

Copyright © 2011 Global Development And Environment Institute, Tufts University.

Se autoriza la reproducción de este módulo con fines educativos.

Los estudiantes pueden descargarse directamente este módulo en: <http://ase.tufts.edu/gdae>.

Los comentarios y sugerencias serán bien recibidos:

Global Development And Environment Institute

Tufts University

Medford, MA 02155

<http://ase.tufts.edu/gdae>

E-mail: gdae@tufts.edu



CONTENIDOS

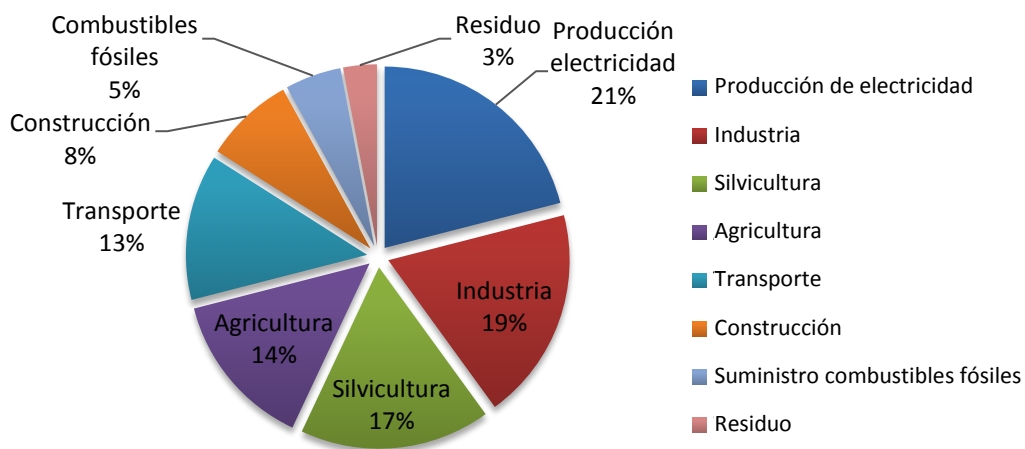
1. EL PAPEL DE LOS BOSQUES Y DE LA AGRICULTURA EN EL CAMBIO CLIMÁTICO	3
La importancia de los bosques en el ciclo del carbono	5
Nivel de cobertura mundial forestal y pérdida de bosques.....	9
¿Qué origina la deforestación?.....	12
2. REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES PROCEDENTES DE LA DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN FORESTAL (REDD).....	15
La estructura del programa REDD.....	15
Potencial de los mecanismos del programa REDD para la reducción del carbono.....	16
3. LA ECONOMÍA DEL PROGRAMA REDD.....	19
Los costes del REDD.....	19
Determinación de un nivel de referencia	20
Permanencia	21
Fugas.....	21
Estimación de las emisiones causadas por la deforestación	23
4. AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO	24
La importancia de la agricultura	24
Potencial de la agricultura en la mitigación de los gases de efecto invernadero	26
El impacto de los biocombustibles	27
Biocombustibles, suministro de alimentos y bosques	32
5. CONCLUSIÓN: NUEVAS INSTITUCIONES FORESTALES Y AGRARIAS	33
Financiación de la reducción de carbono	33
REDD y desarrollo.....	34
TÉRMINOS Y CONCEPTOS CLAVE	36
REFERENCIAS.....	37
TEMAS PARA EL DEBATE	41
ENLACES WEB.....	42

1. EL PAPEL DE LOS BOSQUES Y DE LA AGRICULTURA EN EL CAMBIO CLIMÁTICO

El problema del cambio climático global tiene su origen en la ruptura del equilibrio en el ciclo del carbono. Las emisiones a la atmósfera provocadas por el ser humano, junto con otras emisiones de efecto invernadero, metano por ejemplo, han sobrepasado la capacidad del planeta para almacenar carbono en los bosques, los océanos y la biomasa viva y muerta. La solución al problema debe basarse en la reducción de las emisiones de carbono originadas por el ser humano y en el aumento de la capacidad de absorción de carbono (o en ambas opciones). La mayoría de las discusiones sobre política climática habitualmente centran el tema, con razón, en la reducción de las emisiones industriales – las emisiones industriales representan alrededor del 70% del total de gases de efecto invernadero (GEI) y es prácticamente imposible imaginar formas de absorber y almacenar tanto exceso de carbono. Pero también es cierto que áreas no industriales, que incluyen actividades forestales y agrícolas, representan en torno al 30% de las emisiones. La agricultura y la silvicultura poseen un importante potencial para almacenar el exceso de carbono – esto no es suficiente para resolver el problema, pero sí puede contribuir significativamente a cualquier política sistemática de solución. Por este motivo se ha empezado a prestar atención a los temas relacionados con el uso de la tierra, la silvicultura y la agricultura – algunas veces denominadas como REDD (reducción de emisiones de la deforestación y la degradación) o, más ampliamente, como LULUCF (Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura).

Los bosques del mundo almacenan más de 650,000 millones de toneladas de carbono: el 44 por ciento en biomasa; el 11 por ciento en madera muerta y hojarasca, y el 45 por ciento en el suelo. Según el informe de 2007 del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), la deforestación supone alrededor del 17%-18% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero antropogénicos, la mayor contribución sin contar el suministro energético (electricidad y combustibles fósiles), que representa alrededor del 26 por ciento de las emisiones (IPCC 2007) (Figura 1).

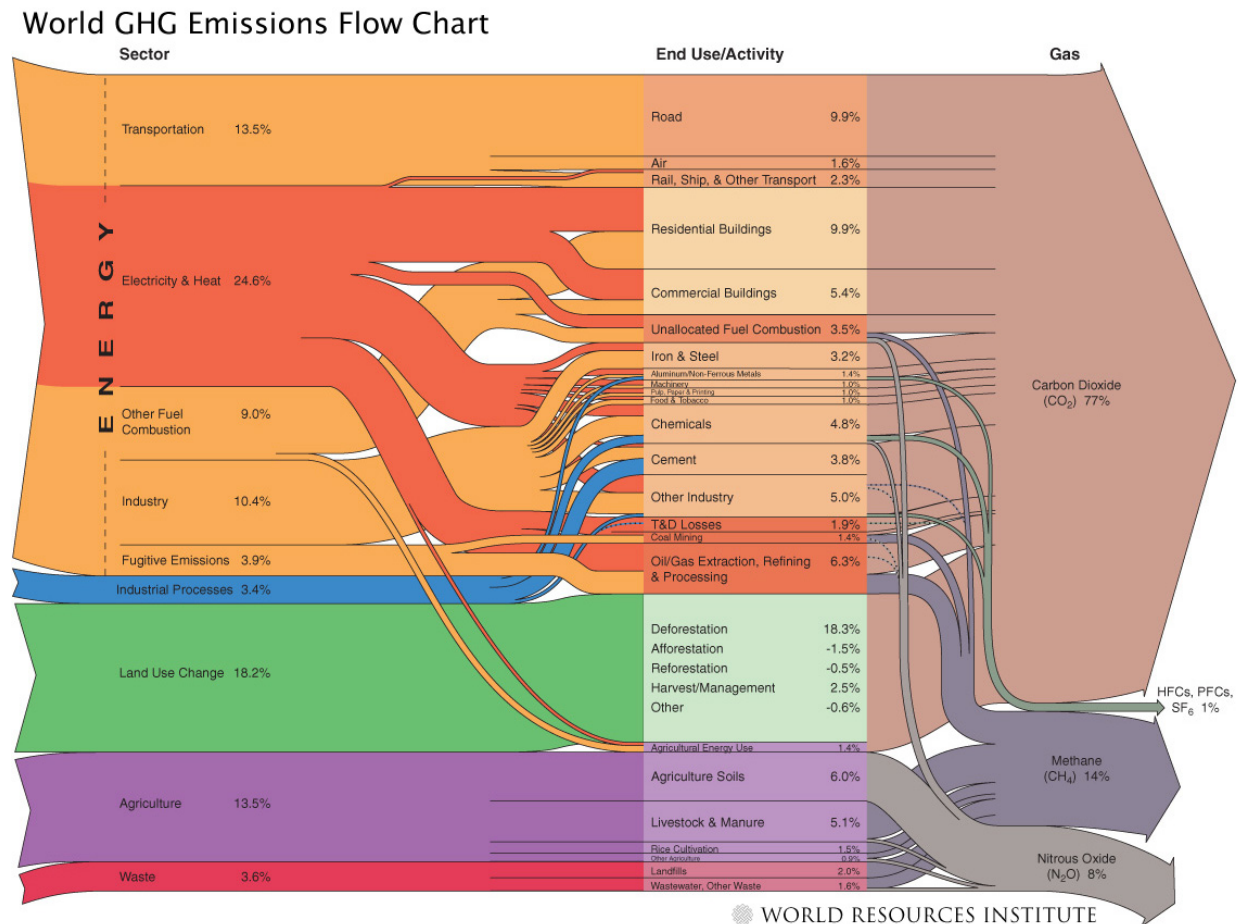
Figura 1. La silvicultura y la agricultura en porcentaje del total de emisiones de gas de efecto invernadero



Fuente: Imagen adaptada de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC 2007)

Como muestra la Figura 2, la deforestación y la recolección de madera contribuyen en su conjunto al 20.8% de las emisiones de efecto invernadero, compensada con un 2% de absorción de carbono por la **forestación** (aumento en el área forestal) y por la **reforestación** (regeneración de las zonas explotadas). La mayoría de las emisiones de la deforestación se producen en forma de CO₂, mientras que las emisiones de la agricultura, fundamentalmente metano (CH₄) y dióxido de nitrógeno (NO₂), ascienden a un 13.5% de las emisiones globales de efecto invernadero. Estas cifras indican que la reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y de la agricultura podría representar una parte importante de los esfuerzos mundiales por combatir el cambio climático y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. La posibilidad de mitigar el cambio climático por la reducción en las emisiones de carbono provocadas por la deforestación y la degradación forestal, y por el aumento de la absorción de carbono mediante la reforestación y gestión forestal sostenible, es una cuestión importante en los debates mundiales sobre las respuestas al cambio climático.

Figura 2. Fuentes y Flujos de Gases de Efecto Invernadero



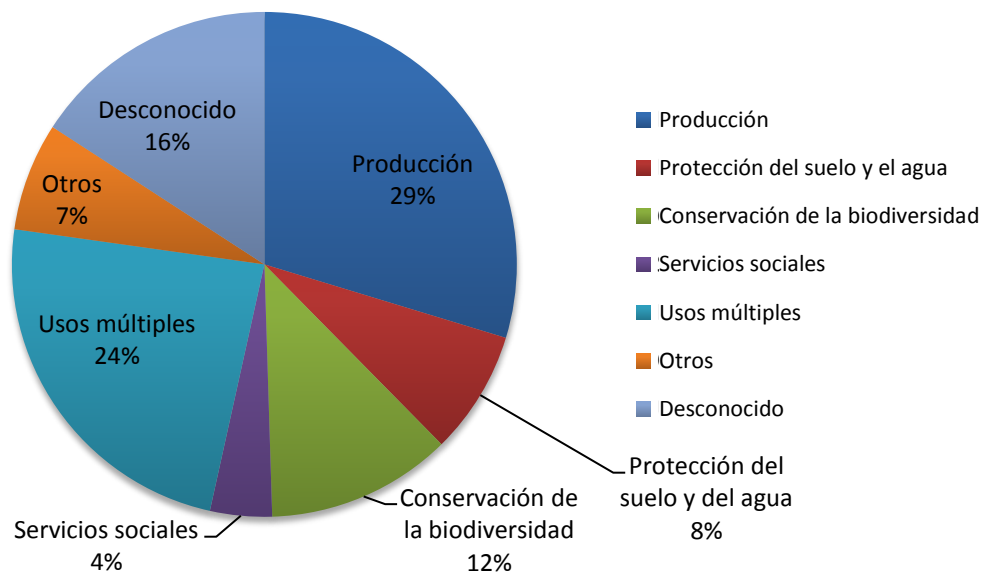
Fuente de la Imagen: Instituto de Recursos Mundiales (WRI)¹, consulta de 2011.

Cada vez es más frecuente que los bosques se conserven y gestionen con múltiples usos y valores, a menudo combinados (Figura 3). Alrededor de 949 millones de hectáreas, el 24 por

¹ Se puede acceder al gráfico en <http://cait.wri.org/figures.php?page=/World-FlowChart>

ciento de todos los bosques, se han diseñado para usos múltiples; es decir, se gestionan para combinar la obtención de bienes, la protección del suelo y del agua, la conservación de la biodiversidad y la provisión de servicios sociales (véase el Cuadro 1 en la pág. 7). Las tierras agrícolas son inicialmente utilizadas para producir alimentos y otros productos agrícolas; pero también pueden cumplir funciones de protección del suelo y del agua, y de almacenamiento de carbono, en función de las técnicas agrícolas empleadas. En este módulo nos centraremos en el potencial de los bosques y de las tierras agrícolas para ayudar a resolver el problema del cambio climático, examinando algunas de las iniciativas que han comenzado a sacar provecho de este potencial.

Figura 3. Funciones asignadas a los bosques, 2010



Fuente: *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales*, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2010 (FAO 2010)

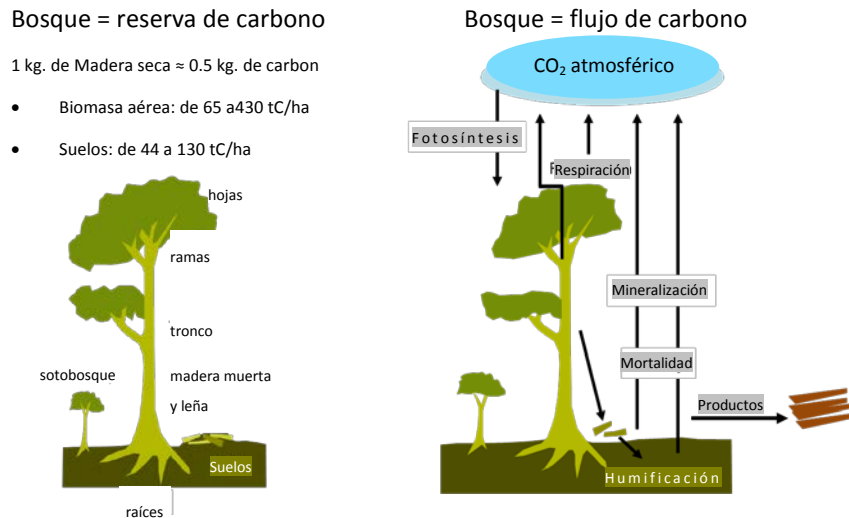
La importancia de los bosques en el ciclo del carbono

Echemos un vistazo a los vínculos entre silvicultura y cambio climático, aclarando algunas definiciones que nos permitan entender mejor el papel del bosque en la lucha contra el cambio climático. Los bosques pueden afectar al ciclo global del carbono por dos vías diferentes:

- Los bosques como **reserva de carbono**: un bosque, como cualquier ecosistema, acumula carbono de la atmósfera por descomposición de dióxido de carbono en carbono y oxígeno. El carbono así producido es almacenado en los troncos de los árboles, ramas, hojas y otras partes de las plantas, así como en los suelos en forma de biomasa viva y muerta. La biomasa seca de un árbol supone dos toneladas aproximadamente, que pueden contener alrededor de una tonelada de carbono. Un bosque tropical húmedo puede almacenar hasta 430 toneladas de carbono por hectárea en la biomasa aérea (CIFOR 2009).

Los bosques como **flujo de carbono**: La segunda vía por la que los bosques pueden afectar al ciclo del carbono es a través de la generación de flujos de carbono. Mediante la fotosíntesis y el uso de la luz solar, las hojas absorben el CO₂ atmosférico (flujo de entrada). Este carbono almacenado se distribuirá a la planta y se transferirá al suelo cuando las hojas y las ramas caigan y se descompongan. Además, una parte de este CO₂ retornará a la atmósfera a través de la respiración y la mineralización del terreno (flujo de salida). El **flujo neto de absorción** es la diferencia entre el flujo de entrada y de salida (CIFOR 2009). Este concepto está representado en la Figura 4.

Figura 4. Los bosques como reserva y como flujo de carbono



Fuente: (CIFOR 2009)

Cuando un bosque se desarrolla, se produce un flujo neto de entrada; es decir, el CO₂ es extraído de la atmósfera. Este proceso se denomina **fijación del carbono**, absorción o eliminación, y el ecosistema se denomina **sumidero de carbono**. Por otro lado, si el stock disminuye (por un bosque en descomposición o quemado), el flujo de salida aumentará las concentraciones de las emisiones atmosféricas de gas de efecto invernadero e incrementará el cambio climático. El proceso se denomina emisión de carbono y el ecosistema se denomina **fuentes de carbono** (CIFOR 2009).

