

# Análisis de REDD+

## Retos y opciones

Editor Arild Angelsen

Coeditores Maria Brockhaus  
William D. Sunderlin  
Louis V. Verchot

Asistente editorial Therese Dokken

Traducción Green Ink Ltd

© 2013 Center for International Forestry Research.  
Todos los derechos reservados.

Impreso en Indonesia  
ISBN: 978-602-1504-03-1

Angelsen, A., Brockhaus, M., Sunderlin, W.D. y Verchot, L.V. (eds) 2013 Análisis de REDD+: Retos y opciones. CIFOR, Bogor, Indonesia.

Traducción de: Angelsen, A., Brockhaus, M., Sunderlin, W.D. and Verchot, L.V. (eds) 2012 Analysing REDD+: Challenges and choices. CIFOR, Bogor, Indonesia.

Fotografías:

Portada © Cyril Ruoso/Minden Pictures

Partes: 1. Habtemariam Kassa, 2. Manuel Boissière, 3. Douglas Sheil

Capítulos: 1. and 10. Yayan Indriatmoko, 2. Neil Palmer/CIAT, 3. and 12. Yves Laumonier, 4. Brian Belcher, 5. Tony Cunningham, 6. and 16. Agung Prasetyo, 7. Michael Padmanaba, 8. Anne M. Larson, 9. Amy Duchelle, 11. Meyrisia Lidwina, 13. Jolien Schure, 14. César Sabogal, 15. Ryan Woo, 17. Edith Abilogo, 18. Ramadian Bachtiar

Diseñado por el Equipo Multimedia de CIFOR, Grupo de Servicios de Información  
Traducción: Green Ink Ltd ([www.greenink.co.uk](http://www.greenink.co.uk))

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

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.

#### **Center for International Forestry Research**

CIFOR impulsa el bienestar humano, la conservación ambiental y la equidad mediante investigación orientada hacia políticas y prácticas que afectan a los bosques de los países en vías de desarrollo. CIFOR es un centro de investigación del Consorcio CGIAR. La sede principal de CIFOR se encuentra en Bogor, Indonesia. El centro también cuenta con oficinas en Asia, África y Sudamérica.



## Factores de emisión

### Conversión del cambio en el uso de la tierra a estimaciones de CO<sub>2</sub>

Louis V. Verchot, Kamalakumari Anitha, Erika Romijn, Martin Herold y Kristell Hergoualc'h

- La falta de datos específicos de cada país y región supone una seria limitación en la conversión de las estimaciones de áreas de deforestación y degradación de los bosques a estimaciones del cambio en las reservas de carbono en la mayoría de los países de zonas tropicales. Esta carencia de datos hace imposible estimar las emisiones y absorciones de forma exacta y precisa en los programas nacionales de REDD+ y en las actividades de demostración de REDD+.
- En la mayoría de los países no pertenecientes al Anexo I han sido lentos los avances en la potenciación de la capacidad institucional de los países para realizar inventarios forestales y otras mediciones a fin de mejorar los inventarios de gases de efecto invernadero en los sectores de la silvicultura y otros usos de la tierra.
- Estas limitaciones pueden ser superadas si se hacen inversiones coordinadas y debidamente enfocadas y se establecen asociaciones productivas entre los servicios técnicos de los países anfitriones de REDD+, las agencias intergubernamentales y las instituciones de investigación especializadas de los países desarrollados durante la fase de preparación.

## 15.1 Introducción

La capacidad para medir el rendimiento es un requisito imprescindible para la implementación de cualquier mecanismo basado en los resultados y, en el contexto de REDD+, la medición exacta de las reducciones en las emisiones forma parte del reto (ver el Capítulo 13). Son muchos los grupos que están trabajando para crear sistemas de medición que contribuyan positivamente a la implementación de REDD+ en países que carecen de capacidad técnica para estimar de forma exacta las emisiones de la deforestación y la degradación. Los países tienen que medir dos tipos de parámetros para estimar las emisiones. “Datos de actividad” es la expresión utilizada en el contexto del monitoreo, reporte y verificación (MRV) para referirse a los datos sobre la magnitud de las actividades humanas que dan lugar a emisiones o absorciones. En relación con REDD+, estos datos suelen hacer referencia a las áreas bajo sistemas de gestión o afectadas por deforestación o degradación, pero podrían referirse también a otros aspectos, por ejemplo la cantidad de insumos tales como abonos. Para estimar los cambios en las reservas de carbono y otras emisiones de GEI como consecuencia del uso de la tierra y cambios en el uso de la tierra, incluidas las emisiones de zonas de bosque en que la biomasa va en aumento, los países necesitan lo que se ha denominado “factores de emisión/absorción” (en adelante factores de emisión [FE]). Estos factores representan las emisiones o absorciones en todos los reservorios de carbono pertinentes de todos los GEI relevantes por unidad de actividad. Por ejemplo, si por término medio un bosque pierde 200 toneladas de carbono por hectárea al ser talado y el área deforestada en un año determinado es de 2000 hectáreas, se podrían estimar las emisiones de la deforestación de cada país combinando estos dos tipos de datos. Los usos posteriores de la tierra también tienen reservas de carbono y emisiones de GEI (como por ejemplo el óxido nitroso de los abonos o el metano del ganado) que deben ser tenidas en cuenta a la hora de estimar los efectos –o los efectos evitados– del uso de la tierra y los cambios en el uso de la tierra (para emisiones de referencia, ver el Capítulo 16).

Hay una serie de iniciativas para mejorar las tecnologías de teledetección que descubren la presencia de deforestación, reforestación o degradación de los bosques. Otras iniciativas se centran en mejorar los sistemas de medición y monitoreo de la deforestación y la degradación a nivel nacional e internacional (Achar *et al.* 2002; Bucki *et al.* 2012) mediante incrementos cualitativos en los métodos utilizados para cuantificar las áreas deforestadas, detectar zonas que se han visto degradadas y monitorear otras que se han replantado etc. Pero muchos de estos enfoques tropiezan con la dificultad de convertir estimaciones de superficie en valores de emisiones o absorciones, por falta de factores de emisión fiables para la gran diversidad de ecosistemas que existen. Los estudios sugieren que hasta un 60 % de la incertidumbre en las estimaciones de las emisiones se debe a la escasa información sobre las reservas de carbono que

hay en los bosques y otros sistemas de uso de la tierra (Houghton *et al.* 2000; Baccini *et al.* 2012).

Por diversas razones, es importante perfeccionar los conocimientos sobre reservas de carbono y flujos de GEI asociados con el uso de la tierra y el cambio en el uso de la tierra, como parte de la fase de preparación de REDD+. Para orientar más certeramente las intervenciones y aumentar la eficiencia de su implementación es necesario contar con información de mejor calidad. Esta información de mayor calidad servirá también para mejorar los mecanismos de reparto de beneficios, porque contribuirá a que las actividades no den lugar a declaraciones erróneas sobre reducciones en las emisiones y a que se atribuyan correctamente las reducciones realmente conseguidas.

La finalidad de este capítulo es analizar críticamente las limitaciones para la MRV causadas por la falta de factores de emisiones para modalidades importantes de cambios en el uso de la tierra y reservorios de carbono significativos en los ecosistemas de zonas tropicales. El capítulo comienza con una visión breve de algunos de los conceptos más importantes en que se fundamentan los métodos y recomendaciones de buenas prácticas en relación con los inventarios de gases de efecto invernadero del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en este campo. A continuación se considera la importancia de los factores de emisiones dentro de este marco, y se examinan las limitaciones en los ecosistemas de zonas tropicales y algunos de los avances logrados recientemente que están contribuyendo a reducir esas limitaciones. Por último, se abordan los roles a desempeñar por las distintas partes interesadas y se analizan las prioridades en las inversiones para seguir reduciendo las dificultades en la MRV.

