preocupa depender de una pequeña cantidad de especies sin considerar toda la complejidad del sistema ecológico (Carignan y Villard, 2002). También surge la inquietud de elegir indicadores ecológicos que no están claramente informados por objetivos de largo plazo e implementar programas de monitoreo que carecen de rigor científico para identificar organismos objetivo adecuados (Dale y Bayeler, 2001). Se han propuesto modelos alternativos que hacen más énfasis en parámetros de la asamblea comunitaria, como la (relativa) abundancia, riqueza, composición y (a) simetría (Dufrene y Legendre, 1997). Los índices de diversidad, más que el recuento de especies, son muy usados en la ecología, ya que proporcionan una medida de norma común y comparable, además de captar la complejidad ecológica más allá de la riqueza de especies (Scholes y Biggs, 2005). Dichos índices agregados han sido desarrollados y utilizados ampliamente en la composición y estructura de comunidades vegetales. También es sabido que la diversidad faunística con frecuencia está estrechamente vinculada y se predice por la diversidad de la flora; por lo tanto, los inventarios florísticos siguen siendo una de las herramientas más eficientes para monitorear la biodiversidad (Noss, 1990; Noss, 1999). Por otra parte, el uso de herramientas novedosas como las cámaras trampa para obtener datos abundantes y de distribución en el tiempo y de forma económica (Ahumada et al., 2013; Rendall et al., 2014) está surgiendo como una herramienta adicional que puede resultar de gran utilidad cuando especies de territorios amplios (que es posible que no reflejen las tendencias de la vegetación local) forman parte integral del esfuerzo de conservación. Esta abundancia de conocimientos indica que es posible un monitoreo riguroso de la biodiversidad, aunque no sea necesariamente fácil desde el punto de vista técnico ni económico. Por eso, son necesarios otros avances como la identificación de “identificadores de alto rendimiento” como parte de un marco que incluye evaluar los costos de monitorear diferentes taxones (Gardner et al., 2008; véase también el capítulo 3), pero el monitoreo de REDD+ se puede fundar en una base científica que se adapte a sus propósitos.

El monitoreo del ecosistema también enfrenta retos respecto a qué se debe medir. A pesar de una clara interdependencia entre la biodiversidad y el funcionamiento del ecosistema (Loreau et al., 2001; Hooper et al., 2005), esta relación no se puede usar *a priori* como indicador representativo para fines de monitoreo. Los servicios del ecosistema pueden derivarse de procesos y factores independientes de la biodiversidad (por ejemplo, una o unas pocas especies vegetales pueden controlar la erosión del suelo en un banco ribereño) o pueden operar a escala de paisaje (por ejemplo, abarcando varios hábitats con valores de biodiversidad diferentes). Por otra parte, también hay claras oportunidades de maximizar la eficiencia del monitoreo cuando la biodiversidad y un servicio ecosistémico determinado están en sincronía espacial, funcional y temporal. No obstante, una evaluación reciente ha subrayado cómo “la relación entre la biodiversidad y el ámbito de la investigación y las políticas de los servicios del ecosistema, en rápida expansión, es confusa y está exigiendo esfuerzos para crear una política coherente”, y hace un llamamiento a la cautela a la hora de simplificar en exceso una relación compleja (Mace et al., 2012).

Los desafíos descritos hacen difícil diseñar una vía clara para el monitoreo ambiental si no se investiga más, lo que probablemente contribuye a la falta de beneficios colaterales explícitos en las estrategias nacionales de la mayoría de los países de REDD+. Aunque las salvaguardas sociales son vistas como estrictamente necesarias para obtener el apoyo de las partes interesadas, incluso antes de considerar cualquier beneficio humanitario y de desarrollo, los beneficios colaterales ambientales más allá del principio de “no perjudicar” son menos cruciales para el éxito de un programa de mitigación impulsado por el mercado como REDD+ (Phelps et al., 2012b). Si bien las salvaguardas ambientales están bien ancladas al discurso, en qué medida REDD+ debería lograr beneficios colaterales está menos claro. La protección de los servicios del ecosistema, las cuencas fluviales y las especies, todas tienen el potencial de contar con el apoyo de los consumidores y su voluntad de pagar o, en algunos casos, incluso ser el motivo principal para la implantación de un proyecto de REDD+ (Cerbu et al., 2011), pero también pueden incrementar el costo del diseño y de la implementación, haciendo que su inclusión en REDD+ sea menos atractiva para los inversores con un interés primordial en el carbono (Phelps et al., 2012b). Si bien los casos extremos de un programa de REDD+ desprovisto de beneficios colaterales ambientales frente a otro que priorice estos beneficios por encima del carbono son improbables, aún hay que alcanzar un término medio satisfactorio (Dickson y Kapos, 2012).