Regiones muy extensas del mundo pueden ser fuentes netas (reforzando el cambio climático) o sumideros netos (reduciendo el cambio climático), en función de si su cubierta vegetal se está expandiendo o contrayendo. La Figura 5a muestra como las áreas forestales en Sudamérica, América Central, África y en el Sur y Sudeste de Asia se han convertido en importantes fuentes de carbono atmosférico debido a la pérdida y degradación de bosques durante el siglo veinte y principios del veintiuno. La Figura 5b muestra que los bosques en Europa, la antigua USSR, China y los Estados Unidos no son importantes fuentes, y en el caso de los Estados Unidos, Europa y China, se han convertido en sumideros netos. La transición de China hacia un sumidero se debe fundamentalmente a los proyectos de repoblación forestal desarrollados en la pasada década como resultado de serios daños medioambientales, que incluyen inundaciones masivas originadas en anteriores procesos de degradación forestal (Para más información sobre la política forestal china véase el Cuadro 2, pág. 10)

Figura 5a. Flujo neto anual de carbono a la atmósfera por el cambio de uso del suelo en Sudamérica, África y Asia: 1850-2005

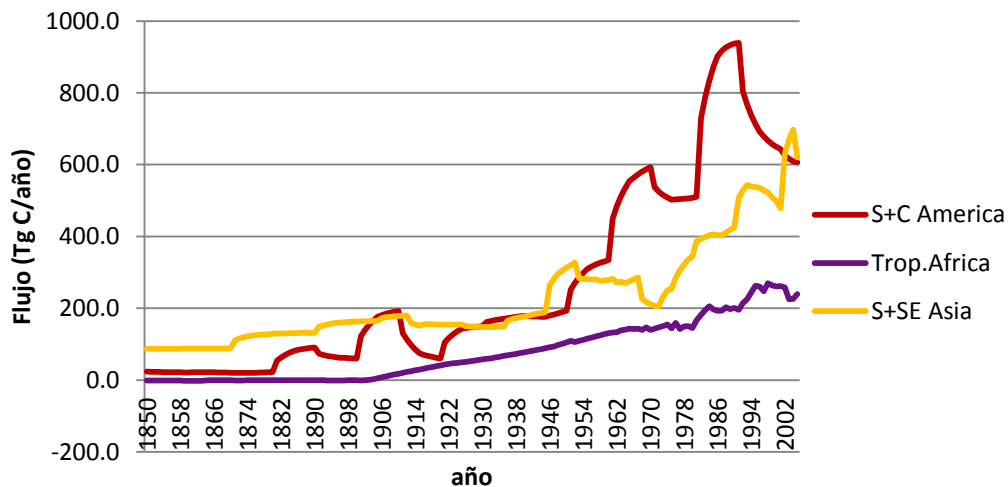
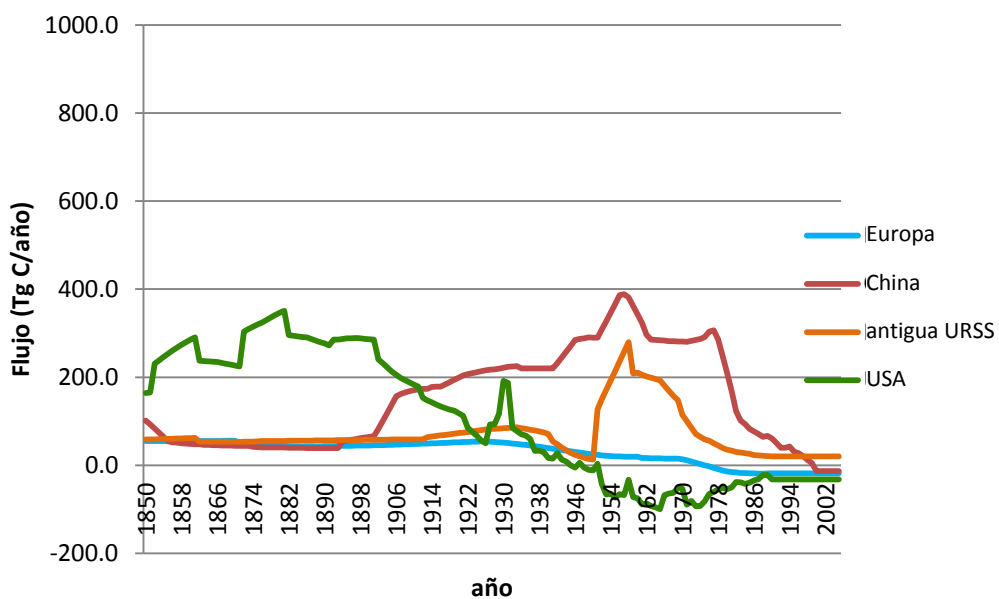


Figura 5b. Flujo neto anual de carbono a la atmósfera por el cambio de uso del suelo en Europa, China, antigua URSS y USA: 1850-2005



Fuente: (Houghton 2008)².

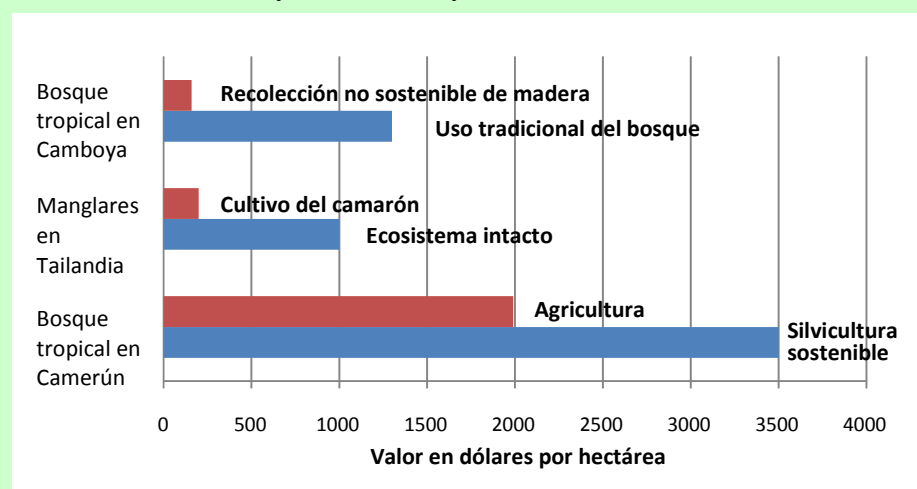
² Datos disponibles en <http://cdiac.ornl.gov/trends/landuse/houghton/houghton.html>

Cuadro 1 - Funciones sociales y ecológicas de los bosques

“Los bosques son algo más que carbono. Son el hogar de las comunidades locales y suministran servicios esenciales al ecosistema, además de almacenar carbono. Los recursos forestales proporcionan directamente el sustento de un 90% de los 1,200 millones de personas que viven en extrema pobreza y constituyen el hogar de casi el 90% de la biodiversidad terrestre mundial. Los pueblos indígenas dependientes de los bosques son sus administradores, proporcionando al resto de la humanidad los servicios vitales de los ecosistemas (ES). Además, los bosques prestan a los ecosistemas servicios como la protección de cuencas, la regulación del caudal de agua, el reciclaje de nutrientes, la generación de lluvias y la regulación de enfermedades, los cuales se verían seriamente afectados por la deforestación global reciente y por las tendencias a la degradación del bosque.” (Parker et al. 2008).

El valor económico total de los bosques incluye todos estos servicios, así como otros beneficios derivados de posibilidades recreativas o del conocimiento de que los bosques vírgenes se conservan. Algunos economistas han intentado medir el valor económico total de los ecosistemas forestales intactos. Aunque la conversión de estos beneficios a unidades monetarias está condicionada por cuestiones metodológicas y éticas, los decisores pueden utilizar la información para determinar las políticas forestales óptimas. En concreto, el valor económico de conservar el bosque puede compararse con los usos extractivos de madera o con el desarrollo agrícola.

Los resultados de varios estudios sugieren que el beneficio de conservar el bosque a menudo supera el beneficio de los usos extractivos. Por ejemplo, un estudio del bosque Mediterráneo mostró que en algunos países los beneficios no comercializados (almacenamiento de carbono, protección de cuencas, recreación, etc.) son mayores que el valor económico combinado de la madera, de la leña y del pastoreo. Otra investigación (ver figura siguiente) calculó que el beneficio de ecosistemas forestales intactos o con gestión sostenible, supera el valor de usos no sostenibles en Camboya, Tailandia y Camerún (Evaluación de ecosistemas del Milenio 2005).

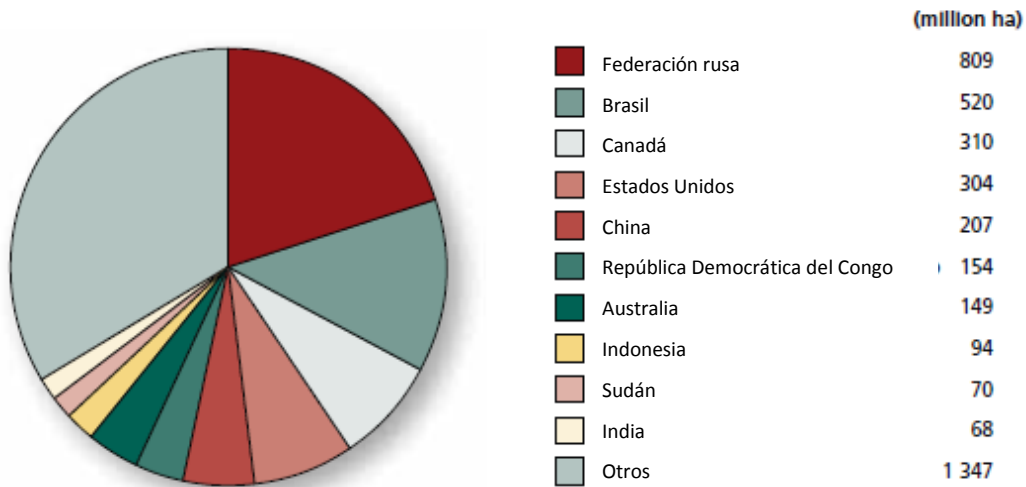


En un intento por calcular el valor económico del ecosistema forestal mundial se estimó que el bosque proporciona a la humanidad unos 5 billones de dólares anuales, con solo un 20% de estos beneficios originados por usos extractivos. Los beneficios económicos incluyen los servicios a los ecosistemas que se suministran sin costo, tales como el ciclo de nutrientes, control de erosión, regulación del clima y tratamiento de desechos (Costanza et al. 1997, 253-260).

Nivel de cobertura mundial forestal y pérdida de bosques

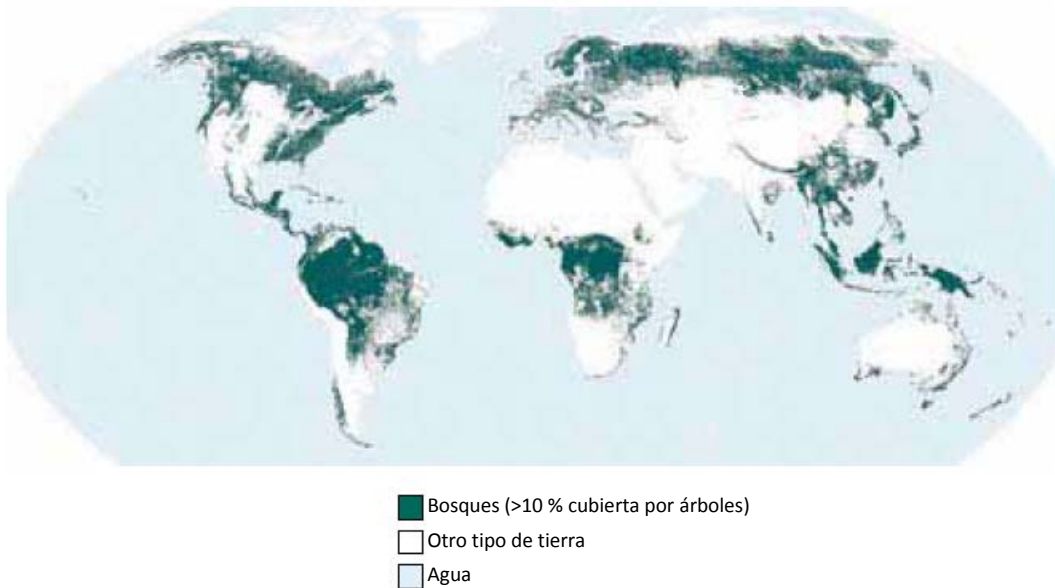
Los bosques cubren el 31 por ciento del total del área terrestre del planeta (Figura 6). Las superficies forestales más extensas están situadas en la Federación Rusa y en Brasil. Canadá, la zona este de Estados Unidos, África Central y el Sudeste asiático también tienen amplias zonas de bosques (Figura 7).

Figura 6. Los diez países con mayores extensiones de bosque, 2010



Fuente: *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales*, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2010 (FAO 2010)

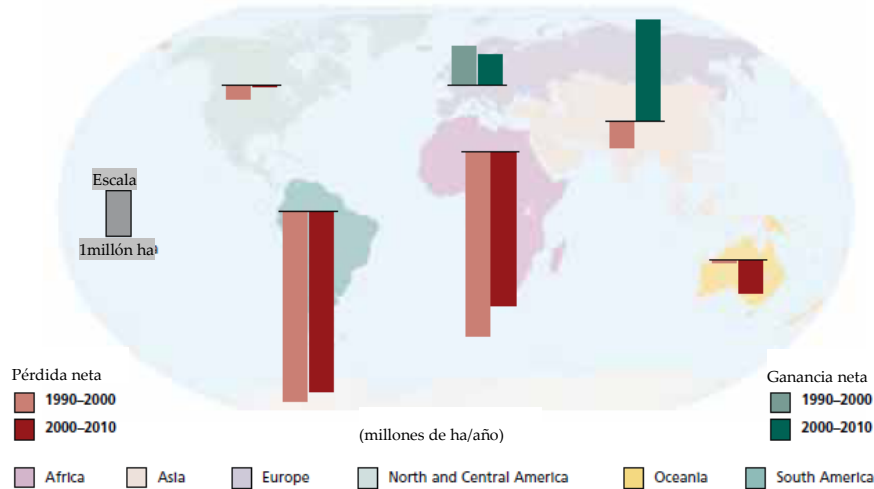
Figura 7. La superficie forestal del mundo



Fuente: *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales*, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2010, (FAO 2010)

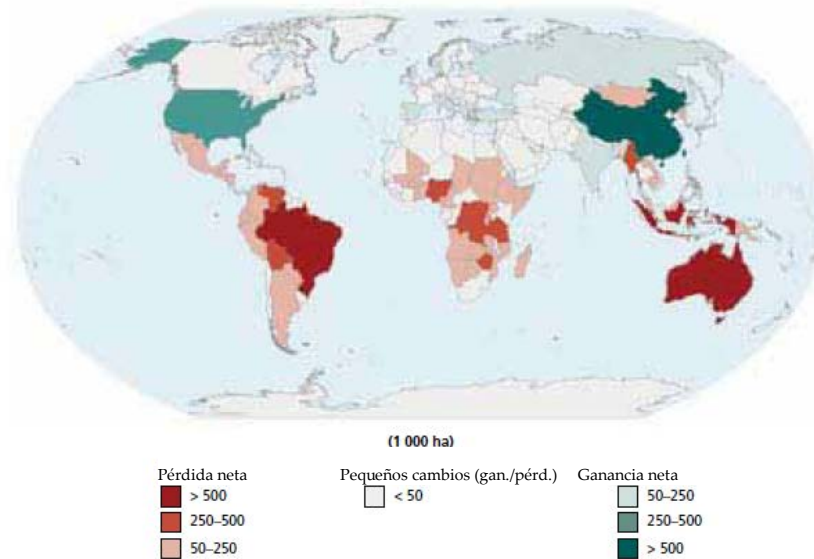
A escala regional, Sudamérica sufrió la mayor pérdida neta de bosque entre 2000 y 2010 – alrededor de 4.0 millones de hectáreas por año – seguida por África, que perdió 3.4 millones de hectáreas anuales (Fig. 8 y 9) (FAO 2010). Asia, con una pérdida neta de unos 0.6 millones ha/año en la década de los 90, registró una ganancia neta promedio de más de 2.2 ha/año entre 2000 y 2010, debido a la repoblación forestal a gran escala en China (ver Cuadro 2) y a una disminución en la tasa de deforestación en países como Indonesia.

Figura 8. Variación anual de la superficie forestal por regiones, 1990-2010



Fuente: *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales*, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2010, (FAO 2010)

Figura 9. Variación anual en la superficie forestal por países, 2005- 2010



Fuente: *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales*, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2010, (FAO 2010)

Cuadro 2 – Forestación y repoblación forestal en China

China ha sufrido durante mucho tiempo graves problemas de erosión e inundaciones debido a la pérdida de superficie forestal. Se estima que se produce un flujo anual de entre 2,000 millones y 4,000 millones de toneladas de sedimentos en los ríos Yangtze y Amarillo e inundaciones periódicas que causan cientos de muertes y enormes pérdidas económicas. Esto ha originado que el gobierno chino emprenda el proyecto de repoblación forestal más ambicioso del mundo.