## 15.2 Notas sobre la relación entre el IPCC, la CMNUCC y REDD+

La principal iniciativa de desarrollo de métodos para realizar inventarios de GEI ha sido liderada por el Programa del IPCC sobre inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (NGGIP por sus siglas en inglés), que en 1994 publicó sus primeras directrices sobre inventarios nacionales de GEI, revisadas posteriormente en 1996 (GL1996). Estas directrices han proporcionado un marco para la compilación de estimaciones nacionales de emisiones y absorciones en muchos sectores, y siguen sirviendo de base para los inventarios nacionales de GEI. Sin embargo, se necesitaba más orientación sobre la mejor manera de resolver la cuestión de incertidumbres, de manera que los países pudieran elaborar inventarios que fueran “cálculos no excesivamente elevados ni tampoco demasiado bajos en la medida que cabe determinar, y en los que la incertidumbre se haya reducido lo más posible” (IPCC 2000), y con este fin se publicaron dos informes complementarios sobre buenas prácticas para ayudar

a los países en la elaboración de “inventarios transparentes, documentados, coherentes a lo largo del tiempo, completos, comparables, con una evaluación de la incertidumbre, sujetos a control de calidad y garantía de la calidad, y eficientes en cuanto al uso de los recursos de que disponen los organismos encargados de los inventarios, y en que la incertidumbre se reduce gradualmente a medida que se cuenta con información de mejor calidad” (IPCC 2000; 2003). El informe titulado Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GPG2000) fue publicado en 2000. Proporciona una orientación actualizada sobre la compilación de inventarios en distintos sectores, entre ellos la agricultura (IPCC 2000). El documento titulado Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (GPG-LULUCF) se publicó en 2003 (IPCC 2003). Estos informes de buenas prácticas no sustituían a las Directrices del IPCC, sino que aportaban orientación adicional o revisiones que complementaban las directrices y eran coherentes con ellas.

En 2006, el IPCC publicó una revisión de las GL1999 tomando como base la GPG2000 y la GPG-LULUCF. Estas directrices revisadas (GL2006) recomiendan la utilización de métodos de inventariar coherentes para la agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra, para así poder elaborar inventarios más completos de emisiones debidas a la mayoría de las categorías de uso de la tierra.

En la decisión adoptada por la COP 15 celebrada en Copenhague en 2009 (CMNUCC 2009b) la CMNUCC aconsejó a todos los países que desearan participar en el mecanismo de REDD+ que utilizaran “la orientación y las directrices más recientes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático que hayan aprobado o alentado la Conferencia de las Partes, según corresponda, como base para estimar las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción antropógena por los sumideros de gases de efecto invernadero relacionadas con los bosques, las reservas forestales de carbono y los cambios en las zonas forestales”. Por tanto, los documentos GL1966 y GPG-LULUCF proporcionan el marco de los trabajos que se realizan actualmente en REDD+. No obstante, las decisiones tomadas en la COP 17 celebrada en Durban en 2011 obligan a la CMNUCC a adoptar las Directrices de 2006 (2006GL) para que sean las utilizadas en 2015, por lo que también pueden emplearse ya esas directrices.

La estructura básica de los procedimientos para la elaboración de los inventarios gira en torno a una ecuación sencilla:

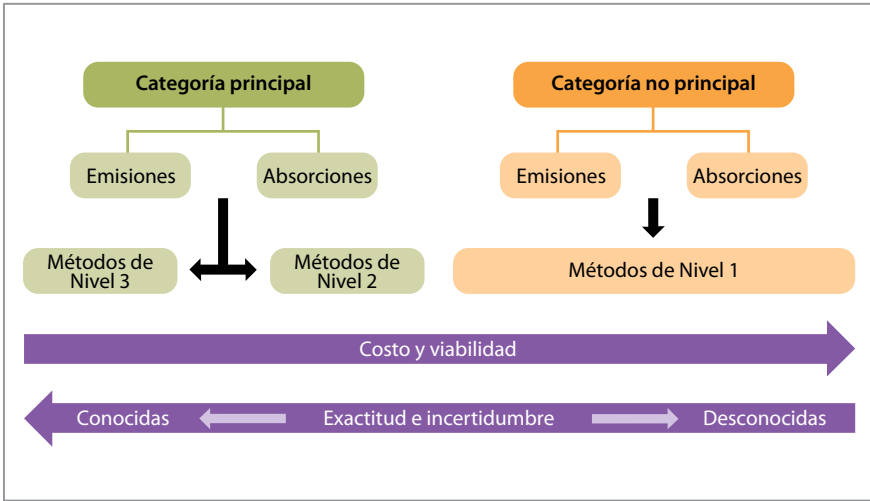
$$\text{Emisión} = A \cdot FE$$

Esta ecuación formaliza lo indicado en la introducción con respecto a los tipos de datos que se necesitan para realizar un cálculo de las emisiones. En la ecuación, la *A* representa los datos de actividad. El IPCC aporta tres posibles enfoques para la obtención de los datos de actividad, que pueden adaptarse a las necesidades del contexto en que se prepara cada inventario (ver el Capítulo 14; IPCC 2006). Las letras *FE* de la ecuación representan los factores de emisión. Estos factores suelen basarse en una muestra de datos de medición, promediada para obtener una tasa de emisiones representativa para cada actividad dada que se asocia con el cambio en el uso de la tierra (por ejemplo, la conversión de bosques en pastizales) o con tierra que se mantiene dentro de una categoría de uso de la tierra (por ejemplo, bosques rehabilitados).

En la mayoría de los casos, los inventarios abarcan cinco reservorios de carbono: biomasa por encima del suelo, biomasa por debajo del suelo, madera muerta, hojarasca y materia orgánica del suelo. El IPCC utiliza el concepto de categorías principales para determinar el nivel de precisión que debe aplicarse a la estimación tanto de datos de actividad como de factores de emisión (IPCC 2000). Una fuente o sumidero de categoría principal es una actividad y/o reservorio de carbono que influye de manera significativa en la estimación de GEI con respecto a la tendencia de nivel absoluto, o incertidumbre de emisiones y absorciones. Una categoría principal recibe tratamiento prioritario en el inventario de GEI. En cifras acumuladas, las fuentes y sumideros no principales representan menos del 10 % de la incertidumbre de un inventario, o menos del 5 % del total de las emisiones. Es necesario utilizar métodos pormenorizados para estimar las emisiones y las absorciones correspondientes a las categorías principales. Se necesita hacer un análisis de categorías principales para determinar los siguientes aspectos:

- Qué actividades de uso y manejo de la tierra son significativas
- Qué subcategorías de uso de la tierra o de ganado son significativas
- Qué emisiones o absorciones de los distintos reservorios de carbono son significativas
- Qué gases que no sean CO<sub>2</sub>, y de qué categorías, son significativos
- Qué enfoque (ver a continuación la descripción de niveles) se necesita adoptar en los informes.