### 3.4 ¿Posibilidades de un monitoreo integrado?

En la actualidad, los países de REDD+ siguen marcos de información totalmente independientes para la medición, el reporte y la verificación (MRV) y para los sistemas de información de las salvaguardas. Aun así, no puede haber una comprensión completa de los impactos de REDD+ sin el monitoreo integrado de sus impactos de carbono y distintos del carbono o, al menos, un análisis integrado de los datos de observación de diferentes fuentes. Mientras que probablemente sería muy difícil lograr un monitoreo general integrado, la coherencia entre las fuentes de datos puede ayudar a comprender y equilibrar las concesiones mutuas y las sinergias entre reducir emisiones; mejorar los derechos locales, la participación y el bienestar; y conservar la biodiversidad y otros servicios del ecosistema. Teniendo en cuenta el limitado financiamiento para el monitoreo de REDD+, también es una posible forma de hacerlo más económico. La clave está en identificar formas de integración, mediante métodos de recopilación de datos complementarios a diversas escalas, y generar pruebas empíricas que demuestren las relaciones entre los impactos del carbono y distintos del carbono de REDD+.

Existen claras oportunidades para integrar el monitoreo del carbono y el ambiental (Fig. 2). Como se señaló en la sección anterior, en un marco para la integración en REDD+ del monitoreo de la biodiversidad recientemente propuesto (Gardner et al., 2012), se dispone de conocimientos considerables en materia de ecología y conservación que podrían integrarse en la planificación estratégica de REDD+. Se pueden llevar a cabo análisis de carbono y de biodiversidad a diferentes escalas para



identificar soluciones neutras en carbono que ofrecen diversos beneficios para la biodiversidad u oportunidades en las que con unos pequeños sacrificios en la efectividad del carbono se pueden conseguir beneficios colaterales desproporcionados (Venter et al., 2009; Thomas et al., 2013). Se pueden aprovechar conjuntos de datos similares para medir los impactos de carbono y ambientales de REDD+ a diferentes escalas. La teledetección, utilizada ampliamente para estimar la cobertura forestal y el cambio de superficie, puede proporcionar una gran cantidad de información ecológica, como el porcentaje de cobertura forestal de las cuencas fluviales, la fragmentación de los hábitats terrestres y acuáticos, la continuidad de los cursos de agua, la incidencia de incendios y la susceptibilidad de los suelos a la erosión (Sticker et al., 2009). Ahora se están combinando la creciente resolución de las imágenes y la capacidad de procesamiento analítico con mediciones de la biomasa terrestre y aérea, que se pueden desarrollar más para capturar e integrar los indicadores biológicos relevantes de forma espacialmente explícita. Por ejemplo, en los procesos de priorización de REDD+, se pueden añadir datos sobre la distribución de las especies y las amenazas, además de respuestas conocidas de variables del ecosistema a los cambios en la cobertura forestal y estrategias de manejo forestal (Gardner et al., 2012; Thomas et al., 2013). Un monitoreo del funcionamiento del ecosistema biológicamente significativo y a escala amplia (Stickler et al., 2009) puede ayudar a superar las barreras del financiamiento para el monitoreo global de la biodiversidad y los servicios del ecosistema asociados. REDD+ representa una oportunidad enorme para ampliar la escala del monitoreo ambiental a un nivel global a partir de sus focos locales y regionales actuales. Solo en fechas muy recientes la teledetección, la ecología y la conservación han comenzado a coordinar esfuerzos (Pettorelli et al., 2014), dando los primeros pasos para informar las tendencias actuales y a largo plazo del carbono, la biodiversidad y otros servicios del ecosistema. No obstante, tales mejoras solo serán aprovechadas cuando los planes para monitorear los impactos ambientales de REDD+ (y asegurar la coordinación institucional necesaria) se incorporen al diseño de REDD+ en una fase temprana, y los beneficios colaterales ambientales sean considerados una pieza central de REDD+ más allá de los requisitos de “no perjudicar” (Thomas et al., 2013).

También hay oportunidades para el monitoreo integrado de los impactos sociales y del carbono de REDD+ (Fig. 2). Ambos están mediados por el comportamiento humano, y la viabilidad de REDD+ depende de comprender y gestionar la relación entre la reducción de emisiones y las mejoras del bienestar humano. Aunque las fuentes de datos para el monitoreo social son bastante diferentes de las del monitoreo del carbono, los vínculos conceptuales son más claros cuando se tienen en cuenta las causas de la deforestación, los sistemas de distribución de beneficios y la medición de los impactos sociales de REDD+. Por ejemplo, comprender las causas socioeconómicas de la deforestación y la degradación de los bosques es fundamental para la creación de estrategias efectivas de REDD+, incluida la justificación y priorización de las intervenciones de REDD+ que aborden las causas principales (Hosonuma et al., 2012; Salvini et al., 2014). Hay ocasiones en las que las estrategias de REDD+ para abordar las causas de la deforestación y la degradación de los bosques podrían tener un impacto

adverso sobre los medios de vida locales (por ejemplo, las estrategias para reducir la agricultura itinerante) si no se ofrecen alternativas. Son necesarios sistemas de monitoreo social y del carbono estrechamente vinculados para resaltar estas concesiones mutuas con el fin de informar las políticas de forma iterativa. Asimismo, mientras que el carbono ayudará a determinar el flujo de beneficios, un monitoreo más integrado podría ayudar a sentar las bases de sistemas de distribución de beneficios que se centren en actividades y prácticas de cambios de uso del suelo que vayan más allá de las zonas boscosas (Salvini et al., 2014). Para finalizar, el monitoreo social es necesario para comprender la equidad de los mecanismos de distribución de beneficios y puede guiar la adaptación de las intervenciones de REDD+, ya que el impacto social de cualquier intervención (por ejemplo, apoyar la regularización de la tenencia de la tierra, cocinas energéticamente eficientes, intensificación agrícola para reducir la presión sobre los bosques, etc.) determinará en última instancia su relación costo-eficacia.