El Programa Chino de Conversión de Tierras en Pendiente (SLCP), iniciado en 1999, tiene como objetivo para el año 2010 convertir 14.67 millones de hectáreas de tierras de cultivo en bosques, además de la repoblación de una superficie más o menos igual de terreno baldío. Durante las dos últimas décadas, voluntarios participantes en el movimiento nacional de repoblación han plantado más de 35,000 millones de árboles. Como resultado, la superficie forestal de China ha aumentado un 16.5 por ciento. Durante las décadas de los 50 y 60, China tuvo una de las mayores tasas netas de emisión de carbono en el mundo (ver Figura 5b) – esta tasa ahora ha caído a cero y podría llegar a ser negativa (almacenamiento neto de carbono) en un futuro próximo.

El programa incluye decenas de millones de hogares rurales que reciben pagos por la conservación de los bosques, con un presupuesto público total de 337,000 millones de RMB (más de 40,000 millones de dólares USA). Esto hace que sea el mayor programa de Pago por Servicios Medioambientales (PES) en todo el mundo. El análisis de las repercusiones del programa muestra que el efecto neto sobre los ingresos de las familias rurales ha sido positivo. Aunque la justificación de este programa chino de repoblación forestal no está directamente relacionada con el cambio climático global, sí podría servir de referencia para futuros programas de conservación de bosques en países en vías de desarrollo.



Erosión en el altiplano del Río Amarillo (Fuente: cnr.cn)

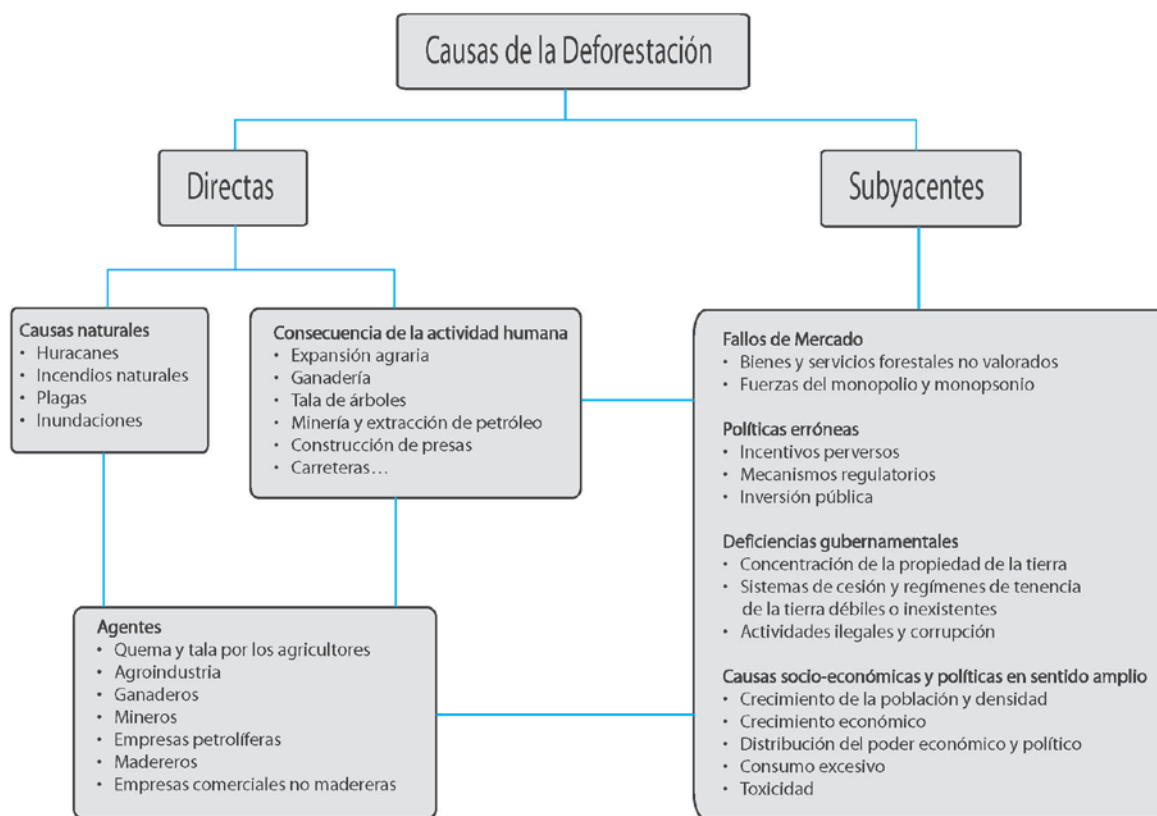
Fuentes: J. Lie M. Feldman, S. Li, and G. Daily, “Rural household income and inequality under the Sloping Land Conversion Program in western China” Proceedings of the National Academy of Sciences, April 25, 2011
<http://www.pnas.org/content/early/2011/04/20/1101018108.short>

Kelly, P., “Effects of China’s Sloping Land Conversion Program on Nonfarm Labor Market Participation”
<http://bss.sfsu.edu/economics/newsevents/pacdev/Papers/Kelly.pdf>
China Through a Lens, <http://www.china.org.cn/english/features/38276.htm>

¿Qué origina la deforestación?

Las causas de la deforestación son múltiples. Pese a que la opinión más generalizada es que la tala de árboles es la principal culpable, la razón fundamental es la actividad agrícola. En ella se incluyen tanto la ampliación de la agricultura de subsistencia como la intensiva, así como la ganadería. Los incentivos económicos para la destrucción del bosque pueden derivarse de los mercados de madera y productos agrícolas, pero también pueden originarse en **fallos de mercado** y en **políticas públicas** destructivas, tales como subsidios a la explotación forestal, a la construcción de carreteras o a las exportaciones de productos agrícolas. En la Figura 10 se muestran los complejos patrones que conducen a la pérdida de bosque.

Figura 10. Las causas de la disminución de los bosques



Fuente: (Contreras-Hermosilla 2000).

La Figura 11 muestra un desglose por regiones de los factores de la deforestación. En América Latina el principal impulsor es la conversión de zona boscosa en tierras para la ganadería y el pastoreo; mientras que en el sudeste asiático y en África el principal factor es la agricultura, resultando más decisiva la influencia de la agricultura intensiva en el sudeste asiático y la agricultura de subsistencia en África.

Figura 11. Distribución regional de los factores de deforestación



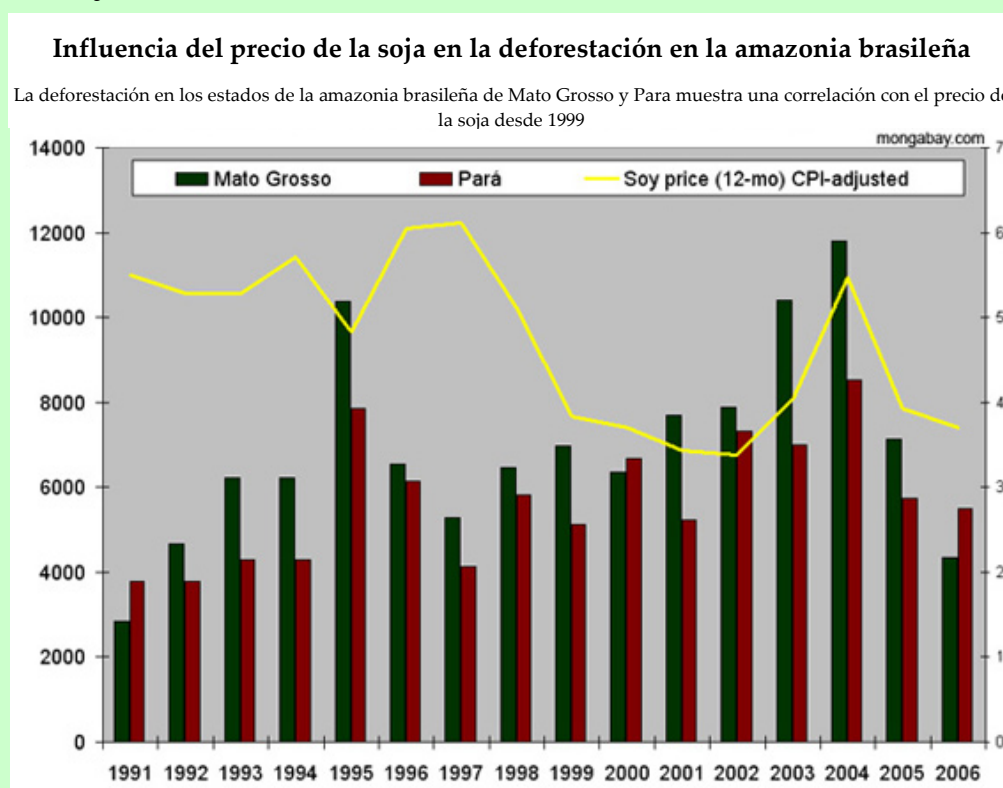
Fuente: Proyecto Catalyst, 2009³

³ Proyecto Catalyst 2009 Towards the inclusion of forest-based mitigation in a global climate agreement (borrador preliminar), accesible en: <http://www.project-catalyst.info/Publications/Working%20Group%20papers/Towards%20the%20inclusion%20of%20forest-based%20mitigation%20in%20a%20global%20climate%20agreement%2014%20May%2009..pdf>

Cuadro 3 - Deforestación en Brasil

La agricultura está unida a la deforestación en los países en desarrollo, tanto directamente a través de la expansión, como indirectamente por el desarrollo de infraestructuras. El desmonte de zonas forestales para destinarlas al pastoreo es la causa fundamental de la deforestación en el Amazonas, lo que representa más de dos tercios de la deforestación anual realizada durante muchos años. Brasil es actualmente el mayor exportador de carne de vacuno por volumen, debido en parte a la disponibilidad de tierra. En terrenos aptos para el cultivo de soja, las zonas forestales suelen ser desmontadas para destinarlas a la ganadería y, dos o tres años después, vendidas a los productores de soja. Como los ganaderos van avanzando hacia las zonas fronterizas, las pautas de deforestación y expansión continúan.

El gráfico siguiente muestra la influencia de los precios de la soja (ajustados por el IPC, en medias móviles de 12 meses) sobre la deforestación en el Amazonas brasileño. La deforestación en los estados de Mato Grosso y Para muestran una correlación especialmente fuerte con los precios de la soja en los últimos años.



Fuente del gráfico: Rhett A. Butler / mongabay.com, <http://www.mongabay.com/>

Fuentes: REDD and Agriculture, informe del Agricultural Carbon Market Working Group, disponible en: http://www.agcarbonmarkets.com/documents/TCG%20White%20Paper_Agriculture%20and%20Deforestation_FINALE.pdf; Elizabeth Barona, Navin Ramankutty, Glenn Hyman y Oliver Coomes. [The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon](#). Environ. Res. Lett. 5 (April-June 2010); Robert Walker, Ruth DeFries, María del Carmen Vera-Díaz, Yosio Shimabukuro, y Adriano Venturieri "The Expansion of Intensive Agriculture and Ranching in Brazilian Amazonia.", en [Amazonia and Global Change](#), Geophysical Monograph Series, Volume 186, 2010; ["The Environmental Impacts of Soybean Expansion and Infrastructure Development in Brazil's Amazon Basin."](#) María del Carmen Vera-Díaz, Robert K. Kaufmann, y Daniel C. Nepstad, GDAE Working Paper No. 09-05, June 2009.

2. REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES PROCEDENTES DE LA DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN FORESTAL (REDD)

La estructura del programa REDD

Las negociaciones internacionales, como parte del proceso de Kyoto a partir de los acuerdos iniciales de 1997 sobre cambio climático, han dado lugar a la adopción del programa conocido como REDD (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación). El Acuerdo de Copenhague (2010) reconoció la necesidad de actuar en la reducción de emisiones originadas por la deforestación y la degradación de los bosques, estableciendo un mecanismo conocido como REDD-plus. El Acuerdo hace hincapié en la financiación a los países en desarrollo que permita actuaciones de mitigación (incluso financiación sustancial para el REDD-plus), de adaptación, de desarrollo y transferencia de tecnología y de creación de capacidades.

De acuerdo con el programa REDD de las Naciones Unidas, <http://www.un-redd.org/>:

La deforestación y la degradación forestal, a través de la expansión agrícola, la conversión a tierras de pastoreo, el desarrollo de infraestructuras, la tala destructiva, los incendios, etc. representan cerca del 20% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Esto es más que el producido por el sector del transporte mundial y sólo por detrás del sector energético. Actualmente resulta evidente que para constreñir el impacto del cambio climático dentro de los límites que la sociedad considere razonables, la temperatura media debe estabilizarse en dos grados Celsius. Esto será prácticamente imposible sin reducir las emisiones del sector forestal, además de otras acciones de mitigación.

El programa para la Reducción de las Emisiones procedentes de la Deforestación y la Degradación Forestal (REDD) supone un esfuerzo para crear un valor financiero para el carbono almacenado en los bosques, ofreciendo incentivos a los países en desarrollo para que disminuyan las emisiones procedentes de las zonas forestales e inviertan en modelos de crecimiento sostenible con baja emisión de carbono. “REDD+” va más allá de la deforestación y degradación forestal e incluye el papel de la conservación, la gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas de carbono.

Se prevé que los flujos financieros procedentes del REDD+ para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero pudieran llegar a 30,000 millones de dólares al año. Este importante flujo de fondos norte-sur podría recompensar una significativa reducción de emisiones de carbono y respaldaría nuevas ayudas en favor de los países pobres para conservar la biodiversidad y asegurar los servicios de los ecosistemas vitales.

El programa REDD+ incorpora varias estrategias posibles para reducir las emisiones de carbono:

- Prevenir la deforestación. Reducir la deforestación y la degradación es la opción de mitigación forestal con el impacto global sobre las reservas de carbono más importante y más inmediato a corto plazo, por hectárea y por año. Cada hectárea (1 hectárea = 2.47

acres) de bosque perdido liberará 350-900 toneladas de CO₂ a la atmósfera, y esta enorme emisión se puede evitar preservando el bosque. Por lo tanto, los programas eficaces para prevenir la deforestación tienen la ventaja de ofrecer grandes recortes en las emisiones de carbono a un bajo costo y en un corto período de tiempo.

- Forestación y repoblación forestal – creación de bosque en zonas en las que previamente no existía o repoblación de áreas que han perdido el bosque. A largo plazo, esta estrategia produce beneficios en cuanto al almacenamiento de carbono cuando se desarrollan los nuevos bosques, pero también implica costes iniciales.

El programa REDD promueve tanto la conservación como la forestación y repoblación forestal, vinculando los incentivos financieros para la conservación al almacenamiento del carbono en los bosques. Los propietarios o los gestores de los bosques recibirían créditos por la 'deforestación evitada' o por la reforestación; los créditos serían negociables en los mercados internacionales de carbono o a través de otros mecanismos que conviertan el crédito en efectivo. En marzo de 2009, un programa de las Naciones Unidas, diseñado para reducir las emisiones de gas de efecto invernadero procedente de bosques y aumentar los medios de subsistencia en países tropicales, destinó 18 millones de dólares al apoyo de acciones en cinco países piloto en África, Asia y Latinoamérica. Desde entonces se ha aprobado un total de 55.4 millones de dólares para proyectos en Bolivia, Camboya, República Democrática del Congo (RDC), Ecuador, Indonesia, Panamá, Papúa Nueva Guinea, Paraguay, Filipinas, Islas Salomón, Tanzania, Vietnam y Zambia.

Aunque la idea y la financiación iniciales son estimulantes, aún quedan por ejecutarse muchos aspectos del programa REDD, incluso sus bases económicas, sus mecanismos financieros y los debates políticos, que serán tratados en las secciones posteriores.