El IPCC identifica asimismo tres “niveles” para los informes. Los niveles representan la complejidad metodológica necesaria para estimar las emisiones y las absorciones de cada categoría, sobre la base de su influencia en el inventario total de un determinado país, la disponibilidad de datos y las circunstancias nacionales. El IPCC recomienda que los encargados de la compilación de inventarios apliquen los métodos de Nivel 2 o Nivel 3 a las categorías principales de actividades de la tierra que representen las mayores fuentes de incertidumbre o emisiones, y los métodos del Nivel 1 a las categorías no principales (Figura 15.1).



**Figura 15.1 Relaciones entre las categorías principales y los niveles para la compilación de inventarios, y equilibrio entre exactitud y costos (adaptado de Maniatis y Mollicone 2010)**

El Nivel 1 es el enfoque más sencillo, y se aplica a categorías no principales cuando no hay datos sobre factores de emisión específicos del país o región. Es preferible que los encargados de compilar los inventarios usen datos de actividad específicos de cada país o región, pero pueden emplear valores globales por defecto con incertidumbre desconocida para los factores de emisión. Los métodos de Nivel 1 permiten a los compiladores elaborar un inventario completo y evitar así la recopilación de datos para categorías de actividad que son únicamente una parte muy pequeña de las emisiones o absorciones totales, o que representan solo una pequeña proporción de la incertidumbre. En el Nivel 1 la estimación de incertidumbres por categorías de fuente se lleva a cabo utilizando ecuaciones estadísticas de propagación de errores.

Los métodos del Nivel 2 siguen un marco similar a los del Nivel 1. Se usan datos de actividad específicos del país o región, pero las emisiones y absorciones se estiman utilizando factores de emisión específicos de cada país o región. Con los métodos de Nivel 2 se suele emplear una resolución temporal y espacial más alta y datos de actividad más desagregados, junto con factores de emisión específicos para las subregiones climatológicas o geográficas correspondientes y categorías especializadas de uso de tierra o ganado.

Los métodos de Nivel 3 requieren datos espacialmente explícitos y de alta resolución sobre la dinámica de la cubierta de la tierra. El Nivel 3 utiliza métodos de mayor orden, que incluyen modelos y sistemas de medición de inventarios, que se repiten en el tiempo. Las áreas de tierra en que se produce



un cambio en el uso de la tierra normalmente pueden trazarse en el tiempo, al menos estadísticamente. La mayoría de los modelos incluyen variaciones relacionadas con el clima en aspectos como el crecimiento, la senescencia y la mortalidad, y por tanto permiten estimaciones con variabilidad anual. Los modelos deben someterse a pruebas de calidad y validación. El Nivel 3 produce resultados de gran calidad en cuanto a precisión y exactitud, porque el sesgo se reduce y la complejidad del sistema está bien representada. Las principales limitaciones para la implementación de métodos del Nivel 3 son el costo y la laboriosidad de producir conjuntos de datos de calidad y mediciones específicas de cada lugar.

### 15.3 Métodos del IPCC para el desarrollo de FE

El IPCC tiene dos enfoques de desarrollo de factores de emisión para las ecuaciones de inventarios. Los cambios en las existencias de carbono de los reservorios pueden estimarse utilizando el enfoque denominado método de pérdidas y ganancias, que puede aplicarse a todas las ganancias o pérdidas de carbono (IPCC 2006). Las ganancias se atribuyen al crecimiento o a las transferencias de carbono desde otro reservorio (por ejemplo, la transferencia de carbono de un reservorio de carbono de biomasa por encima del suelo a un reservorio de materia orgánica muerta como consecuencia de la cosecha). Las pérdidas se atribuyen a transferencias de carbono de un reservorio a otro, o bien a emisiones por descomposición, cosecha, quema etc. En este sistema, es importante tener en cuenta las transferencias, puesto que toda transferencia de un reservorio a otro representa una pérdida en el reservorio donante y una ganancia equivalente en el reservorio receptor. Por tanto, las absorciones de CO<sub>2</sub> son transferencias desde la atmósfera a un reservorio de carbono (normalmente biomasa); las emisiones de CO<sub>2</sub> son transferencias desde un reservorio de carbono a la atmósfera.

El segundo enfoque se denomina método de diferencia de existencias, y se aplica cuando las existencias de carbono de los reservorios en cuestión se miden en dos puntos en el tiempo para estimar los cambios en las existencias de carbono. Por lo general, los cambios en las existencias de carbono se estiman por hectárea, y ese valor se multiplica por el área total de cada estrato (datos de actividad) para obtener la estimación de cambio total en las existencias de carbono de un reservorio dado. En algunos casos, los datos de actividad pueden registrarse como totales de cada país (por ejemplo, metros cúbicos de madera talada), en cuyo caso las estimaciones de cambios en las existencias para el reservorio de biomasa sobre el suelo se calculan directamente a partir de los datos de actividad, tras aplicar los factores que correspondan para convertirlos en unidades de masa de carbono. Cuando se utiliza el método de la diferencia de existencias para una categoría concreta de uso de la tierra, es importante verificar que, en esa categoría, la superficie de tierra en los momentos  $t_1$  y  $t_2$

es idéntica, a fin de evitar que las estimaciones de cambios en las existencias se confundan con cambios en la superficie. El Cuadro 15.1 presenta ejemplos de cómo pueden derivarse factores predeterminados de Nivel 1 utilizando los valores predeterminados de la biomasa por encima del suelo del IPCC.

El método de pérdidas y ganancias sirve bien para los enfoques de modelos ecológicos que utilizan coeficientes de existencias y flujos derivados de investigaciones empíricas. Este enfoque minimiza la variación interanual en mayor grado que el método de diferencia de existencias. Ambos métodos son válidos, y deberían arrojar resultados comparables en el tiempo, pero cada uno es más adecuado para determinados reservorios. Por ejemplo, el método de diferencia de existencias basado en inventarios forestales es la manera más práctica de estimar los cambios de carbono experimentados en la biomasa por encima del suelo (Brown 2002; Qureshi *et al.* 2012). Para otros reservorios, como pueden ser el reservorio de carbono en el suelo y la materia orgánica de turberas (ver el Recuadro 15.1), resulta más práctico el método de pérdidas y ganancias. La Figura 15.2 ofrece un resumen de los pasos a seguir para desarrollar los factores de emisiones utilizando los dos métodos. Para aplicar cualquiera de ellos es necesario desarrollar primero una estratificación adecuada del paisaje y determinar qué actividades y reservorios requieren una contabilización de mayor nivel y cuáles pueden abordarse utilizando métodos de Nivel 1. Por tanto, los datos deben ser recogidos y compilados de manera que aporten una estimación representativa del ecosistema y el sistema de manejo en cuestión.

## 15.4 Situación actual de los FE y oportunidades de mejora

### 15.4.1 Capacidad para la MRV y los FE

Como parte del Estudio Comparativo Global (GCS) de CIFOR sobre REDD+ (ver el Apéndice), se llevó a cabo un análisis de la capacidad para la MRV en 99 países no pertenecientes al Anexo I de zonas tropicales. En el estudio se puntuó a cada país en función de distintos tipos de capacidades (teledetección, inventarios forestales, estimación de las existencias de carbono etc.) y el grado de compromiso del país (por ejemplo, en relación con los detalles incluidos en los informes nacionales o con la participación en las negociaciones técnicas de la CMNUCC sobre REDD+). El estudio puntuó después las dificultades que cada país afrontaba en relación con REDD+ (tales como incidencia de incendios, presencia de turberas, altas densidades de carbono) y con la teledetección (por ejemplo, nubosidad elevada, terreno montañoso). Con estos datos se calcularon los desfases utilizando la diferencia entre las puntuaciones de retos y capacidades, y los países fueron clasificados según dichas puntuaciones.