Por último, el concepto de servicios del ecosistema provee una plataforma para vincular el monitoreo social y ambiental, ya que estos servicios son los beneficios que la población obtiene de los ecosistemas (Millennium Assessment, 2005). Aparte de los beneficios públicos globales de la captación de carbono y la biodiversidad, el valor de los servicios del ecosistema depende de la ubicación de los bosques respecto a los beneficiarios (es decir, aquellos cuyos valores se cuentan). Por ejemplo, los bosques situados aguas arriba de los sistemas de abastecimiento de agua potable generan servicios de cuencas fluviales más valiosos que los bosques alejados. Muchos estudios han intentado justificar de forma explícita los servicios del ecosistema mediante el análisis en profundidad de su contribución al bienestar humano, utilizando valoraciones monetarias de los servicios del ecosistema como medida tangible (Ferraro et al., 2012; Ninan e Inoue, 2013). Dicho esto, pasar de una valoración intensiva y puntual al monitoreo a largo plazo sigue siendo un desafío considerable, que sugiere una necesidad urgente de avance de la ciencia interdisciplinaria que investigue el conjunto completo de procesos y respuestas. Las sinergias y las concesiones mutuas entre el bienestar humano y los servicios del ecosistema (incluida la captura de carbono) en relación a REDD+ se entenderán mejor mediante la aplicación de métodos de monitoreo y evaluación que utilicen enfoques similares para construir la hipótesis de contraste (Caplow et al., 2011) y sistemas flexibles que reflejen mejor el contexto.

# 4 Lecciones aprendidas y el camino a seguir

Teniendo en cuenta la falta de capacidad y financiamiento para el monitoreo de REDD+ en muchos países, una mejor integración del monitoreo del carbono, social y ambiental, tanto en diversas escalas como entre disciplinas, podría ayudar a que el proceso fuera más rentable. Para promover esta integración, son necesarios avances en tres áreas clave.

Primero, es necesaria la coordinación a diversas escalas de la medición, reporte y verificación de los impactos del carbono y distintos al carbono de REDD+. El reto de aplicar directrices internacionales a nivel nacional se puede ver en las respuestas de los países a los criterios e indicadores de manejo forestal sostenible, que surgen de los principios forestales definidos en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (UNCED) celebrada en Río de Janeiro en 1992. Estos criterios e indicadores tienen en cuenta dimensiones sociales, económicas, ambientales y culturales, y se deben aplicar a niveles regional, nacional y local (a unidades de manejo forestal), y son aceptados generalmente como herramientas apropiadas para definir, evaluar y monitorear el progreso hacia el manejo forestal sostenible (Castañeda, 2000). Una evaluación reciente del Proceso de Montreal, que incluye a 12 países templados y boreales que en 1995 acordaron informar sobre un conjunto común de criterios e indicadores, mostró falta de armonización en los reportes. La mayoría de los países no reportaron sobre los criterios e indicadores convenidos, probablemente a causa de las dificultades para la recogida de datos o la falta de compromiso con los acuerdos, y la evaluación señaló áreas claras de mejora en la comunicación y la consulta con las partes interesadas (Chandran e Innes, 2014). Para que funcione el monitoreo de REDD+, es fundamental entender cómo elaborar sistemas de monitoreo a partir de las políticas nacionales, los indicadores y los datos existentes de forma que los requisitos del monitoreo constituyan una fuente de apoyo y no una carga. Las experiencias de los países de REDD+ en establecer sistemas de información de las salvaguardas y avanzar en los esfuerzos de monitoreo deberían ser ampliamente divulgadas y contribuir al proceso internacional de políticas “de abajo arriba”. Asimismo, a medida que avanzan los marcos nacionales de REDD+, los países pueden aprender e incorporar progresos ya hechos a nivel nacional, de forma que las duras lecciones aprendidas por las jurisdicciones y los proyectos subnacionales no se pierdan conforme se consolidan los sistemas nacionales de monitoreo del carbono y de información de las salvaguardas. En este contexto, existe la oportunidad de pensar más allá de los bosques y el monitoreo forestal hacia la

participación de diversos sectores y partes interesadas para medir la sostenibilidad más ampliamente. Hay muchas necesidades de investigación y actuación en esta área.

En segundo lugar, es necesario resolver el problema de los métodos de monitoreo y los conjuntos de datos a gran escala frente a los de escala detallada para facilitar la elección de indicadores de desempeño apropiados para el monitoreo de REDD+. Los indicadores de desempeño deben ser: i) fáciles de comprender; ii) aplicables a múltiples escalas; iii) aplicables a cualquier lugar; iv) eficientes para medir y monitorear; v) sostenibles para proveer datos; y vi) susceptibles de ser mejorados a lo largo del tiempo. Falta conexión entre los datos a gran escala sobre el cambio de la cobertura forestal procedentes de la teledetección y ampliamente disponibles, y los datos a escala detallada necesarios para monitorear los procesos de degradación de los bosques y los cambios en las condiciones sociales y ambientales.