Potencial de los mecanismos del programa REDD para la reducción del carbono

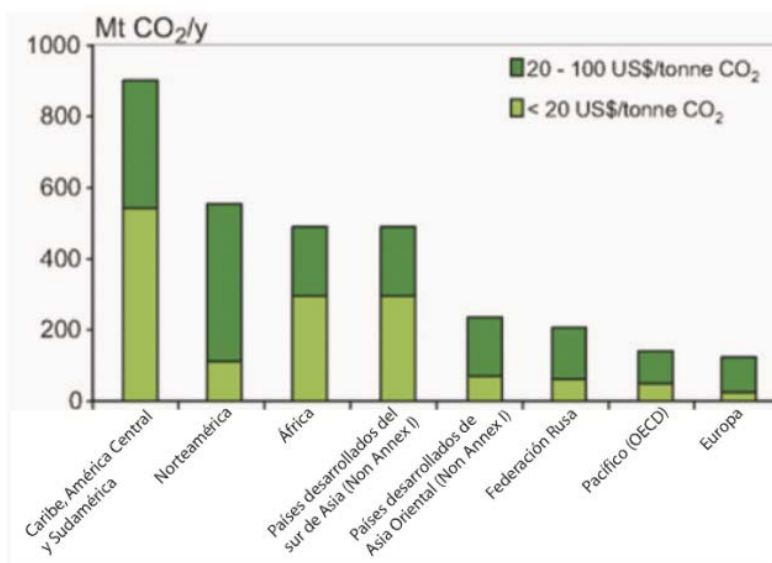
¿Qué reducción de emisiones podría lograrse mediante el programa REDD? La respuesta, desde un punto de vista económico, requiere delimitar los costes del programa REDD. Los diferentes métodos de reducción de carbono tienen distintos costes (y algunos pueden tener beneficios económicos además de la reducción de las emisiones). Como resultado, una cantidad sustancial de las reducciones de carbono asociadas al bosque se podrían conseguir a un costo bastante bajo.

Según el Cuarto Informe de Evaluación del Grupo de Expertos para el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)), las opciones de mitigación forestal tienen un potencial entre 1,270 y 4,230 MtCO₂/año en 2030, pudiéndose alcanzar aproximadamente el 50% de esta cantidad a un coste inferior a 20 dólares US/tCO₂ (Metz et al. 2007a) (Figura 12). 20 dólares US/tCO₂ representan un costo bajo en carbono – por establecer una comparación, el precio de una tonelada de carbono en el esquema de la Unión Europea de comercio de carbono ha oscilado en torno a 20 dólares por tonelada y algunos analistas recomiendan un precio del carbono mucho más alto (Ackerman and Stanton 2011).

El mayor potencial forestal para la mitigación se encuentra en los trópicos. Para las áreas tropicales en conjunto, las estimaciones de mitigación en los intervalos de precios más bajos (<20 dólares US/tCO₂) están en el entorno de 1100 MtCO₂/año para 2040, aproximadamente la mitad de este potencial se sitúa en América del Sur y América Central (Sathaye et al. 2006), (Soares-Filho et al. 2006, 520-523), (Sohngen and Sedjo 2006, 109-126) and (Metz et al. 2007a).

Para cada una de las regiones de África y del Sudeste asiático este potencial de mitigación se estima en 300 MtCO₂/año para 2040. En el intervalo más alto de escenarios de precios (<100 dólares US/tCO₂), la mitigación estimada está en el rango de los 3000 a 4000 MtCO₂/año en 2040 (Metz et al. 2007a) (Tabla 1).

Figura 12. Mitigación económica potencial del programa REDD, 2030



Fuente: IPCC Cuarto Informe de Evaluación: Cambio Climático 2007⁴

Tabla 1: Reducciones potenciales de emisiones de carbono en zonas forestales

	Potencial económico en 2040 (MtCO ₂ /año) bajo	Potencial económico en 2040 (MtCO ₂ /año) alto	Parte del potencial total (técnico) en el rango de coste <20 US\$/tCO ₂
Norteamérica	400	820	0.2
Europa	90	180	0.2
Federación Rusa	150	300	0.3
África	300	875	0.6
Pacífico (OECD)	85	255	0.35
Caribe, América Central y Sudamérica	500	1750	0.6
Países desarrollados de Asia Oriental (Non Annex I)	150	400	0.3
Países desarrollados del sur de Asia (Non Annex I)	300	875	0.6
Total	1,975	5,455	

Fuente: (Metz et al. 2007a)⁵

⁴ Accesible en http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch9s9-4-4.html

Cuadro 4 - Escenarios de deforestación y conservación para la cuenca del Amazonas

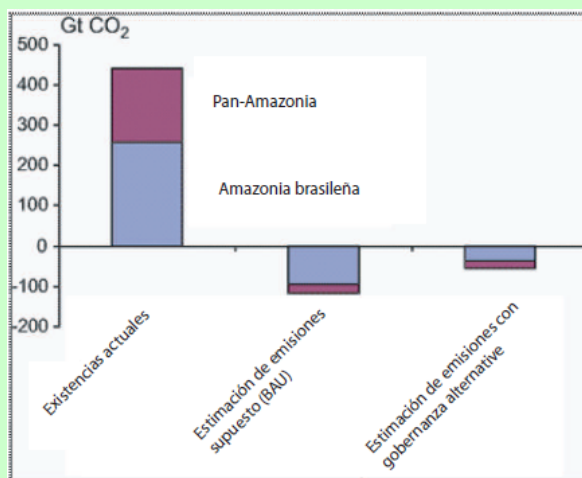
Los supuestos sobre futuras tasas de deforestación son factores cruciales en las estimaciones de emisiones de gases de efecto invernadero de zonas forestales y de los beneficios de la mitigación. A pesar de ello existe una significativa variabilidad entre los distintos estudios. En todos ellos, sin embargo, la deforestación se estima que seguirá siendo alta en el futuro en los trópicos, tanto a corto como a medio plazo. Sathaye et al. (2006) estiman que la tasa de deforestación se mantendrá en todas las regiones, con unas tasas especialmente altas en África y Sudamérica, y con una pérdida total acumulada cercana a 600 millones de hectáreas en el año 2050.

Existe un modelo empírico de simulación de deforestación para la cuenca pan-amazónica, que es sensible a la formulación de políticas (Soares-Filho et al. 2006, 520-523). El resultado del modelo en el peor escenario posible “business as usual” (*todo sigue igual*) muestra que, para el año 2050, las tendencias de deforestación proyectadas eliminan el 40% de los actuales 5.4 millones de km² de bosque amazónico, liberando aproximadamente 117,000 MtCO₂ de forma acumulada en 2050.

Por el contrario, en el mejor de los escenarios de política contemplado, se mantendrían 4.5 millones de km² de bosque en 2050, un 83% del bosque actual (solo el 17% deforestado), reduciéndose las emisiones acumulativas de carbono para el año 2050 hasta 55,000 MtCO₂. La diferencia entre los dos escenarios representa una cantidad equivalente a ocho veces la reducción de emisiones prevista durante el primer período de compromiso del Protocolo de Kyoto.

Los experimentos actuales en conservación de bosques en propiedades privadas, los mercados de servicios de ecosistemas y la zonificación agro-ecológica deben ser perfeccionados y ejecutados para conseguir una conservación integral. Una parte de los recursos necesarios para estas iniciativas de conservación podrían llegar en la forma de créditos de carbono, procedentes de la prevención de 62,000 MtCO₂ de emisiones en 50 años.

Existencias actuales de carbono en la Pan-Amazonia y Amazonia brasileña y estimación de emisiones acumulativas para el año 2050 bajo los supuestos de *business as usual* (BAU) y de gobernanza alternativa.



Fuentes: Sathaye et al. 2006, Soares-Filho et al. 2006, 520-523 y IPCC Cuarto Informe de Evaluación: Cambio Climático 2007, accesible en http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch9s9-4-3-1.html

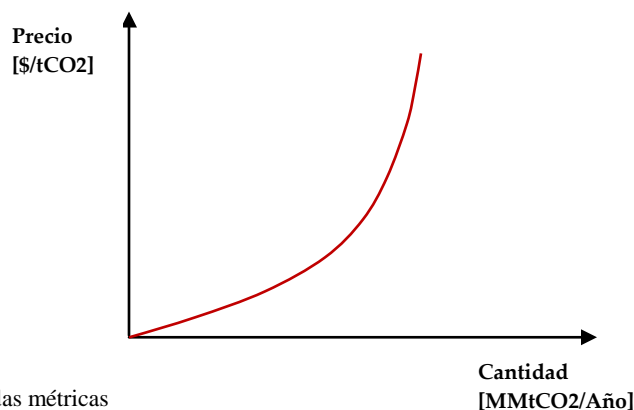
⁵ También disponible en http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch9s9-4-4.html#table-9-6

3. LA ECONOMÍA DEL PROGRAMA REDD

Los costes del REDD

¿Cuáles son los costes de reducir las emisiones de carbono a través del REDD? Varían en función de la cantidad reducida y de los lugares y las estrategias empleadas en la reducción. La estructura de costes es extremadamente importante para determinar si las inversiones en REDD merecen la pena y dónde se puede alcanzar el mayor beneficio posible en términos de reducción de emisiones. En algunos casos las emisiones pueden ser reducidas a un coste relativamente bajo, pero en otros requiere un alto precio por tonelada de CO₂ reducida (Wertz-Kanounnikoff 2008). Una vez alcanzado un punto, los costes de una reducción adicional serían muy altos, puesto que las mejores oportunidades ya habrían sido explotadas. Esto da lugar a una curva de oferta para la reducción de las emisiones con una pendiente creciente, como se muestra en la Figura 13.

Figura 13. La curva de oferta REDD



Fuente: Adaptado de *Estimating the Costs of Reducing Forest Emissions* (Wertz-Kanounnikoff 2008).

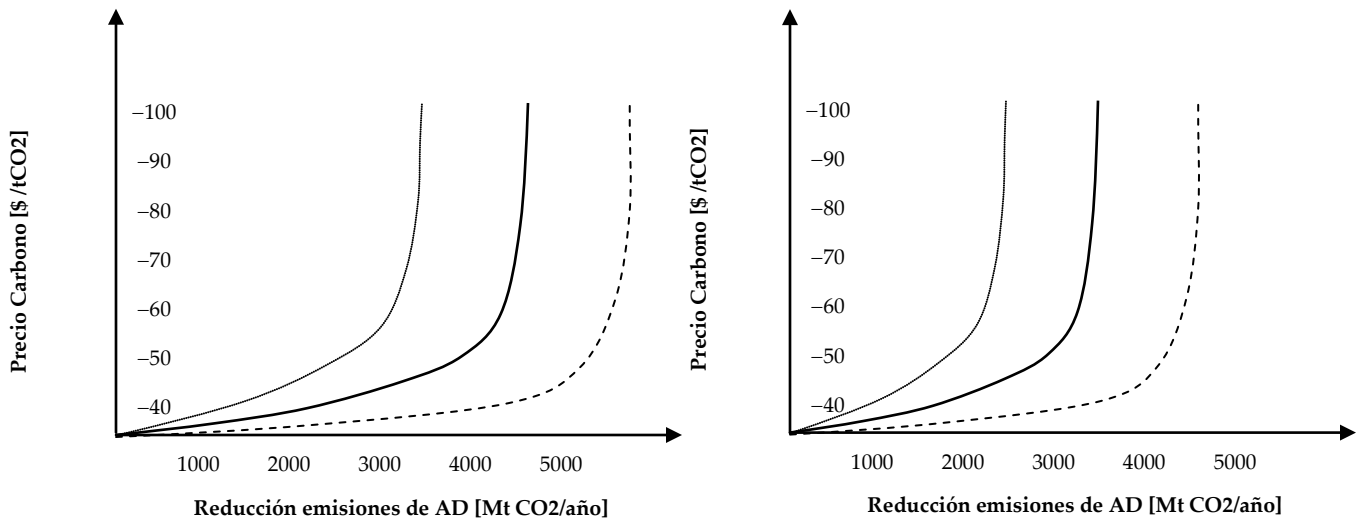
Los costes del REDD incluyen **costes de oportunidad** (los beneficios perdidos por usos alternativos de la tierra, tales como el dinero en efectivo, el cultivo de alimentos o la madera) y **costes de transacción** (los soportados por el gobierno derivados del establecimiento y la administración del sistema, y los costes de los propietarios individuales por su participación en el programa). Habrá, además, costes de la repoblación y la forestación, es decir, los del plantado y los de la mano de obra y el capital para el mantenimiento de las nuevas zonas forestales.

Las curvas de oferta pueden estimarse en base a estudios locales. Esos costes pueden extrapolarse a modelos más generales que consideren la oferta total de tierra forestal en distintas regiones y los diferentes costes de oportunidad para la preservación del bosque. La Figura 14 muestra los resultados de los modelos globales de costes de reducción de emisiones. Se observa que hay una considerable variación entre los modelos, aunque la forma general de la curva de oferta es la misma.

Como muestra la Figura 14, el **coste marginal** tiende a aumentar con el tiempo debido a que las alternativas más baratas son adoptadas inicialmente, asociadas por lo general a tierra de menor productividad. Aunque las proyecciones del modelo varían, parece que podría obtenerse una reducción de hasta 2 o 3 mil millones de toneladas de CO₂ por año, a un coste por tonelada

relativamente bajo. El coste más alto proyectado para el año 2030 supone que alguna de las oportunidades de bajo coste habrán sido ya explotadas para entonces (Kindermann et al. 2008).

Figura 14. Curvas de oferta de los modelos globales



Curvas de oferta en 2010

*Coste REDD: \$20/tCO2 puede disminuir en promedio 3000 Mt CO2/año
Mt: Millones de toneladas*

Curvas de oferta en 2030

*REDD se encarece: \$20/tCO2 puede disminuir en promedio 2200 Mt CO2/año
Mt: Millones de toneladas*

Fuente: Adaptado de (Kindermann et al. 2008) y (Wertz-Kanounnikoff 2008).

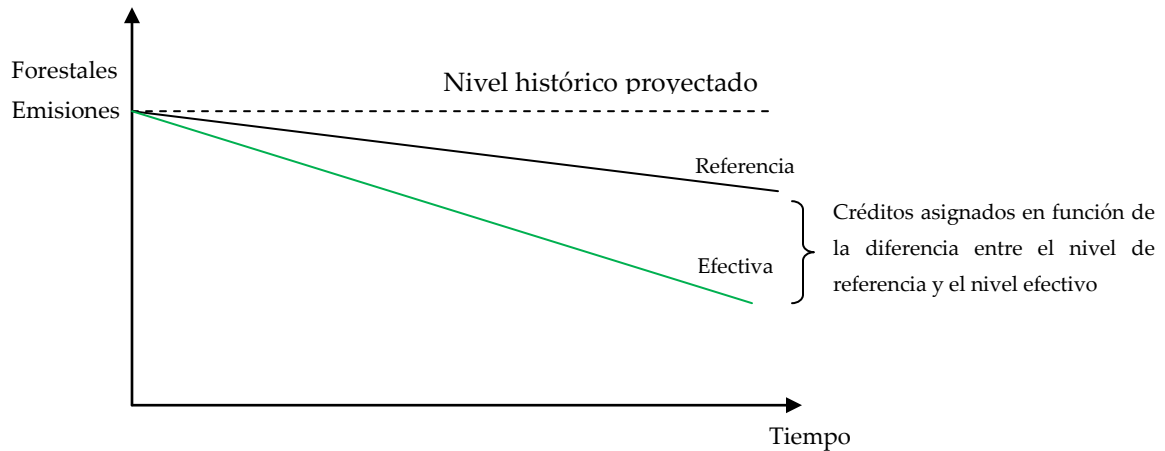
Estas estimaciones de costes indican que hay un potencial muy significativo para las reducciones de carbono a través del REDD. Sin embargo, con el fin de aprovechar este potencial, los mecanismos del REDD deben ser diseñados correctamente para que resulten efectivos y puedan superar una serie de obstáculos. Puesto que el carbono almacenado en los bosques no es un bien económico tradicional, es necesario crear un mercado de carbono que represente con exactitud las reservas de carbono que no esté abierto a la manipulación ni al abuso. No obstante, algunas cuestiones condicionan el diseño adecuado de mecanismos eficaces.

Determinación de un nivel de referencia

Una cuestión importante es la determinación de un **nivel de referencia** para la reducción de emisiones. El objetivo del REDD es aumentar el almacenamiento de carbono, por lo que el rendimiento no debe proceder de aquellas reducciones que se hubieran producido en cualquier caso. El análisis de la tasa histórica de emisiones de un país, al igual que su estado actual y sus políticas, pueden mostrar cuál debería ser ese punto de partida. Los créditos pueden adjudicarse a partir de reducciones con esa referencia (Figura 15).

Establecer una referencia creíble ayuda a manejar el problema de la **adicionalidad**. Cualquier reducción que obtenga créditos debería ser adicional a las reducciones que se hubieran obtenido en ausencia de alguna política activa. Al igual que establecer un punto de referencia será básico para los proyectos globales nacionales, para la evaluación de los proyectos individuales será importante delimitar la cuestión de la adicionalidad.

Figura 15. Ilustración del sistema de crédito de nivel referencia



Fuente: Adaptado de (Eliasch 2008).

Permanencia

El cambio climático global es un problema de largo plazo, por eso es importante que los avances obtenidos con el programa REDD sean duraderos. ¿Qué ocurre si los bosques conservados o las superficies ampliadas bajo el programa REDD son posteriormente destruidos o transformados a otros usos? Para evitar este problema es necesario contar con un sistema de incentivos para la conservación permanente. Los países que reciben fondos del REDD deberán ser considerados responsables si en algún momento los proyectos de conservación forestal son abandonados o si se permite la transformación del bosque para uso agrícola o de otro tipo. (Angelsen 2008).