### Recuadro 15.1 Aplicación del método de pérdidas y ganancias para mejorar la facilidad de estimación de factores de emisión de turberas en zonas tropicales

Indonesia es uno de los principales emisores de GEI del mundo, y cerca del 80 % de sus emisiones se derivan del uso de la tierra y cambios en el uso de la tierra. En el sudeste asiático insular las tasas de deforestación en bosques de turberas duplican las de cualquier otro tipo de bosque (Miettinen *et al.* 2011). Por tanto, es de importancia crítica cuantificar las emisiones de GEI debidas a cambios en el uso de turberas. Preocupa especialmente la estimación de la pérdida de carbono de la turba. Las estimaciones recientes indican que la pérdida de carbono asociada con la conversión de bosques de turberas en plantaciones de palma aceitera contribuye más del 63 % de las pérdidas totales. Las pérdidas derivadas de la biomasa alcanzaron las 158 Mg C ha<sup>-1</sup>, mientras que las pérdidas de la turba llegaron hasta las 270 Mg C ha<sup>-1</sup> en 25 años, que es el periodo de rotación de las plantaciones de palma aceitera (Hergoualc'h y Verchot 2011).

La pérdida de turba puede estimarse midiendo los cambios en las existencias de carbono (método de diferencia de existencias) o los cambios en los flujos de carbono (método de pérdidas y ganancias). Para hacer una estimación exacta de los cambios en las existencias de carbono del suelo tras el cambio en el uso de la tierra es necesario medir las existencias de carbono en la totalidad del perfil vertical de la turba, porque los cambios ocurren a mayor profundidad en suelos drenados; las pérdidas no se limitan a los primeros 30 cm bajo la superficie, como sucede en suelos minerales. De hecho, la combinación de actividades físicas y químicas asociadas con drenajes, hundimientos de la turba e incendios puede hacer que resulte más difícil determinar qué capas del suelo deben compararse antes y después del cambio en el uso de la tierra. No obstante, es evidente que analizar únicamente las capas superficiales de los suelos de turberas no es un enfoque válido para los estudios comparativos de los cambios en las existencias de carbono en la turba relacionados con el cambio en el uso de la tierra. Por otra parte, la mayoría de las formaciones de turba del sudeste asiático tienen forma abovedada, por lo cual es preciso seleccionar ubicaciones representativas y homólogas dentro de la bóveda antes y después del cambio en el uso de la tierra, y así evitar estimaciones erróneas de emisiones o absorciones. La determinación de un sistema adecuado de muestreo es especialmente difícil por la falta de mapas que indiquen la ubicación de las bóvedas de turba en muchos paisajes, el acceso restringido (las turberas vírgenes suelen estar en ubicaciones aisladas a las que es difícil llegar) y trabas en la concesión de autorizaciones.

A la vista de los problemas citados más arriba, el enfoque más adecuado para estimar la pérdida de carbono de la turba tras cambios en el uso de

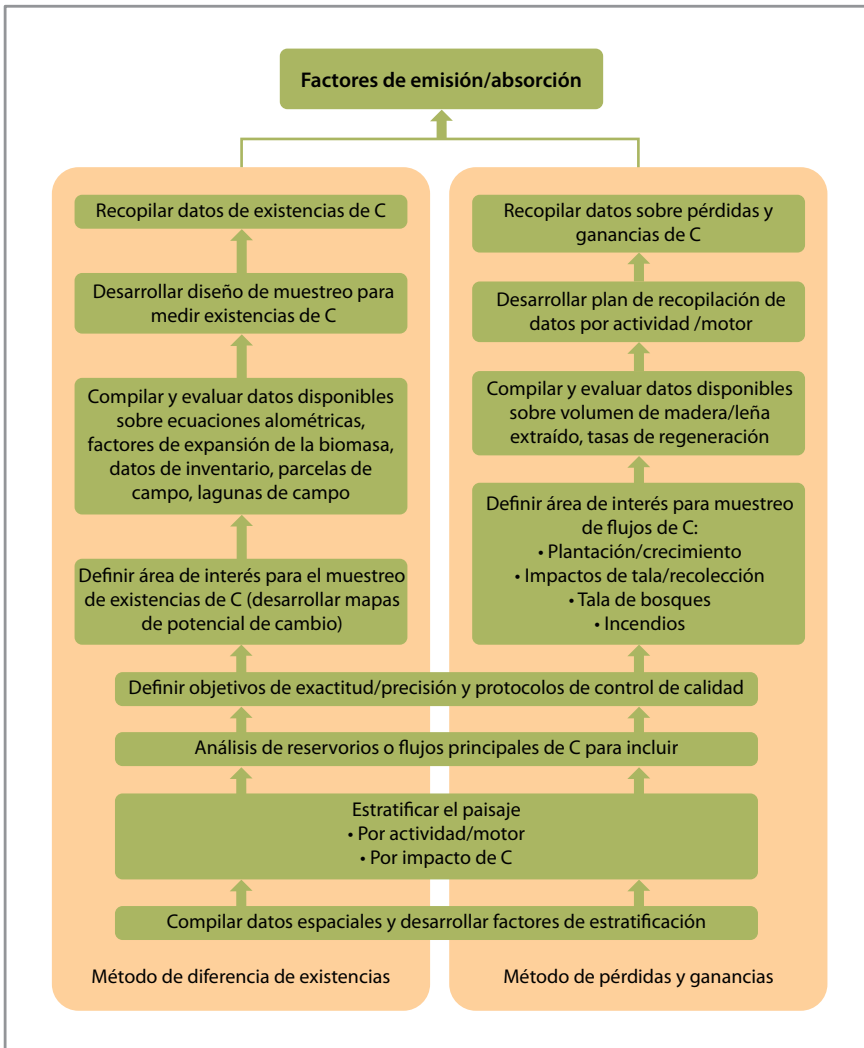
[...continúa en la página siguiente]

**[Recuadro 15.1 (cont.)]**

la tierra es el método de pérdidas y ganancias. Este enfoque exige conocer los principales insumos (*inputs*) de carbono (hojarasca y mortalidad de las raíces) así como de las principales salidas (*outputs*) (tasas de respiración heterotrófica del suelo, pérdidas asociadas con incendios, metanogénesis, percolación, escorrentía y erosión). Estos flujos son más fáciles de estimar con exactitud y sin sesgos que los cambios en las existencias. La respiración del suelo puede ser un indicador útil de la pérdida de carbono en la turba. Sin embargo, es preciso estimar el componente heterotrófico y comparar las pérdidas con las ganancias para evaluar cuánto carbono está perdiendo o capturando la turba. Es necesario cotejar las pérdidas con las ganancias antes y después del cambio en el uso de la tierra para estimar las emisiones y las absorciones derivadas del cambio en el uso de la tierra.