Los datos detallados son mucho más limitados y costosos de obtener, y por lo general carecen de mediciones históricas. Las limitaciones asociadas al monitoreo a escala detallada resaltan la necesidad de niveles más altos de agregación, especialmente porque los esfuerzos de monitoreo en definitiva deben ajustarse a las directrices de reporte más amplias de la CMNUCC. Aun así, esta agregación puede ocasionar la pérdida de información importante en los procesos locales. Por consiguiente, hay que establecer vías claras para que la información local pueda informar y actualizar los intentos de agregación. Este es el motivo de la llamada al establecimiento de indicadores de sostenibilidad robustos para evaluar los impactos de los proyectos de conservación y desarrollo, que pueden servir de información en los esfuerzos para medir la sostenibilidad de modo más amplio (Agol et al., 2014). Dicho esto, al final la robustez de los indicadores depende de la cantidad y la calidad de las muestras de campo para el desarrollo y las pruebas. Como el monitoreo efectivo se ve obstaculizado en muchos países tropicales por la falta de capacidad y financiamiento para incluso los esfuerzos de monitoreo más simples, se deben explorar formas creativas de reducir el alto costo de la recogida de datos locales. Por ejemplo, la recopilación podría estar dirigida en parte (pero no exclusivamente, para evitar el sesgo en la toma de muestras) hacia el muestreo de poblaciones potencialmente más vulnerables, para crear una línea de base con la que contrastar los datos recogidos en el futuro (Lawlor, 2013). Aunque no están desprovistas de sus propios desafíos, también surgen oportunidades importantes al involucrar a la población local en el monitoreo comunitario para abordar algunos de los procesos a pequeña escala y crear vínculos con los esfuerzos de monitoreo a nivel más alto en los campos sociales y ambientales (Bassett et al., 2004; Pratihast et al., 2013).

Los futuros trabajos técnicos pueden ayudar a comprender las diferencias entre los resultados del monitoreo a gran escala frente a escala detallada de los impactos del carbono y distintos al carbono. La información sobre los primeros impactos de las iniciativas piloto subnacionales de REDD+ se está empezando a consolidar con claras oportunidades para comparar los métodos usados para valorar el desempeño. Por ejemplo, hay oportunidades para que el Centro para la Investigación Forestal

Internacional (CIFOR) y The Nature Conservancy (TNC) comparen las iniciativas de monitoreo y evaluación de REDD+ en dos sitios subnacionales en Brasil (São Félix do Xingu) e Indonesia (Berau). En estos sitios, el impacto de la evaluación de REDD+ realizado por CIFOR se basa en un enfoque cuasiexperimental BACI utilizando encuestas a la comunidad, las mujeres y los hogares, junto con datos espaciales y de biomasa a escala detallada. Aunque este enfoque se considera muy riguroso para medir los impactos, la recogida de datos está limitada a zonas relativamente pequeñas dentro de sitios mayores, y su ejecución es costosa y requiere mucho tiempo. En cambio, TNC está recurriendo al debate de grupos focales, las entrevistas a informantes clave y los datos secundarios para monitorear un conjunto más amplio de indicadores del bienestar humano, un enfoque que permite una cobertura más amplia a menor costo, pero puede sacrificar la calidad y la profundidad de los datos. El análisis empírico y multidisciplinar del desempeño basado en resultados asociado a estos diferentes sistemas de monitoreo puede ayudar al desarrollo de indicadores a gran escala que pueden capturar los resultados típicos de los mecanismos a escala detallada agregados para usar en futuros esfuerzos de monitoreo de REDD+.

Por último, hay una importante oportunidad para promover más integración interdisciplinar en los sistemas de monitoreo a fin de reducir los costos y aumentar nuestro conocimiento de las sinergias y concesiones mutuas entre los beneficios del carbono y distintos del carbono. Como se expuso anteriormente, muchos de los mismos conjuntos de datos de teledetección y de campo que se están aprovechando para medir los cambios en las emisiones de carbono forestal se pueden utilizar para valorar los cambios en la biodiversidad, los recursos hídricos y los recursos del suelo. También existen vínculos clave con los beneficios sociales. Aunque muchos países reportan los beneficios del carbón y distintos del carbón por separado, hay ejemplos interesantes que salvan esta división. Por ejemplo, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Gobierno de Finlandia apoyaron en conjunto el Inventario Forestal Nacional peruano, que está dando pasos para integrar el monitoreo biofísico y socioeconómico en todo el país. Además de aprender de estas iniciativas, existe la oportunidad de promover más investigación interdisciplinar a nivel local. Los resultados se pueden ampliar a una escala mayor para informar la creación de indicadores nacionales y globales, probar su robustez y actualizar de forma sistemática el conjunto actual de indicadores para lograr un monitoreo relativamente económico y a gran escala que no pase por alto las implicaciones de los procesos cruciales locales. Para lograr esto, las disciplinas científicas que sigan muy aisladas deberán trabajar cada vez más juntas y elaborar protocolos y marcos comunes para alcanzar la verdadera interdisciplinariedad. El monitoreo integrado del desempeño de REDD+ no solo es importante para valorar la adherencia a las salvaguardas, sino que también puede ir mucho más allá de REDD+ y servir de información para los indicadores de sostenibilidad destinados a promover beneficios para la población y el medio ambiente.