Fugas

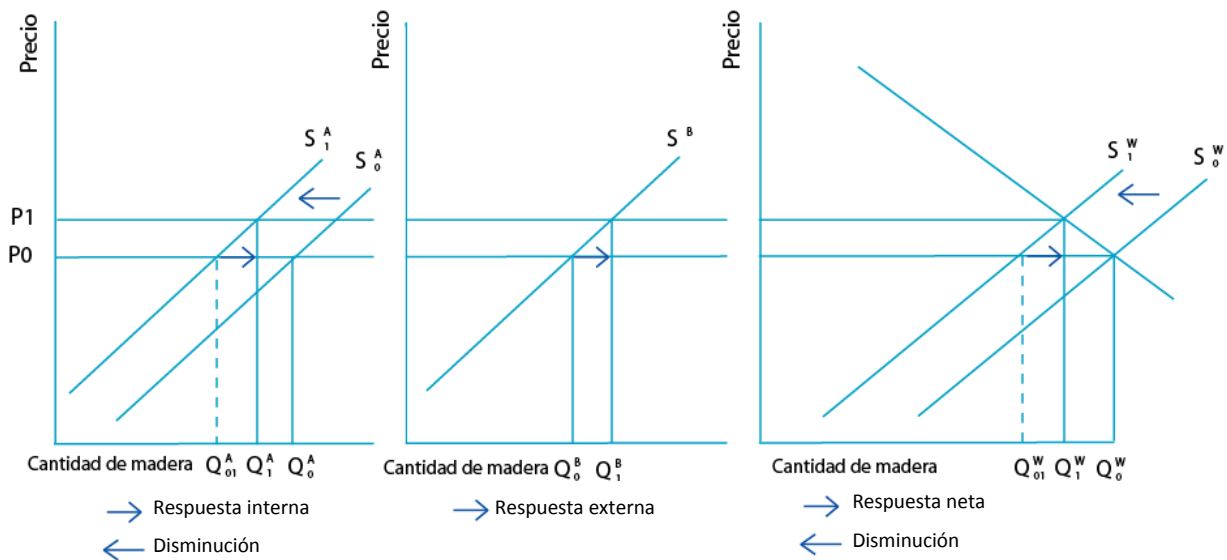
Supongamos que un país acepta créditos REDD para conservar una amplia extensión forestal. El bosque se sitúa fuera de la posibilidad de la tala y su conservación es certificada por autoridades independientes. Aunque esto parezca un triunfo, la desaparición de una zona de bosque susceptible de explotación puede incrementar la presión sobre otras áreas. Así, aunque una gran cantidad de bosque se mantenga – por ejemplo 4,000 hectáreas –, en cualquier otro lugar 2,000 hectáreas podrían ser explotados. A esto se le denomina **fuga**. El plan inicial de conservación puede haber sido parcialmente eficaz, pero la pérdida neta de bosque que se ha evitado es solo de 2,000 hectáreas y no de 4,000. También es posible que el aumento de explotación en otras zonas se incremente hasta 4,000 hectáreas, anulando cualquier beneficio neto de la actuación. Pero incluso con una nueva explotación menor de esas 4,000 hectáreas la eficacia del esfuerzo inicial se ha visto reducida. A la hora de evaluar cualquier programa de conservación forestal es importante tener en cuenta este tipo de fugas (Murray 2008).

Las fugas pueden aparecer en diversos ámbitos: a nivel de finca, local/regional, nacional o internacional. En la Figura 16 se muestra un ejemplo internacional de mecanismos de mercado que dan lugar a fugas.

Cuando en un país A se reduce la oferta de madera a través de un programa REDD desde S^A_0 hasta S^A_1 , se produce un aumento de precios que tiene su reflejo en los mercados internacionales.

A consecuencia de la subida del precio, la producción de madera se hace más rentable, lo que lleva a un aumento en la producción tanto en el país A como en el país B. El incremento en el país A, similar al ejemplo descrito anteriormente, puede ser contabilizado por los responsables del proyecto, pero es menos probable que tengan en cuenta los efectos sobre el país B. El efecto neto sobre el mercado mundial (en este ejemplo sencillo el mercado mundial está formado por solo dos países) es una disminución en la oferta de madera desde Q^W_0 hasta Q^W_1 . Ese descenso es menor que la reducción desde Q^W_0 hasta $Q^{W_{01}}$, que es la prevista inicialmente en ausencia de fugas (Murray 2008).

Figura 16. Fenómeno de mercado que genera fugas



Nota: Precio y Cantidad de madera (ejes).

(a) Oferta del país A:

Reduce la deforestación y la oferta

(b) Oferta del país B:

Aumenta la deforestación y la oferta

(c) Mercado global:

Efecto neto de la respuesta de los países A y B

Estimación de las emisiones causadas por la deforestación

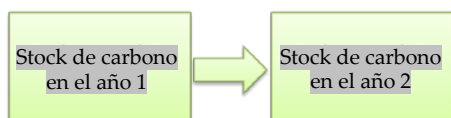
Para estimar la reducción de las emisiones, es importante tener en cuenta tanto el tipo de bosque implicado como los posibles usos alternativos de la tierra. La conversión, por ejemplo, de bosques tropicales a soja, maíz o arroz posiblemente produce un 60% más de emisiones que la conversión a aceite de palma.

La versión actualizada por el IPCC del método de contabilización de los gases de efecto invernadero (GEI), método IPCC 2006⁶, incluye dos procedimientos para estimar los cambios en las reservas de carbono: (i) el enfoque basado en el stock o en las diferencias de reservas, y (ii) el enfoque basado en el proceso o método de pérdidas y ganancias (Wertz-Kanounnikoff 2008).

Método de diferencias de reservas: Este enfoque estima la diferencia en las reservas de carbono en un ámbito determinado en dos momentos distintos de tiempo. Puede ser utilizado cuando las reservas de carbono en esos entornos en cuestión han sido medidas y estimadas a través del tiempo, por ejemplo en inventarios forestales nacionales. Esta aproximación es adecuada para estimar emisiones causadas tanto por deforestación como por degradación y se puede aplicar a todo tipo de reserva de carbono.

Método de pérdidas y ganancias: Este procedimiento estima el saldo medio de las incorporaciones y las extracciones de un depósito de carbono. En el contexto del programa REDD, según cómo sea tratada la rehabilitación del ecosistema, los beneficios se derivan del aumento y de la transferencia de carbono entre reservas (por ejemplo, de un depósito de biomasa a un depósito de materia orgánica muerta debido a una perturbación). Por lo tanto, las pérdidas provienen de la transferencia de carbono a otro depósito así como de las emisiones originadas por la recolección, la descomposición o la quema (Wertz-Kanounnikoff et al. 2008, 87-98).

1. Método de diferencias de reservas



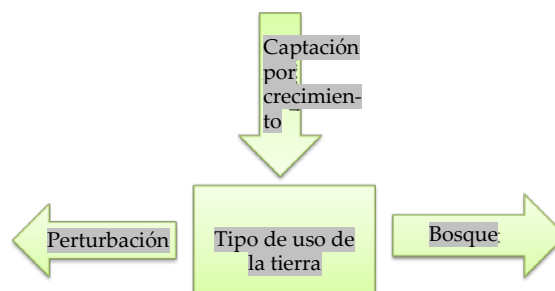
$$\Delta C = \frac{C_{t_2} - C_{t_1}}{t_2 - t_1}$$

ΔC = Cambio anual en la reserva de carbono del depósito

C_{t_1} = Reservas de carbono del depósito en el momento t_1

C_{t_2} = Reservas de carbono del depósito en el momento t_2

2. Método de pérdidas y ganancias



$$\Delta C = \Delta C_{gan} - \Delta C_{per}$$

ΔC = Cambio anual en la reserva de carbono del depósito

ΔC_{gan} = Ganancia anual de carbono

ΔC_{per} = Pérdida anual de carbono

Fuente: Adaptado de (Wertz-Kanounnikoff et al. 2008, 87-98).

⁶ 2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 4, Agriculture, Forestry and other Land Use, accesible en <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>

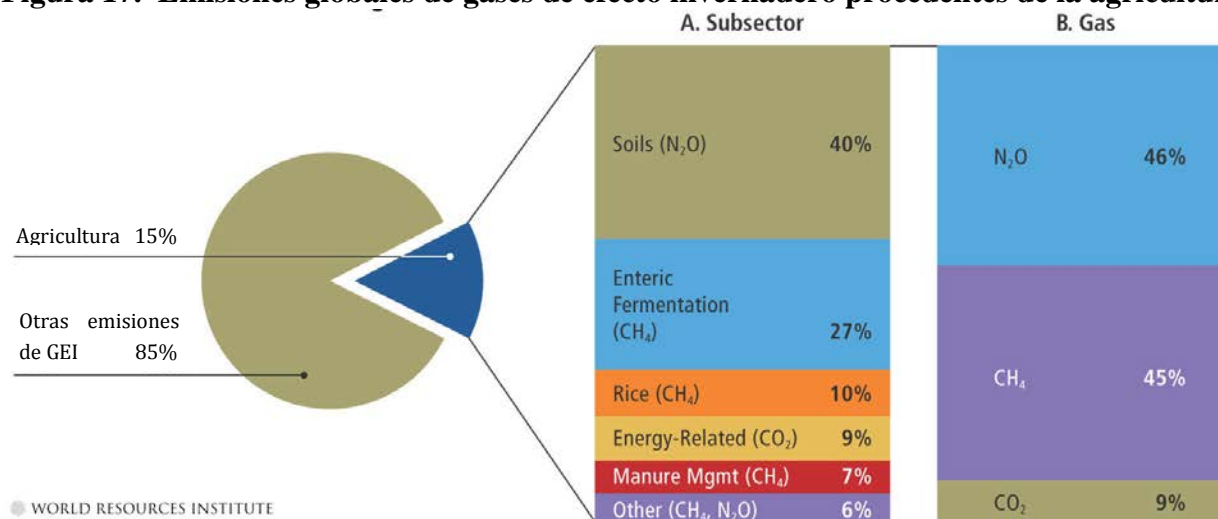
4. AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO

La importancia de la agricultura

La agricultura juega un papel fundamental en el cambio climático por diversas razones. Como hemos visto (Figura 1), la agricultura supone en torno al 13-15% de las emisiones de gases de efecto invernadero. Algunas de esas emisiones provienen de los fertilizantes y de la energía utilizados en la agricultura, mientras que otros tienen su origen en la ganadería. Una gran parte de las emisiones de metano, una fuente muy importante en el calentamiento global, proviene de la agricultura (Figuras 2 y 17). Está previsto un aumento del 35-60% en las emisiones de óxido nitroso agrícola (N_2O) hasta 2030, debido al incremento en el uso de fertilizantes nitrogenados y al aumento de la producción de estiércol animal (FAO 2003). Además, como se mencionó anteriormente, la conversión de tierras forestales en tierras agrícolas es la principal causa de la deforestación.

No obstante, la agricultura también puede jugar un papel muy positivo. Algunas prácticas agrícolas, en concreto la agricultura orgánica, son eficaces para fijar el carbono al suelo. La agrosilvicultura (combinar árboles y cultivos en una misma explotación), los cultivos perennes, la labranza mínima, la rotación del pastoreo y otras técnicas, pueden reducir las emisiones de carbono y almacenar carbono en los suelos. La reducción en el uso de fertilizantes puede disminuir las emisiones de óxido nitroso, a la vez que el empleo de estiércol y los sistemas de biogás pueden reducir las emisiones de metano. Además, agregar carbón vegetal (biomasa parcialmente quemada) a los suelos podría mejorar la productividad y el almacenamiento de grandes cantidades de carbono (Scher and Sthapit 2009).

Figura 17. Emisiones globales de gases de efecto invernadero procedentes de la agricultura



Leyendas: Suelo, Fermentación entérica, Arroz, Relativo a la energía, Estiércol, Otros

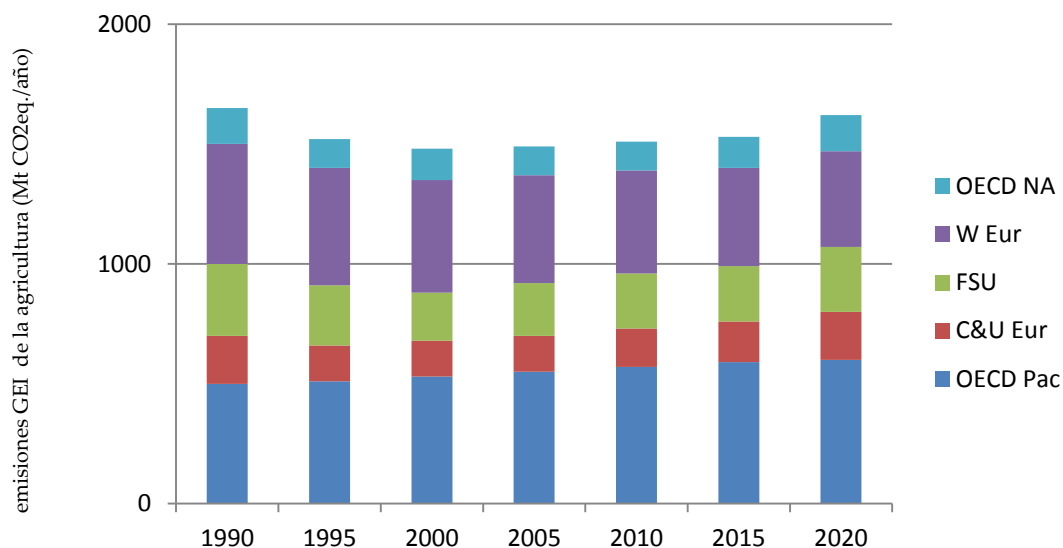
Fuente: World Resource Institute (WRI), consulta de 2011

Los países en desarrollo tienen el mayor porcentaje de las emisiones globales de gases de efecto invernadero de origen agrícola junto con las mayores tasas de crecimiento esperado en esas emisiones, como se muestra en la figura 18 (FAO 2003). Esto significa que los modelos agrarios y las técnicas utilizadas en el mundo en desarrollo pueden jugar un papel muy importante en el

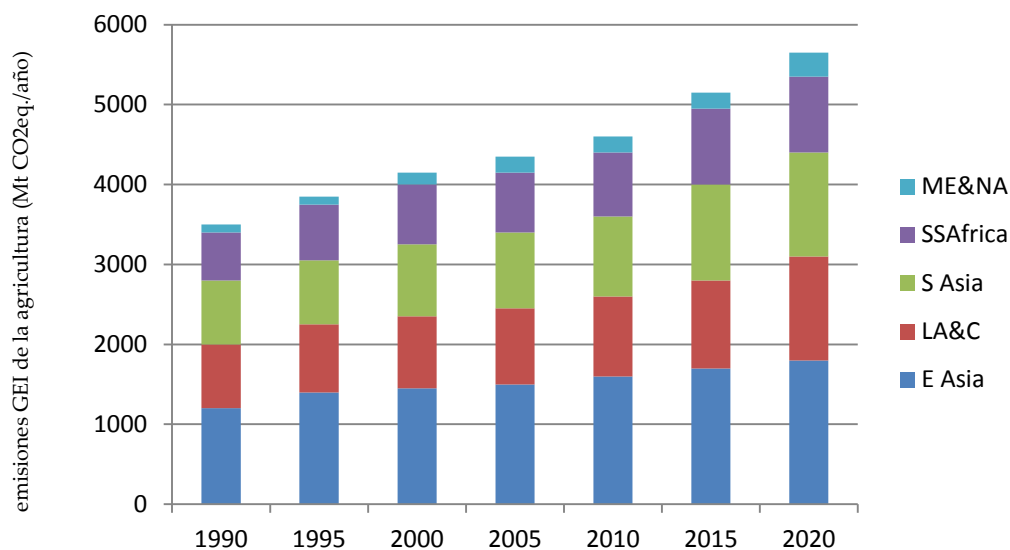
aumento o la disminución de las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Las estimaciones actuales sobre aumento de las emisiones no son inevitables - aunque se necesitará una importante inversión en técnicas agrícolas para la reducción de las emisiones y para el almacenamiento de carbono con el fin de situar a la agricultura en una senda diferente

Figura 18. Emisiones de gases de efecto invernadero por región, proyecciones para 2020

Países desarrollados:



Países en vías de desarrollo:



Fuente: (Smith et al. 2007, 6-28).