El análisis demostró que la mayoría de los países carecen de la capacidad necesaria para implementar un sistema nacional de monitoreo completo y exacto que mida el rendimiento de la implementación de REDD+ siguiendo las directrices del IPCC, requisito que será obligatorio en la Fase 3, cuando los pagos se basen en reducciones verificadas de las emisiones (Romijn *et al.* 2012). Había 49 países con un notable déficit de capacidad, y tan solo cuatro países tenían una carencia pequeña. Estos últimos tenían ya capacidades que podían considerarse buenas o muy buenas para medir cambios en el área de bosque y para elaborar inventarios nacionales de los bosques en cuanto a madera en pie y biomasa forestal. En los países con déficit de capacidad muy altos, los problemas se debían a su escasa participación en el proceso de REDD+ de la CMNUCC, falta de experiencia en la aplicación de las directrices del IPCC, y falta de acceso a datos adecuados para llevar a cabo inventarios de Nivel 2 (Hardcastle *et al.* 2008; Herold 2009). El estudio documentó los casos en que la capacidad es insuficiente –a nivel técnico, político e institucional– para obtener estimaciones completas y exactas sobre cambios en el área de bosque y los consiguientes cambios en las existencias de carbono, y demostró que el mecanismo de REDD+ está estableciendo requisitos que muchos de los equipos técnicos de distintos países no pueden satisfacer por falta de experiencia.

Este déficit de capacidad también quedó patente en dos evaluaciones de los recursos forestales mundiales (FRA por sus siglas en inglés) (FAO 2006; 2010) llevadas a cabo por la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO 2007; Mollicone *et al.* 2007). Marklund y Schoene (2006) analizaron los informes de países presentados para la FRA 2005 y observaron que la calidad y fiabilidad de los datos era muy variable. La mayoría de los países carecen de datos de calidad sobre inventarios forestales, y utilizan factores de conversión y valores por defecto para estimar las existencias de carbono. De los países que



**Figura 15.2 Pasos a seguir en la estimación de factores de emisión** (adaptado de Meridian Institute 2011a)

disponen de datos de inventarios, la mayoría únicamente tienen mediciones correspondientes a un momento concreto en el tiempo. De los 229 países y territorios que presentaron reportes para la FRA 2005, tan solo 143 informaron sobre el carbono en la biomasa, y solamente 50 incluyeron datos sobre el carbono en la hojarasca y el suelo; 34 países no aportaron dato alguno sobre existencias de carbono. Los datos presentados para la FRA 2010 registraron pequeñas mejoras (ver el Recuadro 15.2).

En otro estudio del GCS, CIFOR analizó 17 ubicaciones piloto de REDD+ de América Latina (7), África (7) y el sudeste asiático (3). El 53 % de los

**Cuadro 15.1 Ejemplos de factores de emisiones de Nivel 1 para la biomasa (tanto por encima del suelo como subterránea), asociados con la conversión de bosques en pastizales en África, calculados utilizando el método de diferencia de existencias y valores predeterminados de los reservorios de carbono (IPCC 2006)**

	Bosques				Pastizales/pastos			
	Biomasa por encima del suelo* Mg d.m. ha <sup>-1</sup>	Biomasa subterránea† Mg d.m. ha <sup>-1</sup>	Densidad de C <sup>‡</sup> Mg C Mg d.m. <sup>-1</sup>	Existencias de carbono en el reservorio de biomasa Mg ha <sup>-1</sup>	Total de biomasa por encima del suelo y subterránea§ Mg d.m. ha <sup>-1</sup>	Densidad de C Mg C Mg d.m. <sup>-1</sup>	Existencias de carbono en el reservorio de biomasa Mg ha <sup>-1</sup>	Factor de emisión de la biomasa¶ Mg ha <sup>-1</sup>
Bosque lluvioso tropical	310	115	0,46	195	16	0,47	8	188
Bosque húmedo caducifolio tropical	260	52	0,46	144	16	0,47	8	136
Bosque tropical seco	120	34	0,46	71	9	0,47	4	67
Matorral tropical	70	28	0,46	45	9	0,47	4	41

Nota: 1 Mg = 1 tonelada, d.m. = materia seca.

\* Valores de bosques africanos del Cuadro 4.7 de GL2006

† Sobre la base de la relación de biomasa por encima del suelo con biomasa subterránea del Cuadro 4.4 de GL2006

‡ Densidades de C del Cuadro 4.3 de GL2006

§ Valores de pastizales del Cuadro 6.4 de GL2006

¶ Diferencia entre las existencias totales de carbono en la biomasa por encima del suelo y la biomasa subterránea en cada sistema

proyectos utilizaron ecuaciones alométricas específicas de la ubicación o del país para estimar la biomasa por encima del suelo, tal como especifican los métodos de Nivel 2. El 47 % de los proyectos emplearon ecuaciones genéricas para toda la zona tropical. Los demás reservorios de carbono tienen, por lo general, menos peso en estos proyectos, pero pueden representar una parte importante de las emisiones netas. No es sorprendente que la capacidad para realizar inventarios de estos reservorios fuera todavía más baja. Tan solo el 24 % de los proyectos conocían los métodos a utilizar para la estimación de la biomasa subterránea. En el caso de la medición de carbono en la madera muerta, el 41 % de los proyectos conocían los métodos. En cuanto a los reservorios de carbono en hojarasca y suelo, la mayoría de los responsables de proyectos tienen planificado usar los valores fijados por el IPCC o no tener en cuenta estos reservorios. La mayoría de los proyectos estudiados no disponían de información suficiente para hacer una estimación del carbono en distintos reservorios. Como excepción, hubo un proyecto en Brasil que hizo uso de ecuaciones alométricas específicas de la ubicación para estimar coeficientes de biomasa sobre el suelo (Higuchi *et al.* 1982; Silva 2007), biomasa subterránea y madera muerta (Silva 2007). La hojarasca se estimó utilizando valores predeterminados de Nivel 1. En el citado proyecto no se hará un inventario del reservorio de carbono en el suelo.

Por último, el desarrollo de métodos de MRV para proyectos de REDD+ se centra principalmente en la teledetección y la realización de inventarios sobre el terreno por profesionales del sector forestal (GOFC-GOLD 2010). Estos trabajos resultan caros y pueden tener una efectividad limitada para hacer un seguimiento de lo que realmente sucede sobre el terreno a la escala necesaria para influir en la implementación del proyecto. El sistema de MRV comunitario cuenta cada vez con más experiencia (ver el Recuadro 15.3) sobre cómo hacer frente a la falta de participación de las personas que viven en las áreas en que se llevan a cabo proyectos de REDD+ o dependen de esas tierras. Se están desarrollando (y sometiendo a pruebas) enfoques prácticos para potenciar la participación efectiva de las poblaciones locales en el monitoreo (Skutsch 2010).

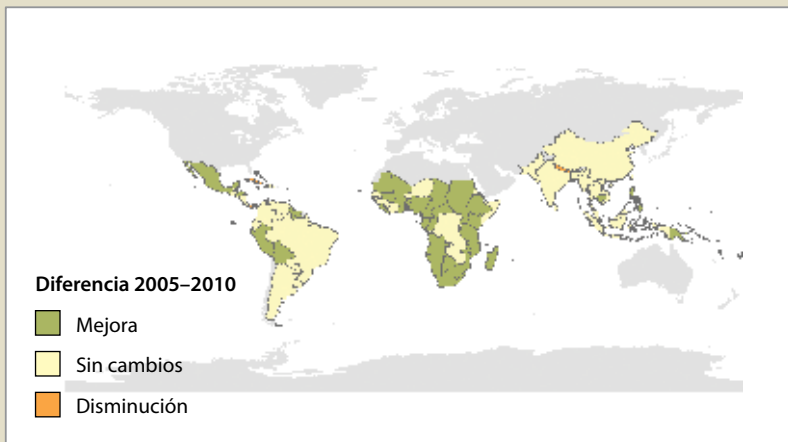
## 15.4.2 FE para los reservorios de carbono en la biomasa