# Referencias

- Agrawal, A., Nepstad, D. y Chhatre, A. (2011). Reducing emissions from deforestation and forest degradation. *Annual Review of Environmental Resources*, 36, 373–396.
- Ahumada, J. A., Hurtado, J. y Lizcano, D. (2013). Monitoring the status and trends of tropical forest terrestrial vertebrate communities from camera trap data: A tool for conservation. *PloS one*, 8(9), e73707.
- Baccini, A., Goetz, S. J. y Walker, W. S. et al. (2012). Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation improved by carbon-density maps. *Nature Climate Change*, 2, 182–185.
- Balmford, A. y Whitten, T. (2003). Who should pay for tropical conservation, and how could the costs be met? *Oryx*, 37(2), 238–250.
- Basset, Y., Novotny, V. y Miller, S. E. et al. (2004). Conservation and biological monitoring of tropical forests: the role of parataxonomists. *Journal of Applied Ecology*, 41(1): 163–174.
- Beccaloni, G. W. y Gaston, K. J. (1995). Predicting the species richness of neotropical forest butterflies: Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) as indicators. *Biological Conservation*, 71(1), 77–86.
- Bedi, T., Coudouel, A. y Simler, K. (2007). *More than a pretty picture: Using poverty maps to design better policies and interventions*. Washington DC, Estados Unidos: World Bank Publications.
- Brown, D., Seymour, F. y Peskett, L. (2008). How do we achieve REDD co-benefits and avoid doing harm? En A. Angelsen (Ed.), *Moving Ahead with REDD* (pp. 107–118). Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research.
- Caplow, S., Jagger, P. y Lawlor, K. et al. (2011). Evaluating land use and livelihood impacts of early forest carbon projects: Lessons for learning about REDD+. *Environmental Science & Policy*, 14, 152–167.
- Carignan, V. y Villard, M. A. (2002). Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. *Environmental monitoring and assessment*, 78(1), 45–61.
- Castañeda, F. (2000). Criteria and indicators for sustainable forest management: international processes, current status and the way ahead. *Unasylva*, 203(51), 34–40.
- CBD. (2012). *Advice on the application of relevant REDD+ safeguards for biodiversity, and on possible indicators and potential mechanisms to assess impacts of REDD+ measures on biodiversity*. Bonn, Alemania: UNEP/CBD/SBSTA/16/8.

- CCBA. (2013). *Climate, Community & Biodiversity Standards Third Edition*. Arlington, VA, Estados Unidos: The Climate Community & Biodiversity Alliance, disponible en: <http://www.climate-standards.org>
- Cerbu, G. A., Swallow, B. M. y Thompson, D. Y (2011). Locating REDD: A global survey and analysis of REDD readiness and demonstration activities. *Environmental Science and Policy* 14, 168–180.
- Chandran, A. e Innes, J. L. (2014). The state of the forest: reporting and communicating the state of forest by Montreal Process countries. *International Forestry Review*, 16(1), 103–111.
- Chhatre, A., Lakhanpal, S. y Larson, A. M., et al. (2012). Social safeguards and co-benefits in REDD+: a review of the adjacent possible. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4, 654–660.
- Corbera, E., Estrada M. y May P. et al. (2011). Rights to land, forests and carbon in REDD+: insights from Mexico, Brazil and Costa Rica. *Forests*, 2, 301–342.
- Cromberg, M., Duchelle, A. E. y Oliveira Rocha, I. (2014). Local participation in REDD+: Lessons from the Eastern Brazilian Amazon. *Forests*, 5, 579–598.
- Dale, V. H. y Beyeler, S. C. (2001). Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological indicators*, 1(1), 3–10.
- Daw, T., Brown, K. y Rosendo, S. et al. (2011). Applying the ecosystem services concept to poverty alleviation: the need to disaggregate human well-being. *Environmental Conservation* 38(4): 370–379.
- De Sy, V., Herold, M. y Achard, F. et al. (2012). Synergies of multiple remote sensing data sources for REDD+ monitoring. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4(6), 696–706.
- DHS. (2014). *The Demographic and Health Surveys Program*, disponible en: <http://dhsprogram.com>
- Dickson, B. y Kapos, V. (2012). Biodiversity monitoring for REDD+. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4(6), 717–725.
- Duchelle, A. E., Cromberg, M. y Gebara, M. F. et al. (2014). Linking forest tenure reform, environmental compliance and incentives: Lessons from REDD+ initiatives in the Brazilian Amazon. *World Development*, 55, 53–67.
- Dufrêne, M. y Legendre, P. (1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs*, 67(3), 345–366.
- FCPF. (2013). *Forest Carbon Partnership Facility: Demonstrating activities that reduce emissions from deforestation and forest degradation*. Washington, DC, Estados Unidos: Forest Carbon Partnership Facility, disponible en: <https://www.forestcarbonpartnership.org/>
- Ferraro, P. J., Lawlor, K. y Mullan, K. L. et al. (2012). Forest figures: ecosystem services valuation and policy evaluation in developing countries. *Review of Environmental Economics and Policy*, 6(1), 20–44.
- Gardner, T. A., Barlow, J. y Araujo, I. S. et al. (2008). The cost-effectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. *Ecology letters*, 11(2), 139–150.
- Gardner, T. A., Burgess, N. D. y Aguilar-Amuchastegui, N. et al. (2012). A framework for integrating biodiversity concerns into national REDD+ programmes. *Biological Conservation*, 154, 61–71.