Nota: ME&NA: Medio Este y África del Norte; SS Africa: África Subsahariana; S. Asia: países en desarrollo del Sur de Asia; LA&C: Latinoamérica y Caribe; E Asia: países en desarrollo del Este de Asia; OECD Pac: países de la OECD de la región del Pacífico; C&E Eur: Europa Central y del Este; FSU: antigua Unión Soviética; W Eur: Europa Occidental; OECD NA, países de la OECD de América del Norte

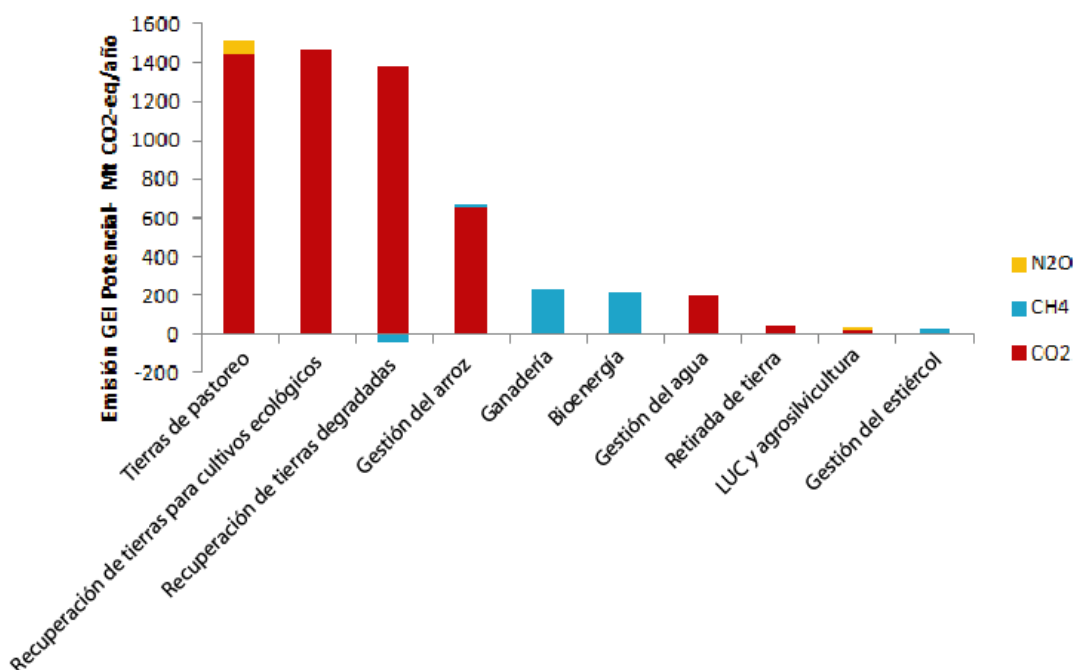
Potencial de la agricultura en la mitigación de los gases de efecto invernadero

Según el 4º Informe de Evaluación del IPCC (Metz et al. 2007a)⁷ las oportunidades para mitigar la emisión de gases de efecto invernadero procedentes de la agricultura se dividen en tres grandes categorías, en función de la intervención que las provoque:

- Reducción de emisiones a través de una gestión más eficaz de los flujos de carbono y nitrógeno en los ecosistemas agrícolas.
- Refuerzo de la absorción retirando carbono del suelo o de la materia vegetal.
- Sustitución de combustibles fósiles: Algunos cultivos y residuos procedentes de zonas agrícolas pueden ser utilizados como combustibles, bien directamente o después de una transformación, como el etanol o el diesel. Estas materias primas bio-energéticas todavía liberan CO₂ durante la combustión, pero el carbono es de origen atmosférico reciente (Metz et al. 2007b) y (Metz et al. 2007a).

La mitigación global técnica potencial procedente de la agricultura para 2030, teniendo en cuenta todos los gases, se calcula en unas 5500–6000 Mt CO₂-eq. año⁻¹, con potencialidades económicas acumuladas de 1500–1600, 2500–2700 y 4000–4300 Mt CO₂-eq. año⁻¹ a los precios del carbono hasta 20, hasta 50 y hasta 100 dólares US/t CO₂-eq (Figura 19).

Figura 19. Mitigación global potencial GHG procedente de la agricultura



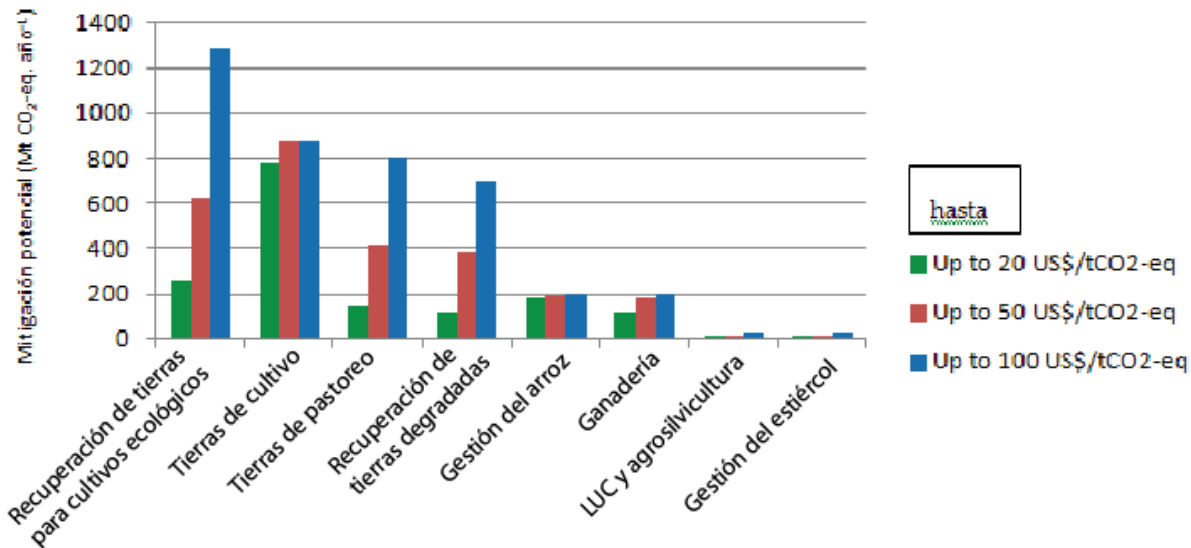
Fuente: Adaptado de (Metz et al. 2007a)⁸ y (Smith et al. 2008).

⁷ También disponible en http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch8s8-4.html

⁸ También disponible en <http://www.ipcc.ch/graphics/ar4-wg3/jpg/fig-8-4.jpg>

De la mitigación potencial total, aproximadamente el 89% proviene de la reducción de emisiones de CO₂ del suelo, un 9% de las emisiones de metano y un 2% de las emisiones de N₂O del suelo (Smith et al. 2008) (Figura 19). La figura 20 presenta el potencial global biofísico para mitigar las emisiones (Mt CO₂-eq. año⁻¹) para el año 2030 de cada una de las prácticas de gestión agraria, mostrando los impactos de cada práctica apilado por GEI, con el objeto de ofrecer el total combinado de emisión de gases de efecto invernadero (Smith et al. 2008)⁹.

Figura 20: Mitigación global potencial procedente de la agricultura según precio del CO₂



Fuente: Adaptado de (Metz et al. 2007a)¹⁰ y (Smith et al. 2008)

El impacto de los biocombustibles

Los biocombustibles son combustibles obtenidos de plantas, animales, microorganismos y residuos orgánicos que pueden sustituir a los combustibles fósiles. Esta sustitución podría reducir las emisiones de carbono si el carbono que es quemado en los biocombustibles es retirado inmediatamente y, por lo tanto, no constituye una adición neta de carbono a la atmósfera. Sin embargo los biocombustibles también tienen potenciales desventajas.

Algunos biocombustibles requieren grandes aportaciones de energía para su producción, lo que significa que la reducción neta de carbono puede ser pequeña o incluso negativa. Los biocombustibles también pueden competir por recursos escasos como la tierra o el agua, favoreciendo que se incremente la deforestación. También hay efectos potenciales negativos en el ámbito social, ya que los biocombustibles pueden originar una demanda adicional tanto para el cultivo de productos alimenticios (tales como el etanol producido a partir del maíz), como para tierras utilizadas para cultivar esos alimentos. En ambos casos, la expansión de la producción de biocombustibles tiende a elevar los precios de los alimentos. Por estas razones, el uso de

⁹ También disponible en <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/363/1492/789.long>

¹⁰ También disponible en <http://www.ipcc.ch/graphics/ar4-wg3/jpg/fig-8-9.jpg>

biocombustibles, y en especial su subsidiación por los gobiernos, debe ser cuidadosamente sopesada, valorando sus posibles consecuencias negativas.

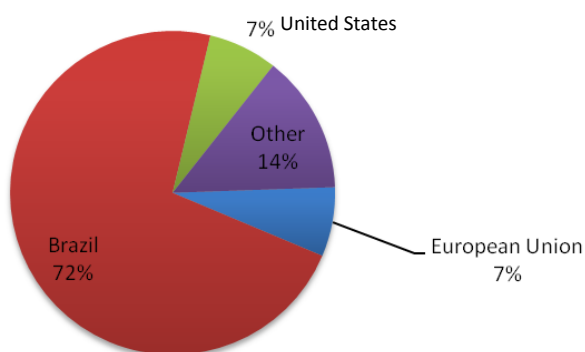
Hay tres grandes categorías de biocombustibles:

- Los combustibles de primera generación son biocombustibles obtenidos a partir del azúcar, almidón, aceite vegetal o grasas animales, empleando tecnología convencional
- Los biocombustibles de segunda generación son obtenidos de una variedad de cultivos no alimentarios, que incluyen los residuos de biomasa, tallos de trigo, de maíz, madera y cultivos de especial energía o biomasa, denominados biocombustibles líquidos.
- La tercera generación de biocombustibles se obtiene de las algas y se denomina *oilgae*¹¹.

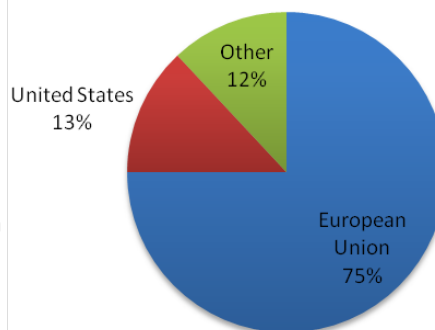
La producción actual prácticamente se reduce a biocombustibles de primera generación, principalmente etanol y biodiesel. Según el *World Development Report* del año 2008 elaborado por el Banco Mundial, “la producción total de etanol como combustible en el año 2006 fue de unos 40,000 millones de litros. De esa cantidad, casi el 90% se produjo en Brasil y en los Estados Unidos. Además, en 2006 se produjeron alrededor de 6,500 millones de litros de biodiesel, de los cuales el 75% se obtuvieron en la Unión Europea (Figura 21). Brasil es el productor más competitivo, con el historial más amplio de producción de etanol.”¹²

Figura 21: Producción mundial de biocombustibles

Etanol (40,000 millones de litros)



Biodiesel (6,500 millones de litros)



Fuente: Banco Mundial, World Development Report 2008¹³

Hasta hoy en día el uso “moderno” de la biomasa supone solo una parte insignificante del consumo global de energía. Sin embargo la biomasa tradicional alcanzó alrededor del 13% de la demanda final total de energía en el año 2006, siendo ésta la contribución más amplia de todas

¹¹ Adaptado de “Forest and climate change toolbox”, Center For International Forestry Research, disponible en <http://www.cifor.org/fctoolbox/>

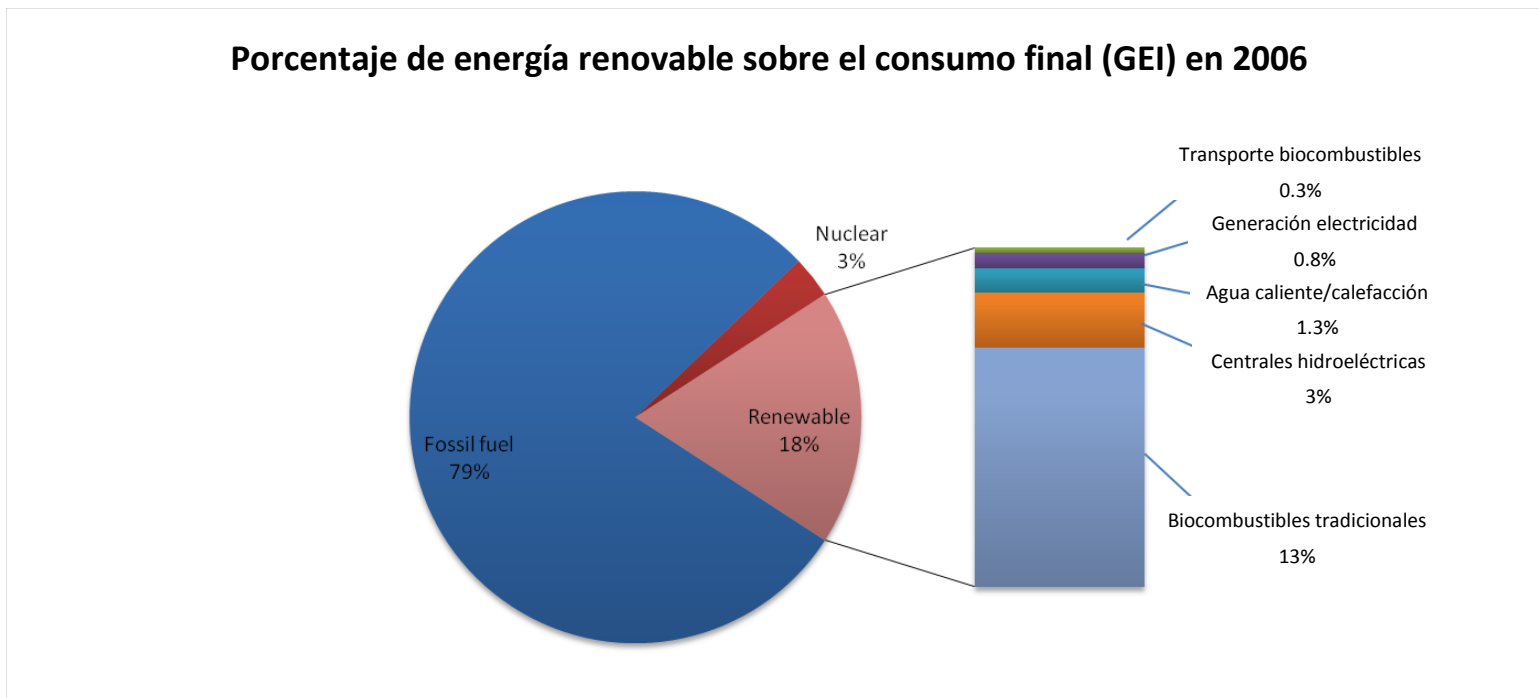
¹² Banco Mundial, World Development Report 2008, Biofuels: the promise and the risks, disponible en http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2008/Resources/2795087-1191440805557/4249101-1191956789635/Brief_BiofuelPrmsRisk_web.pdf

¹³ Referencia anterior

las energías renovables, que en conjunto representan el 18% del total de la energía mundial demandada (Figura 22).

En cuanto a la utilización de biocombustibles para el transporte, “la producción mundial de etanol para combustible en el transporte se triplicó entre los años 2000 y 2007, desde 17,000 millones a más de 52,000 millones de litros; mientras que el biodiesel se multiplicó por once, desde menos de 1,000 millones a casi 11,000 millones de litros (Figura 23). En total, los biocombustibles proporcionan el 1.8% del combustible para el transporte mundial. Estimaciones recientes señalan un continuo y elevado crecimiento. Desde 2007 hasta 2008, se ha estimado que la proporción de etanol en el uso de combustible del tipo gasolina se ha incrementado desde el 3.78% al 5.46%, y el porcentaje de biodiesel en el combustible tipo diesel pasó del 0.93% al 1.5%” (UNEP 2009)¹⁴.

Figura 22: Energía renovable y biomasa tradicional



Fuente: (WorldWatch Institute 2007) y (UNEP 2009).