Para aplicar los métodos de diferencia de existencias o de pérdidas y ganancias, los encargados de la compilación de los inventarios necesitan datos sobre ecosistemas forestales y de otros tipos con los que desarrollar factores de emisiones debidas a los cambios netos asociados con el uso de la tierra o con cambios en el uso de la tierra. En el caso de ecosistemas agrícolas o de pastizales con escasa vegetación leñosa (o ninguna), la estimación de la biomasa no es difícil desde el punto de vista técnico. La mayoría de los estudios agronómicos realizados por universidades y centros de investigación agrícola de todo el mundo miden la productividad total, y no solo las cosechas. Por tanto, la elaboración de valores predeterminados para la biomasa de la mayoría de los

### Recuadro 15.2 Avances logrados entre la FRA 2005 y la FRA 2010

Se han visto algunos avances modestos en la capacidad de monitoreo entre los periodos de informes de 2005 y 2010 de la Evaluación de los recursos forestales mundiales (FRA) de la FAO. La Figura 15.3 muestra los cambios en las capacidades para informar sobre el carbono en los distintos reservorios. La mayoría de las mejoras se produjeron en países africanos, donde la capacidad general para efectuar seguimientos estaba poco desarrollada en 2005. Los avances se relacionan, por lo general, con el hecho de que estos países informaron sobre dos reservorios de carbono en 2010 (biomasa por encima del suelo y suelos) en lugar de uno solo (biomasa por encima del suelo). No obstante, todavía siguen informando a Nivel 1 utilizando los valores por defecto del IPCC. La capacidad en cuanto a teledetección y utilización de series de datos temporales para medir los cambios experimentados en áreas forestales apenas mejoró entre 2005 y 2010. La capacidad para compilar inventarios forestales tampoco mejoró apreciablemente en este periodo. Algunos países muestran incluso una reducción en la capacidad para el monitoreo, en algunos casos a causa de conflictos políticos internos.

Esta aparente falta de mejoras significativas en la capacidad de monitoreo entre los periodos de informes de 2005 y 2010 de la FRA parece indicar que los esfuerzos de REDD+ para potenciar dicha capacidad aún no han tenido gran impacto en los procesos de informes nacionales. La comunidad internacional debe comprometer más recursos humanos y financieros para paliar las brechas en la capacidad y cambiar esta situación.



**Figura 15.3** Cambios en la capacidad de 99 países no pertenecientes al Anexo 1 de zonas tropicales, basados en las diferencias entre los informes de 2005 y 2010 de FAO/FRA sobre los cinco reservorios forestales de carbono

Fuente: Romijn *et al.* (2012)



### **Recuadro 15.3 Desde lo global a lo local en la MRV de REDD+: vincular enfoques comunitarios y gubernamentales**

Finn Danielsen, Neil D. Burgess y Martin Enghoff

En los últimos años se han desarrollado distintos manuales para guiar la recopilación de datos sobre biomasa forestal a nivel local (Verplanke y Zahabu 2009; Subedi *et al.* 2010; An *et al.* 2011; Programa ONU-REDD 2011b; Walker *et al.* 2011). Diversos estudios han demostrado que las poblaciones locales pueden recoger datos fiables sobre biomasa por encima del suelo y uso de los bosques, y que además pueden satisfacer los requisitos de los informes de niveles más altos del IPCC (Danielsen *et al.* 2011).

La participación comunitaria en la MRV de REDD+ es especialmente útil en áreas de bosques sometidos a algún tipo de ordenamiento comunitario, cuando los derechos a los recursos están reconocidos por el gobierno y la comunidad local tiene interés en gestionar el área de bosque. La participación comunitaria contribuye a vincular la implementación nacional de REDD+ con la toma de decisiones y el manejo forestal a nivel local (Danielsen *et al.* 2010), y reduce el riesgo de que REDD+ menoscabe la tenencia local de los bosques. Ayuda además a promover la transparencia y la rendición de cuentas de las iniciativas de REDD+, y contribuye a la gobernabilidad y el reparto equitativo de los beneficios.

La cuestión está en cómo integrar adecuadamente el escrutinio comunitario de la efectividad de REDD+ con la labor de seguimiento realizada por las instituciones encargadas de la implementación de REDD+ a nivel nacional. En el pasado la mayoría de las iniciativas comunitarias de monitoreo de los bosques han surgido al nivel local (Fry 2011), y no hay ejemplos de iniciativas comunitarias que hayan sido ampliadas hasta el nivel nacional.

Para vincular el monitoreo comunitario y estatal de REDD+ de manera efectiva, el escrutinio comunitario tiene que integrarse en un sistema que facilite datos a las iniciativas nacionales de MRV. El programa nacional de REDD+ debe velar además por que se compense a las comunidades por su trabajo. La participación de las comunidades en los procesos de MRV de REDD+ debe estar respaldada por políticas nacionales para garantizar que en el programa nacional de REDD+ se asignan fondos y personal suficientes al desarrollo del componente de seguimiento comunitario.

En la mayoría de los países las organizaciones comunitarias de base (OCB) ya tienen experiencia de monitoreo forestal comunitario. Es necesario alentar a estas organizaciones, o a otras entidades que representen a las comunidades, a que desempeñen un papel central en el diseño, desarrollo y puesta a prueba del componente de seguimiento comunitario del programa nacional de REDD+. Es preferible empezar a pequeña escala, ver qué es lo

[...continúa en la página siguiente]

**[Recuadro 15.3 (cont.)]**

que funciona mejor, y a partir de ahí ir creciendo a medida que se acumula experiencia (Herold y Skutsch 2011).

A nivel nacional se necesita establecer un estándar mínimo para el monitoreo forestal comunitario, de manera que se aplique el mismo enfoque en todas las ubicaciones del país. Este estándar debe especificar el formato de los datos brutos (mediciones de la circunferencia de los árboles, densidad de la madera), así como la información complementaria (ubicación, fecha). Se deberá determinar también cualquier otro requisito relacionado con datos sobre la situación de los recursos forestales y evolución de la gobernabilidad forestal. El estándar debe indicar cómo y cuándo han de transmitir las OCB esos datos al gobierno, y también la forma de recopilar, verificar, comprobar, procesar y analizar dichos datos (Pratihast y Herold 2011). El control de calidad exige la comparación de verificaciones puntuales aleatorias con conjuntos de datos de otras fuentes. El programa nacional de REDD+ tendrá que informar a las OCB y a las comunidades si aparecen señales de desplazamiento de las emisiones de carbono debido a la pérdida y degradación de los bosques de zonas vecinas.

Es importante dar a los empleados gubernamentales el tiempo necesario para aportar retroalimentación a las comunidades en cuanto a dudas sobre los datos facilitados, y también para ayudarles a solucionar cualquier cuestión que pueda surgir en relación con el manejo de la tierra. El personal nacional de REDD+ tendrá que hacer visitas comunitarias a intervalos regulares. En la medida de lo posible, sería preferible que tomen parte en esta labor empleados públicos con experiencia en técnicas de diagnóstico rural participativo y en el diálogo con comunidades locales.

sistemas de cultivo exige una búsqueda de datos bibliográficos, aunque esta búsqueda puede resultar complicada en muchos países no pertenecientes al Anexo I, a causa de que tales datos suelen encontrarse en la literatura gris y pueden no estar disponibles a nivel internacional. La biomasa y la productividad se miden también en los sistemas de pastizales gestionados, y en muchos casos en relación con áreas nativas de pastoreo. En cuanto a los reservorios de carbono de la biomasa, la dificultad técnica se deriva de la estimación de la biomasa de la vegetación leñosa.