- GOFC-GOLD. (2013). *A sourcebook of methods and procedures for monitoring and reporting anthropogenic greenhouse gas emissions and removals associated with deforestation, gains and losses of carbon stocks in forests remaining forests, and forestation. GOFC-GOLD Report version COP 19-1*. Wageningen, Países Bajos: GOFC-GOLD Project Office.
- Hansen, M. C., Potapov, P. V. y Moore, R. et al. (2013). High-resolution maps of 21st-century forest cover change. *Science*, 342, 850–853.
- Herold, M. y Skutsch, M. (2011). Monitoring, reporting and verification for national REDD+ programmes: two proposals. *Environmental Research Letters*, 6, 1–10.
- Herold, M., Román-Cuesta, R. M. e Hirata, Y. et al. (2011). Options for monitoring and estimating historical carbon emissions from forest degradation in the context of REDD+. *Carbon Balance and Management*, 6(13).
- Herold, M., Angelsen, A. y Verchot, L. V. et al. (2012). A stepwise framework for developing REDD+ reference levels. En A. Angelsen, M. Brockhaus, W.D. Sunderlin y L. Verchot (Eds). *Analysing REDD+: challenges and choices* (pp. 279–299). Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research.
- Hett, C., Castella, J. C. y Heinimann, A. et al. (2012). A landscape mosaics approach for characterizing swidden systems from a REDD+ perspective. *Applied Geography*, 32, 608–618.
- Hooper, D. U., Chapin Iii, F. S. y Ewel, J. J. et al. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological monographs*, 75(1), 3–35.
- Hosonuma, N., Herold, M. y De Sy, V. et al. (2012). An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries, *Environmental Research Letters*, 7, 1–12.
- Hunter, M. Jnr. (2002). *Fundamentals of Conservation Biology*. (Segunda edición). Massachusetts, U.S.A.: Blackwell Science.
- Innes, J. L. y Koch, B. (1998). Forest biodiversity and its assessment by remote sensing. *Global Ecology & Biogeography Letters*, 7(6), 397–419.
- IPCC. (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Bonn, Alemania: National Greenhouse Gas Inventories Programme, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jagger, P., Sills, E. O. y Lawlor, K. et al. (2010). *A Guide to Learning about Livelihood Impacts of REDD+ Projects*. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research Occasional Paper 56.
- Joseph, S., Herold, M. y Sunderlin, W. D. et al. (2013). REDD+ readiness: early insights on monitoring, reporting and verification systems of project developers. *Environmental Research Letters*, 8, 1–15.
- Kissinger, G., Herold, M. y De Sy, V. (2012). *Drivers of deforestation and forest degradation: A synthesis report for REDD+ policymakers*. Vancouver, Canadá: Lexeme Consulting, disponible en: [http://www.regjeringen.no/upload/MD/2011/vedlegg/klima/klima\\_skogprosjektet/DriversOfDeforestation.pdf](http://www.regjeringen.no/upload/MD/2011/vedlegg/klima/klima_skogprosjektet/DriversOfDeforestation.pdf)
- Kremen, C., Colwell, R. K. y Erwin, T. L. et al. (1993). Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation biology*, 7(4), 796–808.



- Larson, A. M., Brockhaus, M. y Sunderlin, W. D. et al. (2013). Land tenure and REDD+. The good, the bad and the ugly. *Global Environmental Change*, 23(3), 678–689.
- Latham, J. E., Trivedi, M., Amin, R. y D'Arcy, L. (2014). *A Sourcebook of Biodiversity Monitoring for REDD+*. Londres, Reino Unido: Zoological Society of London.
- Lawlor, K. (2013). *Methods for assessing and evaluating social impacts of program-level REDD+*. Arlington, VA, Estados Unidos: United States Agency for International Development, Forest Carbon, Markets and Communities (FCMC) Program, disponible en: [http://www.fcmcglobal.org/documents/LISA\\_REDD\\_Methods\\_Review.pdf](http://www.fcmcglobal.org/documents/LISA_REDD_Methods_Review.pdf)
- Lawton, J. H., Bignell, D. E. y Bolton, B. et al. (1998). Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature*, 391(6662), 72–76.
- Lindenmayer, D.B. y Franklin, J.F. (2002). *Conserving forest biodiversity: a comprehensive multiscaled approach*. Washington, DC, Estados Unidos: Island Press.
- Lindenmayer, D. B., Hulvey, K. B. y Hobbs, R. J. et al. (2012), Avoiding bio-perversity from carbon sequestration solutions. *Conservation Letters*, 5, 28–36.
- Loreau, M., Naeem, S. e Inchausti, P. et al. (2001). Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science*, 294(5543), 804–808.
- LSMS. (2014). *Living Standards Measurement Study*, disponible en: <http://econ.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXTDEC/EXTRESEARCH/EXTLSMS/0,,contentMDK:21610833~pagePK:64168427~piPK:64168435~theSitePK:3358997,00.html>
- Mace, G. M., Norris, K. y Fitter, A. H. (2012). Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. *Trends in ecology & evolution*, 27(1), 19–26.
- Margules, C. R., Austin, M. P. y Mollison, D. et al. (1994). Biological models for monitoring species decline: The construction and use of data bases [and discussion]. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 344(1307), 69–75.
- Martínez, R., Jørgensen, P. M. y Tiessen, H. (2011). *Climate change and biodiversity in the tropical Andes*. São José dos Campos: Inter-American Institute for Global Change Research.
- Millennium Assessment. (2003). *Ecosystems and human well-being: A framework for assessment*. Washington, DC: Island Press.
- Ninan, K. N. e Inoue, M. (2013). Valuing forest ecosystem services: What we know and what we don't. *Ecological Economics*, 93, 137–149.
- Noss, R. F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation biology*, 4(4), 355–364.
- Noss, R. F. (1999). Assessing and monitoring forest biodiversity: a suggested framework and indicators. *Forest ecology and management*, 115(2), 135–146.
- Pettorelli, N., Safi, K. y Turner, W. (2014). Satellite remote sensing, biodiversity research and conservation of the future. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1643), 20130190.