Nota: Combustible fósil, Energía renovable y Energía nuclear

¹⁴ También disponible en http://hqweb.unep.org/pdf/biofuels/Assessing_Biofuels_Full_Report.pdf

Cuadro 5 – Subsidios a los biocombustibles

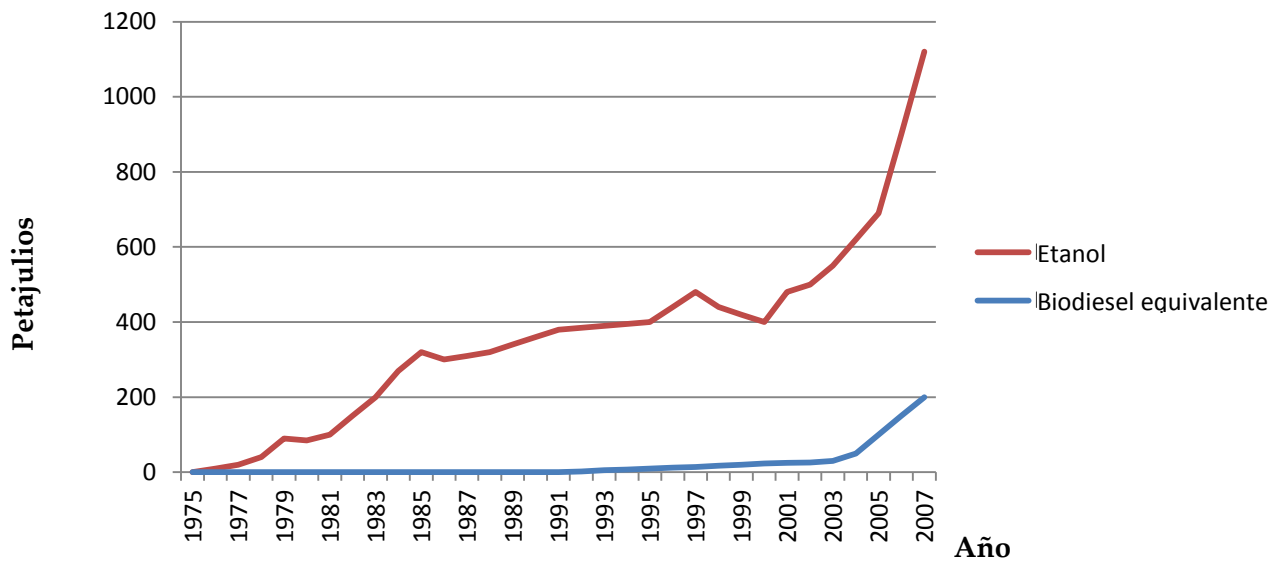
A menudo los gobiernos proporcionan un apoyo sustancial a los biocombustibles para que puedan competir con la gasolina y el diesel tradicional. Ese apoyo incluye incentivos al consumo (reducciones en los impuestos de los combustibles), incentivos a la producción (incentivos fiscales, garantías de préstamos y pagos de subsidios directos) e imposiciones obligatorias de consumo. Todo esto puede elevar los precios de las materias primas.

El ejemplo más evidente es el del maíz, cuyo precio aumentó más de un 60 por ciento entre 2005 y 2007, fundamentalmente por el programa de etanol de Estados Unidos junto con la reducción de existencias en los principales países exportadores. En los últimos años, el aumento de precios en los cultivos agrícolas originado por la demanda de biocombustibles se ha situado en un primer plano en el debate sobre un posible conflicto entre alimentos y combustibles.

El grano necesario para llenar con etanol el depósito de un vehículo deportivo utilitario (240 kilogramos de maíz por cada 100 litros de etanol) podría alimentar a una persona durante un año, lo que muestra cómo rivalizan alimento y combustible. La subida de precios de los cultivos de productos básicos puede ocasionar pérdidas significativas de bienestar para la población pobre, los compradores netos de esos alimentos básicos. No obstante, otros productores pobres, que son vendedores netos de esos cultivos, se beneficiarán de la subida de los precios.

Fuente: Banco Mundial *World Development Report 2008*, "Biofuels: The Promise and the Risks"
http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2008/Resources/2795087-1191440805557/4249101-1191956789635/Brief_BiofuelPrmsRisk_web.pdf

Figura 23. Tendencias en la producción de biocombustibles, 1975-2007



Fuente: Adaptado de (UNEP 2009) y SCOPE International Biofuels Project 2

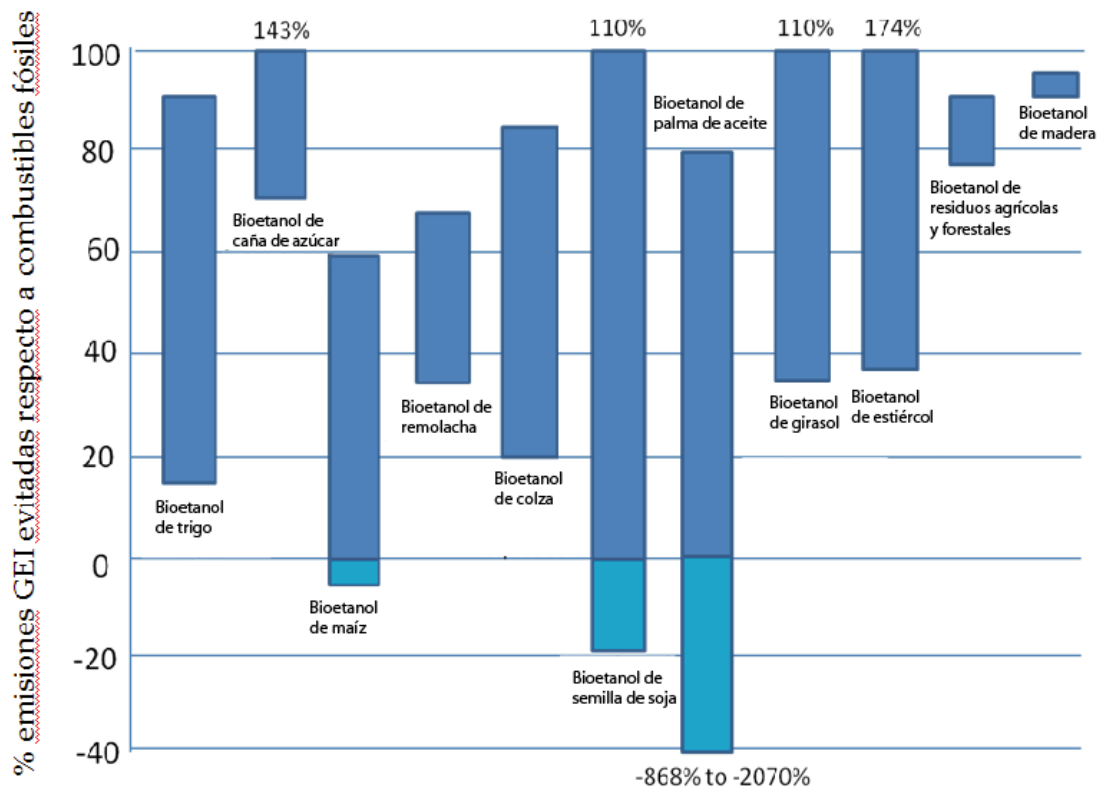
¹⁵ SCOPE International Biofuels Project, http://www.eeb.cornell.edu/howarth/SCOPEBiofuels_home.html

¿Son efectivos los biocombustibles en términos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)? Lo ideal sería que los biocombustibles sustituyeran a los combustibles fósiles en tanto que emitan menos o incluso no supongan emisión neta de carbono. Sin embargo, el impacto real de los biocombustibles es muy variable (Figura 24).

En el caso del etanol, su impacto depende del cultivo de procedencia. El bioetanol de la caña de azúcar es muy eficiente y reduce las emisiones GEI en, al menos, un 70%, llegando en algunos casos a más del 100% (es decir, se consigue almacenamiento neto de carbono). El bioetanol procedente del maíz es menos eficiente, obteniendo en el mejor de los casos un 60% de reducción neta; aún así, es posible que se incrementen las emisiones GEI si el maíz se cultiva de forma intensiva y con fertilizantes. El biodiesel puede provocar impactos que van desde un 110% de reducción a un 2070% de aumento en las emisiones, en el caso del biodiesel de aceite de palma. Este incremento tan espectacular en las emisiones se produce cuando las plantaciones de aceite de palma sustituyen a los bosques naturales. En este caso los ahorros por el uso de biocombustibles son ampliamente superados por la emisión de carbono provocada por la desaparición del bosque.

Otros tipos de biocombustibles, como el biometano obtenido del estiércol o el bioetanol de los desechos agrícolas y forestales, son más beneficiosos desde el punto de vista medioambiental, con ahorros netos de emisiones GEI que van desde el 35% al 174%. El biometano procedente del estiércol y de desechos agrícolas es una fuente de combustible especialmente útil en áreas rurales de países en vías de desarrollo, ya que puede ser descentralizado y proporcionar un combustible de bajo coste a nivel local.

Figura 24. Ahorro de GEI de biocombustibles en comparación con combustibles fósiles



Fuente: (UNEP 2009).

Biocombustibles, suministro de alimentos y bosques

Muchos biocombustibles son también cultivos alimentarios. Por este motivo la demanda creciente para biocombustibles compite por la tierra con los cultivos de alimentos, haciendo subir los precios de los alimentos. En la actualidad el uso total de suelo para cultivos de combustible es aproximadamente un 2% de las tierras cultivadas (UNEP 2009). Sin embargo, a medida que la demanda de biocombustibles aumenta, se intensifica el conflicto con las necesidades crecientes de alimentos. También pueden existir efectos indirectos sobre los bosques a medida que la producción agrícola se desplace de las actuales tierras de cultivo a zonas boscosas. En el cuadro 6 se resumen algunos efectos globales de la expansión en la producción de biocombustibles.

Resulta evidente que los biocombustibles tienen efectos variables. Pueden ser una herramienta adicional para reducir las emisiones de carbono, pero su eficacia depende del tipo de biocombustible y de los métodos de producción. La expansión descontrolada de los biocombustibles probablemente provoque más daño que beneficio. No obstante, su uso discriminado puede proporcionar una reducción neta en la emisión de gases de efecto invernadero, evitando efectos ecológicos y sociales indeseables.

Cuadro 6 - Impacto en la agricultura y los bosques del aumento en la demanda de biocombustibles

La ampliación de las zonas dedicadas a producir biocombustibles continúa, en especial en países tropicales donde las condiciones naturales favorecen los elevados rendimientos. En Brasil la zona cultivada con caña de azúcar ocupaba 9 millones de hectáreas en 2008 (subió un 27% desde 2007). En la actualidad, el total de tierra cultivable supone unas 60 Mha. El área de cultivo de soja, cada vez más utilizada para biodiesel, potencialmente podría ser ampliada desde 23 Mha en 2005 hasta 100 Mha. Gran parte de la expansión está prevista en tierras de pastos y la sabana.

En el sudeste asiático la expansión del aceite de palma – con fines alimentarios y no alimentarios – está considerada como una de las principales causas de la desaparición de la selva tropical. En Indonesia está prevista una extensión de más de 20 Mha de árboles para aceite de palma a partir de un stock inicial inferior a 6 Mha. Dos terceras partes de la expansión actual de los cultivos de palma en Indonesia se basan en la conversión de las selvas tropicales, mientras que solo un tercio se realiza en tierras previamente cultivadas o que se habían mantenido en barbecho. De las zonas de selva tropical transformadas, una cuarta parte contenía turberas con un alto contenido en carbono – originando emisiones de GEI especialmente altas cuando se drenan para la palma de aceite. En el año 2030 se espera un porcentaje del 50% del suelo con turba. Si la tendencia actual se mantiene, en 2030 la selva tropical de Indonesia se habrá reducido en un 29% en comparación con 2005 y podría cubrir solo un 49% aproximadamente de su superficie original en 1990.

Una preocupación especial se refiere a las consecuencias sobre la **biodiversidad**. Se espera que el aumento en la producción de biocombustibles tenga importantes efectos sobre la diversidad biológica en las próximas décadas, fundamentalmente como resultado de la pérdida del hábitat, el aumento de las especies invasivas y la contaminación de nutrientes. La pérdida del hábitat se producirá principalmente por la expansión de las tierras de cultivo. Las especies y los genotipos de las gramíneas propuestos como materia prima para biocombustibles pueden llegar a ser críticos como invasores. La emisión de nutrientes al agua y al aire como resultado de cultivos intensivos para combustibles afectará a las especies en los sistemas acuático y terrestre.

Fuente: http://hqweb.unep.org/pdf/biofuels/Assessing_Biofuels_Full_Report.pdf

5. CONCLUSIÓN: NUEVAS INSTITUCIONES FORESTALES Y AGRARIAS

Financiación de la reducción de carbono

Hemos visto que hay un gran potencial para el almacenamiento de carbono a través de la silvicultura y la agricultura. Desafortunadamente, las instituciones que promueven el impulso de este potencial no están adecuadamente desarrolladas. Se requiere un sistema de incentivos económicos para los gestores de los bosques, agricultores y otros propietarios de la tierra, con el fin de preservar los bosques, reducir las emisiones de carbono e impulsar los métodos agrícolas capaces de almacenar carbono.

Existe un conjunto de actuaciones para dotar de financiación a la reducción de carbono. Una de ellas consiste en proporcionar a cada país fondos que puedan ser utilizados para pagar a los propietarios de tierras que reducen las emisiones o generan **sumideros de carbono**. Estos fondos podrían proceder de **impuestos del carbono**, recaudados sobre los combustibles fósiles, o de impuestos de carácter general. Los fondos bilaterales y multilaterales pueden ser utilizados para financiar específicamente reformas institucionales necesarias para crear los sistemas de pago del carbono y también para financiar proyectos piloto (ver el Cuadro 7). (11 Eliasch, J. 2008).

Sin embargo, para proporcionar una fuente de financiación estable a largo plazo, los pagos por el almacenamiento de carbono mediante los bosques y la agricultura deben integrarse en un esquema más amplio de **intercambio de carbono**. Bajo un esquema de intercambio de carbono nacional o internacional, las empresas que emitan carbono deben comprar permisos (derechos) para hacerlo. A los agricultores o los gestores de bosques que lleven a cabo planes para reducir las emisiones o para almacenar carbono se les puede conceder derechos a través de un proceso de **certificación** y luego podrán venderlos a las empresas. Este sistema proporciona una **compensación** a las emisiones de carbono en una ubicación distinta al lugar donde se han producido las reducciones o el almacenamiento.

Los principales esquemas de intercambio de carbono, incluso el Sistema Europeo de Intercambio de Derechos de Emisión (ETS, según sus siglas en inglés) o el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (CDM, siglas en inglés) creados al amparo del Protocolo de Kyoto sobre el Cambio Climático, permiten este tipo de intercambios compensatorios, aunque generalmente no han incluido a la silvicultura y la agricultura, a pesar de su amplio potencial en estas cuestiones. La mayoría de los derechos comercializados en la actualidad se refieren a la reducción de emisiones en la industria o a eficiencia energética y sólo una pequeña parte tiene que ver con la silvicultura o agricultura. El programa REDD pretende cambiar esto permitiendo una participación más amplia de los sectores de la agricultura y la silvicultura en el intercambio de derechos.

Uno de los motivos del lento avance en este área es la falta de capacidad institucional. Algunas cuestiones relevantes en este ámbito son la necesidad de una definición clara de los derechos de propiedad de la tierra y la implicación de los gobiernos locales y regionales y los grupos sociales en la gestión forestal y en la reforma agraria. A menudo es complicado para las comunidades el acceso a los potenciales beneficios financieros derivados de las actividades reductoras de las emisiones. Regímenes tales como las cooperativas de agricultores o de silvicultores pueden ayudar a superar este problema, facilitando la distribución de los pagos por la conservación del

bosque o la reforma agraria a través de la cooperativa. La implicación de la comunidad es esencial para el éxito de la reforma que pueda beneficiar al pobre (11 Eliasch, J. 2008).

REDD y desarrollo

Es importante integrar los objetivos del proyecto REDD en las estrategias de crecimiento. Por ejemplo, Nair y Rutt (2009)¹⁶ proponen que la creación de empleo en actividades forestales tendría la doble ventaja de disminuir la deforestación y la degradación que se han producido con la falta de empleo, a la vez que aumentaría la captación de carbono por plantar árboles y por una mejora en la gestión de los bosques. Nair y Rutt estiman que “la inversión anual para la recuperación de los activos forestales básicos sería aproximadamente de 36,000 millones de US\$, centrándose en las actividades indicadas anteriormente. Esto podría generar entre 10 y 16 millones de puestos de trabajo, dependiendo de las circunstancias locales, fundamentalmente del coste de los inputs. En los países en vías de desarrollo se pueden generar más puestos de trabajo, ya que los salarios son relativamente bajos.” Existe un potencial significativo para la generación de empleo con la gestión sostenible de los bosques.

La integración del desarrollo y la reducción del carbono

Muchas de las causas de la deforestación van unidas a intereses económicos, tanto propios como ajenos al sector forestal. Por lo tanto, para ser eficaz, el programa REDD+ debe vincularse a estrategias más amplias de desarrollo con bajo carbono, que tengan en cuenta procesos e incentivos de otros sectores tales como la agricultura o energía. Esto podría tener importantes repercusiones en los mecanismos para asegurar la coordinación entre sectores y en la equidad de las implicaciones del REDD+, los cuales deberán ser entendidos más ampliamente para integrar los efectos sobre personas que no necesariamente viven en los bosques o cerca de ellos.

En algunos casos pueden existir posibilidades para vincular el REDD+ y estrategias más amplias de desarrollo bajas en carbono, tales como los planes de recuperación económica “verde”, cuyo objetivo es incrementar el empleo en el sector forestal, reduciendo la deforestación y la degradación que hubiera tenido lugar con desempleo, y el aumento en la captación de carbono plantando árboles y mejorando la gestión de los bosques.