Una de las principales limitaciones que impide la mejora de los factores de emisión es la falta de ecuaciones de biomasa adecuadas para convertir las mediciones a escala de parcelas recogidas en los inventarios forestales tradicionales en estimaciones de biomasa y, posteriormente, en unidades de carbono (IPCC 2006). Las ecuaciones más comunes para la biomasa –las

ecuaciones alométricas— utilizan dimensiones de los árboles fáciles de medir, como el diámetro y la altura, para estimar la biomasa. Un estudio de 850 ecuaciones alométricas de países del África subsahariana reveló que menos del 1 % de las especies arbóreas de la región tienen modelos específicos para cada país, y que menos del 2 % de las ecuaciones tienen en cuenta la biomasa de las raíces (Henry *et al.* 2011). Por otra parte, siete especies arbóreas representaban el 20 % de las ecuaciones disponibles (se pueden ver todas las ecuaciones en la base de datos abierta de Carbofrica: [www.carbofrica.net](http://www.carbofrica.net)). Por tanto, en relación con muchas especies es necesario emplear ecuaciones que no son específicas para la especie de muestreo y que no han sido validadas. La revisión también puso en duda la calidad de las ecuaciones disponibles, porque muchas de ellas arrojaban valores que con frecuencia quedaban fuera de los rangos esperados. Los autores concluyeron que ningún país del África subsahariana cuenta con suficientes modelos de biomasa ajustados a las características nacionales con los cuales estimar las existencias de carbono forestal y los cambios en las mismas siguiendo los métodos de Nivel 2 o Nivel 3 del IPCC. Por ejemplo, Camerún tiene unas 600 especies de árboles en sus bosques, y solo 20 de ellas tienen modelos alométricos específicos. Con las demás especies es necesario usar modelos genéricos o promedios cuyo sesgo se desconoce.

El enfoque más habitual para la realización de inventarios de bosques tropicales de gran diversidad es hacer uso de ecuaciones genéricas, que se basan en mediciones de una diversidad de especies de árboles de distintos ecosistemas de toda la zona tropical. Un sencillo argumento geométrico sugiere que la biomasa total sobre el suelo de un árbol será proporcional al producto de la zona basal del tronco y la altura total del árbol, con lo que se obtiene una estimación del volumen. Este volumen, multiplicado por la gravedad específica, permite estimar la masa por unidad de volumen (Chave *et al.* 2005). Hay varias ecuaciones pantropicales que se utilizan de manera generalizada (Brown *et al.* 1989; Brown y Lugo 1992; Brown *et al.* 1997; Fearnside 1997; Chave *et al.* 2005). Sin embargo, la capacidad de predicción de estos modelos solo puede determinarse si son validados utilizando datos de biomasa de los árboles obtenidos directamente de experimentos que provocan la destrucción de las cosechas, algo que rara vez se hace (Crow 1978; Cunia 1987; Brown *et al.* 1989; Chave *et al.* 2001; Houghton *et al.* 2001). Ketterings *et al.* (2001) propusieron un método de muestreo no destructivo para “ajustar” las ecuaciones de biomasa a cada ubicación concreta empleando la relación entre gravedad específica, diámetro o superficie basal y altura. Este planteamiento parece prometedor, pero requiere una extensa labor de desarrollo antes de que pueda convertirse en una herramienta práctica para la realización de inventarios. Más recientemente, Picard *et al.* (2012) propusieron la aplicación de un promedio bayesiano de modelos para combinar distintos modelos de biomasa y mejorar las estimaciones alométricas de la biomasa. Este planteamiento resulta útil cuando se dispone de diversos modelos para una determinada zona y no se puede juzgar *a priori* cuál es el más adecuado.

Con respecto a la biomasa por encima del suelo, cabe un último apunte sobre la naturaleza alométrica de estas ecuaciones. En la mayoría de los ecosistemas resulta relativamente fácil medir el diámetro de los árboles. Los profesionales del sector hacen uso de una medida estándar del diámetro a la altura del pecho, a 1,3 metros por encima del suelo. Hay diversas recomendaciones para medir árboles no regulares (árboles ahorquillados, árboles con acostillados etc.) o árboles en pendientes, pero quedan fuera del alcance de este capítulo. En bosques tropicales de gran densidad resulta difícil medir con exactitud la altura de los árboles. Aunque, por lo general, con la altura aumenta la exactitud de las ecuaciones de biomasa, la mayoría de las ecuaciones de contextos de bosques tropicales húmedos dejan fuera esta medida y usan únicamente el diámetro o el diámetro y la densidad de la madera. El estudio antes citado de las ecuaciones de biomasa en África constató que solo el 15 % utilizaba la altura (Henry *et al.* 2011).

Como se ha apuntado más arriba, la biomasa por debajo del suelo no queda bien representada en las ecuaciones alométricas. La mayoría de los inventarios utilizan el enfoque de diferencia de existencias, en el cual la biomasa subterránea se calcula con la relación raíz:parte aérea, que hace uso de la relación entre la biomasa sobre el suelo y la biomasa por debajo del suelo (IPCC 2003; 2006). El análisis de un reducido número de proyectos piloto de REDD+ reveló que tanto las ecuaciones alométricas como los datos de coeficientes raíz:parte aérea eran insuficientes para la estimación del carbono a todos los niveles (local, regional y nacional). Con escasas excepciones, la mayoría de los proyectos analizados habían planificado emplear las ecuaciones genéricas apuntadas por Cairns *et al.* (1977) y Mokany *et al.* (2006). Algunos proyectos tienen planificado usar los valores por defecto de Nivel 1 del IPCC.

Mokany *et al.* (2006) estudiaron un gran número de valores de coeficientes raíz:parte aérea publicados, y sugirieron que también la calidad es problemática para esta medida. La excavación adecuada del sistema de raíces es difícil, y tiene que ser dirigida por personas que tengan el entrenamiento; en ocasiones, incluso el personal científico no lo hace correctamente. De 786 valores de raíz:parte aérea recopilados, el 63 % hubo de ser desechado, bien porque no era posible verificar los valores o porque los métodos utilizados para su generación no eran apropiados. Entre los retenidos, tan solo 20 observaciones eran de ecosistemas forestales tropicales. Las muestras de otros sistemas tropicales eran igualmente deficientes. Pese a esta importante limitación, los autores validaron varias relaciones conocidas de estudios ecológicos a menor escala y constataron que los coeficientes raíz:parte aérea variaban con cierto grado de predicción y podían ser útiles para los inventarios mientras se iban recopilando más datos. Por ejemplo, la relación raíz:parte aérea disminuye a medida que aumentan las precipitaciones en ecosistemas de bosques y matorrales, aunque la relación presenta grandes variaciones. Además, en todos los ecosistemas la relación raíz:parte aérea disminuye a medida que aumenta la biomasa de la parte aérea.

Aunque este comportamiento es el esperado por razones matemáticas, puede utilizarse para establecer prioridades en la recopilación de datos.