- Phelps, J., Webb, E. L. y Adams, W. M. (2012a). Biodiversity co-benefits of policies to reduce forest- carbon emissions. *Nature Climate Change*, 1462.
- Phelps, J., Friess, D. A. y Webb, E. L. (2012b). Win-win REDD+ approaches belie carbon-biodiversity trade-offs. *Biological Conservation*, 154, 53–60.
- Pratihast, A. K., Herold, M. y De Sy, V. et al. (2013). Linking community-based and national REDD+ monitoring: a review of the potential. *Carbon Management*, 4(1), 91-104.
- Putz, F. E. y Redford, K. (2009). Dangers of carbon-based conservation. *Global Environmental Change*, 19, 400–401.
- REDD+ SES. (2013). *REDD+ Social & Environmental Standards Version 2*. Arlington, VA, Estados Unidos: The Climate Community & Biodiversity Alliance, disponible en: <http://www.redd-standards.org/>
- Rendall, A. R., Sutherland, D. R. y Cooke, R. et al. (2014). Camera trapping: A contemporary approach to monitoring invasive rodents in high conservation priority ecosystems. *PloS one*, 9(3), e86592.
- Richards, M. y Panfil, S. (2011). *Social and Biodiversity Impact Assessment (SBIA) Manual for REDD+ Projects*. Washington, DC, Estados Unidos: Climate, Community, and Biodiversity Alliance, Forest Trends, Rainforest Alliance, y Fauna & Flora International.
- Rodríguez, J. P., Pearson, D. L. y Barrera, R. R. (1998). A test for the adequacy of bioindicator taxa: are tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae) appropriate indicators for monitoring the degradation of tropical forests in Venezuela? *Biological Conservation*, 83(1), 69–76.
- Romijn, J. E., Ainembabazi, J. H. y Wijaya, A. et al. (2013). Exploring different forest definitions and their impact on developing REDD+ reference emission levels: A case study for Indonesia. *Environmental Science & Policy*, 33, 246–259.
- Saatchi, S. S., Harris, N. L. y Brown, S. et al. (2011). Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(24), 9899–9904.
- Salvini, G., Herold, M. y De Sy, V. et al. (2014). How countries link REDD+ interventions to drivers in their readiness plans: implications for monitoring systems. *Environmental Research Letters*, 9, 1–12.
- Scholes, R. J. y Biggs, R. (2005). A biodiversity intactness index. *Nature*, 434(7029), 45–49.
- Schreckenberg, K., Camargo, I. y Withnail, K. et al. (2010). *Social Assessment of Conservation Initiatives*. Londres, Reino Unido: International Institute for Environment and Development.
- Schulze, C. H., Waltert, M. y Kessler, P. J. A. et al. (2004). Biodiversity indicator groups of tropical land-use systems: comparing plants, birds, and insects. *Ecological Applications* 14(5), 1321–1333.
- Simonet, G., Karsenty, A., De Perthuis, C., Newton, P. y Schaap, B. (2014). REDD+ projects in 2014: An overview based on a new database and typology. *Information and Debate Series No. 32*. París, Francia: Paris-Dauphine University, Climate Economics Chair.
- Sims, K. R. E. (2010). Conservation and development: Evidence from Thai protected areas. *Journal of Environmental Economics and Management* 60, 94–114.