Ver <http://redd-net.org/themes/redd-and-low-carbon-development>

Mientras que los países ricos necesitan reducir el carbono por debajo de un punto de partida *business as usual*, los países pobres necesitan los recursos que pueden obtener a través del aumento del intercambio de carbono. En lugar de obligar a los países más pobres a reducir unas emisiones de carbono ya relativamente bajas, deberían poder obtener créditos para la conservación de los bosques y el almacenamiento del carbono, siempre y cuando se demuestre que las reducciones son **adicionales** a las que se hubieran producido independientemente. Para

¹⁶ Nair, C.T.S. y Rutt, R. (2009) “Creating Forestry Jobs to Boost the Economy and Build a Green Future”, artículo desarrollado a partir del trabajo de referencia “Impacts of Global Economic Turbulence on the Forest Sector”, presentado en la decimonovena sesión del Committee on Forestry de la FAO, 20 de marzo de 2009.

que cualquier sistema de reducción de emisiones global sea efectivo, debe ser percibido como una ventaja y no como una traba al desarrollo de los países pobres.

Si pueden superarse las barreras políticas y organizativas a la financiación eficaz del carbono en la agricultura y la silvicultura, estos sectores desempeñarán un papel fundamental para afrontar el enorme desafío de reducciones de emisiones a escala mundial. Este ha sido el centro de los debates permanentes incluidos en la Conferencia sobre el Cambio Climático de Durban de noviembre/diciembre de 20011 (http://unfccc.int/meetings/durban_nov_2011/meeting/6245.php). Falta por ver si el conjunto de los países pueden afrontar el desafío eficazmente; pero si ocurre así, las perspectivas para una actuación eficaz sobre el cambio climático serán mucho más claras.

Cuadro 7 - Fondos multilaterales de apoyo a programas para reducir las emisiones originadas por la deforestación

Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) - Global Environment Facility (GEF)

Este fondo fue creado en 1991 para ayudar a los países en vías de desarrollo a financiar proyectos y programas que protejan el medio ambiente. Subvenciona proyectos relacionados con biodiversidad, cambio climático, aguas internacionales, degradación del suelo, capa de ozono y contaminantes orgánicos persistentes. Bajo este epígrafe de degradación del terreno ha financiado la conservación de bosques y proyectos sostenibles de gestión del suelo.

ONU-REDD

ONU-REDD está llevando a cabo un programa que tiene por objeto ayudar a los países a prepararse para acceder a los engranajes del REDD a través de la generación de la capacidad de evaluar necesidades, apoyo a estrategias de desarrollo y capacidad de realizar el seguimiento y medición de los métodos y las herramientas del programa REDD.

Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF, siglas en inglés)

El FCPF se creó por el Banco Mundial durante las conversaciones sobre el clima de Bali en diciembre de 2007. Es una asociación de diversos grupos de interés de países en vías de desarrollo y países industrializados, organizaciones no gubernamentales e instituciones financieras internacionales. El objetivo mínimo de capitalización del fondo es 300 millones \$US. El FCPF incluye un Fondo de Preparación para apoyar el desarrollo de sistemas de medida y seguimiento y estrategias REDD, así como un Fondo de Carbono, destinado a impulsar inicialmente los mecanismos de acreditación para el proyecto REDD.

Fondo Climático Estratégico del Banco Mundial (SCF, siglas en inglés)

El SCF junto con el Fondo para la Tecnología Limpia (CTF) conforman los nuevos Fondos de Inversión del Banco Mundial relacionados con el Clima. Constituyen una fuente de financiación provisional a través de la que los Bancos de Desarrollo Multilateral (MDBs) proporcionan subvenciones adicionales y conceden financiación a los países en desarrollo con el fin de hacer frente al cambio climático. En colaboración con los países desarrollados y los principales socios, actualmente se está desarrollando un Programa de Inversión Forestal (CTF) dirigido a inversiones para reducir las emisiones procedentes de la deforestación y degradación forestal a través de la gestión sostenible del bosque.

Fuente: The Eliasch Review 2008, Climate Change: Financing Global Forests, disponible en <http://www.official-documents.gov.uk/document/other/9780108507632/9780108507632.pdf>

TÉRMINOS Y CONCEPTOS CLAVE

Adicionalidad: Según el Protocolo de Kyoto, las reducciones de emisiones de gases originadas por actividades “Clean Development Mechanism” y proyectos “Joint Implementation” deben ser adicionales a aquellas disminuciones de gases que se hubieran producido en cualquier caso. La adicionalidad se produce cuando existe una diferencia positiva entre las emisiones del escenario inicial y las emisiones del proyecto propuesto¹⁷.

Biodiversidad: La diversidad total y la variabilidad de seres vivos y los sistemas de los que forman parte (por ejemplo, los arrecifes de coral)¹⁸.

Certificación: Proceso de validación realizado por una autoridad independiente. En el caso de los permisos de carbono, se certifica que una actividad o proceso disminuye el carbono en una cierta cantidad o elimina una determinada cantidad de carbono de la atmósfera.

Compensación: En un régimen de intercambio de emisiones, un crédito expedido a un proceso que reduce las emisiones o almacena carbono. Las compensaciones pueden ser compradas por empresas que emiten carbono en una cantidad igual al carbono que planean emitir, como alternativa a la reducción de sus emisiones.

Coste de oportunidad: Coste de una alternativa que debe ser sacrificada al realizar una acción. Es decir, el beneficio que se hubiera obtenido si se hubiera realizado la actividad alternativa.

Coste de transacción: Coste en que se incurre cuando se realiza un intercambio económico.

Coste marginal: El cambio en el coste total cuando el producto se incrementa en una unidad. Es decir, el coste de producir una unidad adicional de producto.

Fallos de Mercado: Situaciones en las que la asignación de bienes o servicios por el mercado no es eficiente debido a la ruptura del mecanismo de los precios por factores tales como el establecimiento de monopolios o la existencia de externalidades que incluyen costes ambientales.

Fijación de carbono: Proceso mediante el que se obtiene dióxido de carbono, extraído o absorbido de la atmósfera. Por lo general a través de la fotosíntesis, proceso por el cual el dióxido de carbono se transforma en compuestos sólidos.

Flujo neto de absorción: Diferencia entre el flujo de entrada (fotosíntesis) y salida (respiración y mineralización).

Flujo de carbono: Un bosque – o cualquier ecosistema - es un conjunto de flujos de carbono. Los bosques absorben dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera y lo transforman en reservas de carbono a través del proceso de la fotosíntesis. Otros flujos devuelven CO₂ a la atmósfera, a través de la respiración y la mineralización del suelo. Los productos que se extraen del ecosistema, como la madera, también provocan flujos de carbono.¹⁹

Forestación: Proceso de generación y crecimiento de bosques en tierra desnuda o cultivada que no ha estado cubierta por bosque en el pasado reciente²⁰.

¹⁷ Coalition for Rainforest Nations, <http://www.rainforestcoalition.org/>

¹⁸ Glosario del World Resource Institute, <http://www.wri.org>

¹⁹ Forest and Climate Change Toolbox, <http://www.cifor.org/fctoolbox/>

²⁰ Ibid.

Fuente de carbono: Se denomina fuente de carbono al ecosistema que emite CO₂ a la atmósfera y que incrementa la concentración de gases de efecto invernadero. El proceso físico o biológico que libera CO₂ a la atmósfera se denomina emisión de carbono.

Fuga: Una parte de los recortes en las emisiones de gases de efecto invernadero de los países desarrollados que puede volver a aparecer en otras zonas o países no obligados por los límites de carbono. Por ejemplo, las multinacionales pueden trasladar sus fábricas de países desarrollados a países en vías de desarrollo para escapar de las restricciones en las emisiones²¹

Impuesto sobre el carbono: Impuesto por unidad aplicado a los combustibles derivados del carbono, proporcional a la cantidad de dióxido de carbono emitida cuando se quema el combustible.

Intercambio de carbono: Sistema que permite a las empresas o instituciones intercambiar permisos de emisión de carbono, a partir de una asignación inicial o una subasta de permisos. Los permisos de emisión pueden ser asignados a empresas o instituciones que se dedican a la reducción de las emisiones o a tareas de almacenamiento de carbono. Estos permisos podrán ser vendidos posteriormente.

Punto de partida: Emisión de gases de efecto invernadero que tendrían lugar sin la intervención o el proyecto previstos.

Reforestación: Proceso que aumenta la capacidad de la tierra para capturar carbono a través de la repoblación de biomasa forestal en zonas de bosques recolectados previamente.²²

Reservas de carbono: Cantidad de carbono que contiene un “pool”, es decir, una reserva o un sistema capaz de acumular o de liberar carbono. En el contexto del bosque, hace referencia a la cantidad de carbono almacenada en el ecosistema forestal mundial, fundamentalmente en el suelo y en la biomasa viva; aunque también, en menor medida, en la leña y la hojarasca.

Sumidero de carbono: Acumulación natural o artificial de dióxido de carbono, almacenado durante un largo período por procesos físicos o biológicos.

REFERENCIAS

1. Ackerman, F., y E. A. Stanton. 2011. Climate risks and carbon prices: Revising the social cost of carbon. *Economics Discussion Papers*.
2. Angelsen, A. 2008. *Moving ahead with REDD: Issues, options and implications by center for international forestry research (CIFOR), Bogor, Indonesia*. CIFOR.
3. CIFOR. World agroforestry centre and USAID 2009 forest and climate change toolbox, [presentación de PowerPoint], en: Forest and climate change toolbox: Topic 2 section B.

²¹ Glosario de UNFCCC

²² Coalition for Rainforest Nations

- 20092011]. Disponible en <http://www.cifor.cgiar.org/fctoolbox/download/Topic-2-Section-B.pdf>.
4. Contreras-Hermosilla, A. 2000. *The underlying causes of forest decline*. CIFOR Occasional Paper no. 30, June.
 5. Costanza, R., R. d'Arge, R. De Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O'Neill, y J. Paruelo. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387 (6630): 253-60.
 6. Eliasch, J. 2008. *Climate change: Financing global forests: The Eliasch Review* Crown copyright, <http://www.official-documents.gov.uk/document/other/9780108507632/9780108507632.pdf>.
 7. FAO. 2010. *Global forest resources assessment 2010* Food and Agriculture Organization of the United Nations.
 8. FAO. 2003. *World agriculture: Towards 2015/2030: An FAO perspective*. London: Earthscan Publication Ltd. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/y4252e/y4252e.pdf>.
 9. Houghton, R. A. 2008. Carbon flux to the atmosphere from land-use changes: 1850-2005. *TRENDS: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, US Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., USA*.
 10. IPCC. 2007. *Climate change 2007: Synthesis report*. Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Secretariat.
 11. Kindermann, G., M. Obersteiner, B. Sohngen, J. Sathaye, K. Andrasko, E. Rametsteiner, B. Schlamadinger, S. Wunder, y R. Beach. 2008. Global cost estimates of reducing carbon emissions through avoided deforestation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (30).
 12. Metz, B., O. Davidson, P. Bosch, R. Dave, y L. Meyer. 2007a. Climate change 2007-mitigation of climate change.

13. Millenium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and human well-being: General synthesis*. Washington, DC: Island Press, <http://www.maweb.org/en/Synthesis.aspx>.
15. Murray, B. C. 2008. Leakage from an avoided deforestation compensation policy: Concepts, empirical evidence, and corrective policy options. *Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions, Duke University, Durham, NC.32p*.
16. Parker, C., A. Mitchell, M. Trivedi, y N. Mardas. 2008. The little REDD book: A guide to governmental and non-governmental proposals for reducing emissions from deforestation and degradation. *The Little REDD Book: A Guide to Governmental and Non-Governmental Proposals for Reducing Emissions from Deforestation and Degradation*.
17. Sathaye, J., W. Makundi, L. Dale, P. Chan, y K. Andrasko. 2006. GHG mitigation potential, costs and benefits in global forests: A dynamic partial equilibrium approach.
18. Scher, y Sthapit. 2009. *Mitigating climate change through food and land use*. Word Watch Institute, Report 179, http://www.wocan.org/files/all/mitigating_cc_through_food_and_land_use.pdf.
19. Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O'Mara, y C. Rice. 2008. Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 363 (1492).
20. Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O'Mara, y C. Rice. 2007. Policy and technological constraints to implementation of greenhouse gas mitigation options in agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 118 (1-4): 6-28.
21. Soares-Filho, B. S., D. C. Nepstad, L. M. Curran, G. C. Cerqueira, R. A., García, C. A. Ramos, E. Voll, A. McDonald, P. Lefebvre, y P. Schlesinger. 2006. Modelling conservation in the amazon basin. *Nature* 440 (7083): 520-3.
22. Sohngen, B., y R. Sedjo. 2006. Carbon sequestration costs in global forests. *Energy Journal*: 109-26.

23. UNEP. 2009. Towards sustainable production and use of resources: Assessing biofuels. *Towards Sustainable Production and use of Resources: Assessing Biofuels.*
24. UNFCCC. 2007. Investment and financial flows to address climate change. *UNFCCC, Bonn, Germany.*
25. Wertz-Kanounnikoff, S. 2008. Estimating the costs of reducing forest emissions. *A Review of Methods.*
26. Wertz-Kanounnikoff, S., L. V. Verchot, M. Kanninen, y D. Murdiyarso. 2008. *How can we monitor, report and verify carbon emissions from forests? Moving ahead with REDD: issues, options, and implications*, Bogor, Indonesia, Center for International Forestry Research (CIFOR) Chapter 9, 87-98.
27. WorldWatch Institute. 2007. REN 21, renewables 2007 global status report.

TEMAS PARA EL DEBATE

1. ¿Qué importancia tienen los bosques y la agricultura en el cambio climático global? ¿Qué papel juegan en las emisiones y la absorción de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero? ¿Por qué crees que los bosques y la agricultura han jugado un papel relativamente pequeño hasta hace poco en las políticas para combatir el cambio climático?
2. ¿Qué principios económicos son importantes en la formulación de políticas para mitigar las emisiones de carbono mediante procedimientos forestales y agrícolas? ¿Qué pautas de coste son relevantes y qué indican sobre el potencial de los bosques y la agricultura para mitigar el cambio climático? ¿Qué procesos de mercado puede fortalecer o debilitar las políticas de reducción de carbono mediante la silvicultura y la agricultura?
3. ¿Los biocombustibles constituyen un elemento positivo o negativo en la política climática? ¿Cómo se distinguen los efectos de los distintos biocombustibles y cómo afecta esto a las políticas en materia de biocombustibles, incluido el uso de subsidios?

ENLACES WEB

1. <http://www.conservation.org/osiris/Pages/overview.aspx>
La Open Source Impacts of REDD+ Incentives Spreadsheet (OSIRIS) es una herramienta libre, transparente, accesible y de código abierto, de apoyo para la toma de decisiones, diseñada por la Collaborative Modeling Initiative on REDD Economics para apoyar las negociaciones de la UNFCCC sobre REDD+. OSIRIS permite comparar, con solo pulsar un botón, la reducción en emisiones globales, regionales y país por país; la deforestación, y los efectos sobre los ingresos de enfoques alternativos que proporcionan incentivos económicos positivos para REDD+.
2. <http://www.ipcc-data.org/>
El Data Distribution Centre (DDC) del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) suministra datos de clima, socioeconómicos y medioambientales, tanto del pasado como proyecciones futuras. También se proporcionan las directrices técnicas sobre la selección y el uso de los diferentes tipos de datos y escenarios investigados y evaluados. El DDC se ha diseñado sobre todo para investigadores sobre el cambio climático, pero el material también puede ser interesante para educadores, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, y para el público en general.
3. <http://www.cifor.org/>
El Center for International Forestry Research es una institución sin fin de lucro dedicada a promover el bienestar de la humanidad, la conservación del medio ambiente y la equidad, que investiga sobre el uso y la gestión forestal en los países menos desarrollados. Para un acceso rápido a su biblioteca online: <http://www.cifor.org/online-library/browse.html>
4. <http://www.cifor.org/fctoolbox/>
El Forests and Climate Change Toolbox ha sido desarrollado por CIFOR para fomentar la comprensión y la capacidad técnica en materia de cambio climático y bosques (incluyendo mitigación, adaptación, contabilidad del carbono y mercados) y biocombustibles. Este sitio web ofrece presentaciones sobre diferentes temas relacionados con el bosque y el cambio climático. Todos los materiales pueden descargarse y las presentaciones pueden verse en formato de audio.
5. <http://www.theredddesk.org/>
Este sitio web ofrece una recopilación de recursos colaborativos para REDD. Especialmente importantes son los estudios del caso sobre gestión forestal en diferentes países y videos cortos sobre la definición de conceptos del REDD y similares. El Little REDD Book ofrecido por este sitio web es otro recurso escrito para uso académico.
6. <http://www.rainforestcoalition.org/Default.aspx>
Este sitio web ofrece una extensa recopilación de datos, documentos e informes sobre la documentación de UNFCCC, temas generales sobre REDD, política, ciencia y sobre los métodos e implicaciones económicas del REDD.