### 15.4.3 FE para otros reservorios de carbono y flujos de GEI

Se han desarrollado enfoques para la elaboración de inventarios de los cambios experimentados en otros reservorios de carbono. Sin embargo, en general son insuficientes los datos de los inventarios locales, regionales y nacionales. Palace *et al.* (2012) analizaron un total de 49 estudios sobre madera muerta en bosques tropicales. Muchos de estos estudios utilizaron un porcentaje del total de madera muerta caída para estimar la madera muerta en pie. Hubo 21 estudios que midieron tanto la madera muerta caída como en pie; en ellos, la relación de madera muerta en pie con madera muerta total osciló entre el 6 % en bosques perturbados y el 98 % en ubicaciones muy perturbadas. En los bosques inalterados, las existencias de madera muerta en pie en comparación con la madera muerta caída variaron entre el 11 y el 76 %. Los autores constataron que en los bosques tropicales secos (2,5 a 118,6 Mg d.m. ha<sup>-1</sup>) el porcentaje de madera muerta caída era algo menor que en los bosques tropicales húmedos (1,0–178,8 Mg d.m. ha<sup>-1</sup>). La proporción de madera muerta en relación con el total de biomasa sobre el suelo puede ser sorprendentemente alta: entre el 18 y el 25 %, incluso en bosques no sujetos a gestión. El manual GOFC-GOLD (GOFC-GOLD 2008) indica que la madera muerta puede representar hasta cerca del 7 % del total de existencias de carbono; los valores de la vegetación del sotobosque y la hojarasca suelen representar menos del 3 % del total de existencias de carbono. En el análisis de los proyectos piloto de REDD+, se comprobó que algunos de ellos empleaban métodos bien definidos para medir el carbono en la madera muerta, sobre la base de enfoques desarrollados por diversos autores (Heath y Chojnacky 1995; IPCC 2003; Pearson *et al.* 2005; Zanne *et al.* 2009). Dos proyectos de Tanzania no tienen planificado medir la madera muerta, porque la población local la usa como leña. La mayoría de los proyectos no medirán el carbón en la hojarasca.

Por último, las emisiones derivadas de los incendios constituyen una preocupación de peso, y aún no se han generado datos ni métodos para estudiarlas adecuadamente. Por ejemplo, los incendios emiten grandes cantidades de CO<sub>2</sub>, pero son también una importante fuente de otros GEI distintos del CO<sub>2</sub>, como CO, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub>. A efectos de las ecuaciones del IPCC, la masa de combustible que realmente se quema es el factor crítico para la estimación de las emisiones distintas al CO<sub>2</sub>. Sin embargo, en la mayoría de los casos no existen factores específicos de cada país o ecosistema para estas emisiones. La combustión de los distintos elementos carburantes sucede en una secuencia de etapas: ignición, llamaradas e incandescencia y pirólisis (combustión lenta), incandescencia y pirólisis, incandescencia y extinción. Cada una de estas etapas conlleva procesos químicos distintos que generan emisiones diferentes (Yokelson *et al.* 1997).

Andreae y Merlet (2001) realizaron un estudio exhaustivo de los factores de emisión de los incendios. Estos autores concluyeron que se dispone de datos adecuados para calcular factores de emisiones de las sabanas tropicales, pero no de datos suficientes sobre la mayoría de los restantes ecosistemas de importancia para poder generar factores de emisiones fiables de los distintos gases. De igual modo apenas se han estudiado los efectos de la composición de especies presentes en los elementos combustibles, pese a que probablemente tienen un impacto considerable en las emisiones. Por ejemplo, las emisiones de  $\text{NO}_x$  y  $\text{N}_2\text{O}$  que se producen en los incendios pueden variar en función del contenido de nitrógeno del combustible. Las especies con concentraciones elevadas de nitrógeno, como algunas leguminosas, seguramente emitirían mayores cantidades de estos gases.

## 15.5 El camino a seguir

La primera conclusión que se deriva del análisis anterior es que se dispone de información adecuada para los inventarios de GEI de Nivel 1, pero que los datos disponibles para la mayoría de sistemas tropicales son insuficientes para desarrollar enfoques de mayor nivel. Afortunadamente, hay más datos para la estimación de emisiones de grandes reservorios de carbono como la biomasa por encima del suelo, pero la mayoría de estos datos fueron recopilados para fines concretos y no son representativos de ecosistemas a grandes escalas. Por tanto, no se puede estimar su posible sesgo. Otros reservorios que representan una proporción significativa de las existencias totales de carbono en los ecosistemas, como la biomasa subterránea o los suelos, están menos estudiados. Aunque el objetivo último de REDD+ es conseguir reducciones cuantificadas de las emisiones con un sistema basado en el rendimiento, aún se está lejos de poder hacer mejores estimaciones de las emisiones de fuentes y las absorciones por sumideros con una mayor certidumbre para los programas nacionales de REDD+. La precisión es una variable conocida, porque la mayoría de las síntesis calculan los errores estándar. También se sabe que los datos utilizados para generar ecuaciones y factores de emisión no son representativos a nivel global, y por tanto no se conoce el sesgo de estas estimaciones.

La segunda conclusión es que el progreso logrado en la última década ha sido lento, tanto en la generación de nuevos datos para elaborar inventarios de GEI de mayor calidad como en la capacidad de los países para implementar inventarios de mayor nivel en el sector de la silvicultura. Hay en marcha varias iniciativas de capacitación en MRV como parte de las actividades de preparación para REDD+, pero su impacto no fue evidente en la FRA 2010. Hay señales de que la comunidad científica está respondiendo a la necesidad –surgida en el ámbito de las políticas– de contar con mejores datos que permitan elaborar inventarios más exactos y precisos, y se han publicado varias síntesis nuevas de importancia. No obstante, por el momento los esfuerzos son fragmentados y no existe coordinación entre ellos.

Se han creado varias asociaciones multilaterales y bilaterales entre países desarrollados e instituciones que realizan MRV de los países que primero pusieron en marcha programas de REDD+. El Programa ONU-REDD y sus organizaciones asociadas trabajan en diversos países para crear sistemas transparentes de MRV. El acuerdo entre Australia e Indonesia es un ejemplo de colaboración bilateral. Estas asociaciones se han centrado, sobre todo, en la valoración del uso de la tierra y en la detección de cambios en el uso de la tierra; el debate en torno a las limitaciones por factores de emisión no ha hecho más que empezar.

La mayoría de los países en desarrollo cuentan con centros de investigación forestal y facultades universitarias de ciencias forestales. Los acuerdos de Cancún consensuaron un enfoque de tres fases para REDD+; y, como parte de la adquisición de capacidades de sus fases 1 y 2, será necesario movilizar personal calificado que aporte los datos y conocimientos necesarios para hacer realidad inventarios de mayor nivel. Durante la fase 1 habrá que elaborar inventarios con enfoques híbridos que combinen métodos de Nivel 1 y Nivel 2 en relación con actividades que satisfagan los criterios de categoría principal. Se necesitarán inversiones y esfuerzos coordinados para superar las dificultades que la escasez de factores de emisión supone para la elaboración de inventarios de GEI. A medida que se vayan acumulando más datos, serán cada vez menores en número las estimaciones de Nivel 1 que se tendrán que llevar a cabo en las categorías principales. Se podrán realizar grandes avances en los próximos diez años si se hacen inversiones coordinadas y debidamente orientadas en adquisición de capacidades y movilización. Entretanto, deberán crearse asociaciones entre centros de investigación y facultades universitarias de ciencias forestales, agronomía y otros sistemas de gestión de la tierra en países de REDD+, agencias intergubernamentales con capacidades técnicas (por ejemplo, GEO, PNUMA, CGIAR) y centros de investigación de primera línea de países desarrollados, con el fin de lograr coordinación y adquisición de capacidades técnicas complementarias. Debe fomentarse también la cooperación Sur-Sur y la creación de redes técnicas regionales.