- Skutsch M. M., Torres A. B. y Mwampamba T. H. et al. (2011). Dealing with locally-driven degradation: A quick start option under REDD+. *Carbon Balance and Management*, 6.
- Stem, C., Margoluis, R., y Salafsky, N. et al. (2005). Monitoring and evaluation in conservation: a review of trends and approaches. *Conservation Biology*, 19(2), 295–309.
- Stickler, C. M., Nepstad, D. C. y Coe et al. (2009). The potential ecological costs and co-benefits of REDD: a critical review and case study from the Amazon region. *Global Change Biology*, 15, 2803–2824.
- Stoms, D. M. y Estes, J. E. (1993). A remote sensing research agenda for mapping and monitoring biodiversity. *International Journal of Remote Sensing*, 14(10), 1839–1860.
- Sunderlin, W., Larson, A. M. y Cronkleton, P. (2009). Forest tenure rights and REDD+: From inertia to policy solutions. En A. Angelsen (Ed.), *Realizing REDD+: National strategy and policy options* (pp. 139–149). Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research.
- Sunderlin, W. D. y Sills, E. O. (2012). REDD+ projects as a hybrid of old and new forest conservation approaches. En A. Angelsen, M. Brockhaus, W. D. Sunderlin y L. Verchot (Eds). *Analysing REDD+: challenges and choices* (pp. 177–191). Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research.
- Sunderlin, W. D., Ekaputri, A. D. y Sills, E. O. et al. (2014). *The challenge of establishing REDD+ on the ground. Insights from 23 subnational initiatives in six countries*. Bogor, Indonesia: Center for International Research Occasional Paper 104.
- Thomas, C. D., Anderson, B. J. y Moilanen, A. et al. (2013). Reconciling biodiversity and carbon conservation. *Ecology Letters*, 16(1), 39–47.
- UNFCCC. (2009). *Cost of implementing methodologies and monitoring systems relating to estimates of emissions from deforestation and forest degradation, the assessment of carbon stocks and GHG emissions from changes in forest cover, and the enhancement of forest carbon stocks*. Bonn, Alemania: United Nations Framework Convention on Climate Change.
- UNFCCC. (2011a). The Cancun Agreements: Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperation Under the Convention. Decision 1/CP.16. Report of the Conference of the Parties on its Sixteenth Session, Cancún, 29 de noviembre-10 de diciembre 2010. FCC/CP/2010/7 Add.1. Bonn, Alemania: United Nations Framework Convention on Climate Change.
- UNFCCC. (2011b). *Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on long-term Cooperative Action under the Convention. Policy approaches and positive incentives on issues relating to reducing emissions from deforestation and forest degradation in developing countries; and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries*. Durban, Sudáfrica: United Nations Framework Convention on Climate Change Conference of the Parties 17.
- UNFCCC. (2014). Work programme on results-based finance to progress the full implementation of the activities referred to in decision 1/CP.16, paragraph 70. Decision 9/CP.19. Report of the Conference of the Parties on its Nineteenth Session, Varsovia, 11 - 23 de noviembre de 2013. FCC/ CP/2013/10 Add.1. Bonn, Alemania: United Nations Framework Convention on Climate Change.

- UN-REDD. (2012). *UN-REDD Programme Social and Environmental Principles and Criteria*. Ginebra, Suiza: United Nations collaborative initiative on Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation in developing countries, disponible en: <http://www.un-redd.org/>
- Upton, C., Ladle, R. y Hulme, D. et al. (2008). Are poverty and protected area establishment linked at a national scale? *Oryx*, 42(1), 19–25.
- Venter, O., Laurance, W. F. e Iwamura, T. et al. (2009). Harnessing carbon payments to protect biodiversity. *Science*, 326(5958), 1368–1368.
- Verchot, L. V., Kamalakumari, A. y Romjin, E. et al. (2012). Emissions factors: Converting land use change to CO<sub>2</sub> estimates. En A. Angelsen, M. Brockhaus, W. D. Sunderlin, y L. Verchot (Eds). *Analysing REDD+: challenges and choices* (pp. 261–278). Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research.
- Waldon, J., Miller, B. W. y Miller, C. M. (2011). A model biodiversity monitoring protocol for REDD projects. *Tropical Conservation Science*, 4(3), 254–260
- Wongbusarakum, S., Myers Madeira, E. y Hartanto, H. (2014). *Strengthening the social impacts of Sustainable Landscapes Programs: A practitioner's guidebook to strengthen and monitor human well-being outcomes*. Arlington, VA, Estados Unidos: The Nature Conservancy.
- Ziegler, A. D., Phelps, J. y Qi Yuen, J. et al. (2012). Carbon outcomes of major land-cover transitions in SE Asia: great uncertainties and REDD+ policy implications. *Global Change Biology*, 18, 3087–3099.



**PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN SOBRE Bosques, Árboles Agroforestería**

Esta investigación fue realizada por CIFOR como parte del Programa de Investigación de CGIAR sobre Bosques, Árboles y Agroforestería (CRP-FTA). El objetivo del programa es mejorar el manejo y uso de los bosques, la agroforestería y los recursos genéticos de los árboles a lo largo del paisaje, desde bosques hasta plantaciones. CIFOR dirige el programa CRP-FTA en asociación con Bioversity International, CATIE, CIRAD, el Centro Internacional de Agricultura Tropical y el Centro Mundial de Agroforestería.

[cifor.org](http://cifor.org)

[blog.cifor.org](http://blog.cifor.org)



Fund



Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety



**Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR)**

CIFOR impulsa el bienestar humano, la conservación ambiental y la equidad mediante investigación orientada a ayudar en el diseño de políticas y prácticas que afectan a los bosques de los países en vías de desarrollo. CIFOR es un miembro del Consorcio CGIAR. Nuestra sede central se encuentra en Bogor, Indonesia, y contamos con oficinas en Asia, África y América Latina.

