

Los servicios ambientales de los bosques

M. Ruiz Pérez, C. García Fernández¹, J. A. Sayer²

(1) Dpt. Ecología, Facultad Ciencias, Edificio Biológicas, Calle Darwin 2, Universidad Autónoma de Madrid, 28049-Madrid-España

(2) Forest Conservation Programme, The World Conservation Union (IUCN), 28 rue Mauverney, CH-1196 Gland, Suiza.

Los servicios ambientales de los bosques. La relación social con el bosque y los servicios que éste ofrece han experimentado modificaciones a lo largo de la historia. La incorporación de los nuevos conceptos de valor total a los bosques y la ampliación de su marco de interés desde las ciencias forestales hacia otros agentes sociales y otras disciplinas del conocimiento han abierto la puerta a una apreciación renovada de los servicios ofrecidos por los ecosistemas forestales. En la actualidad se intentan desarrollar mecanismos que permitan captar parte de este valor como estrategia para conservar y gestionar los bosques de un modo sostenible. En este artículo se revisan los sistemas de valoración de los servicios ambientales de los bosques y su comercialización, concluyendo con algunas observaciones sobre las dificultades de su implementación práctica y el papel que puedan desempeñar en el futuro de los bosques.

Palabras clave: bosques, servicios de ecosistemas, mercados

The environmental services of forests. The way society relates with forests and the services they offer has changed in the course of History. The inclusion in mainstream Forestry of total value concepts derived from Economics, together with the enlargement of its focus of interest to other disciplines has opened the door to a renewed appreciation of forest ecosystem services. There is an attempt to develop mechanisms to capture part of this value as a way to conserve and sustainably manage forests. In the present article we review the valuation and marketing of forest environmental services. We conclude analyzing some limitations experienced while implementing these methods in practice and discussing the role that environmental services may play in the future of forests.

Keywords: forests, ecosystem services, markets

Introducción

Los bosques son los ecosistemas terrestres más extensos, ocupando el 30% de la superficie emergida del planeta (FAO, 2007). A esta importancia espacial se añade su enorme valor en términos de biodiversidad, asociada especialmente a los bosques tropicales. Los ecosistemas forestales se estima albergan al menos el 75% de las especies continentales y una parte importante de la biomasa terrestre (Groombridge, 1992; Heywood y Watson, 1995). Por su extensión y el carácter maduro o en estadios sucesionales avanzados de la mayor parte de los bosques, estos desempeñan funciones ambientales de gran importancia a distintas escalas, desde la local a la global. Los bosques son además hábitat y fuente de subsistencia de cientos de millones de personas, especialmente en los países menos desarrollados (Byron y Arnold, 1999; Pimentel *et al.*, 1997) (**Fig. 1**).



Figura 1. Los bosques ofrecen opciones de diversificación económica a cientos de millones de personas. En la foto, campesino trayendo la resina de damar extraída de los sistemas agroforestales de *Shorea javanica* en Krui, Sumatra.

La relación social con el bosque y su apreciación ha sufrido modificaciones en distintas épocas históricas, siendo además muy variada entre distintas culturas (Perlin, 1999). Durante milenios, la evolución de las sociedades agrarias fue aumentando progresivamente la presión sobre el bosque, aprovechándolo como principal fuente de combustible y material de construcción, además de alimentos, medicinas y otros productos. A pesar de esta presión y de la pérdida de espacio forestal, en general el mundo rural pre-industrial mantuvo una estrecha relación con el bosque como parte de un modelo integrado agro-silvo-pastoral. La Revolución Industrial, con su enorme demanda de materias primas, senta las bases para un proceso paulatino de segregación que alcanza su cenit con la extensión de la mercantilización al conjunto del planeta después de la Segunda Guerra Mundial. La visión inicial integrada y multifuncional del bosque da paso a una visión segregada, que valoriza sólo cierta producción económica (madera) y contempla al bosque como un proveedor de recursos que permitan una industrialización y desarrollo (Sayer y Byron, 1997; Westoby, 1987; Wiersum, 1999).

En el presente artículo analizamos el proceso de incorporación de los servicios ambientales a la valoración total del bosque, discutiendo las características de los mercados de servicios ambientales, las oportunidades y dificultades que encuentran a su desarrollo y las posibles opciones futuras a seguir.

Hacia una valoración total del bosque

El aumento poblacional, la fuerte competencia por espacios para la agricultura y la demanda creciente de madera han desencadenado un vertiginoso proceso de deforestación, que sigue afectando a unos 13 millones de ha al año (FAO 2006). En la década de los 70, la creciente preocupación por la pérdida acelerada de la superficie forestal, la constatación de los límites de un desarrollo rural basado en la producción maderera y un nuevo enfoque forestal centrado en las comunidades mas pobres que viven en torno a los bosques marcan el inicio de una importante transición hacia modelos de gestión forestal integrados que cuestionan la visión monodimensional del bosque como productor exclusivo de madera (Falconer, 1990; Panayotou y Ashton, 1992). La primera fase de esta transición aborda una revalorización del bosque extendiendo su

producción de bienes a otros dominios, especialmente los productos forestales no maderables (PFNM) que, pese a su extensa utilización y su importancia para las economías campesinas de zonas forestales, habían prácticamente desaparecido de las políticas y de las estadísticas forestales oficiales.

El inicio de la recuperación de una visión multifuncional del bosque extiende el interés por el mismo a otros campos ajenos al dominio forestal convencional. Los avances teóricos y metodológicos de la Economía Ambiental y de los Recursos Naturales amplían el concepto restringido de valor económico. Pearce y Turner (1990) establecen un marco de valoración económica total basado en la distinción entre valor de uso (actual y de opción futura) y no uso (existencia). El propio Pearce (1992) aplica esta valoración económica total al caso de los bosques, resaltando la necesidad de evaluar una serie de servicios ambientales, bien conocidos por las ciencias naturales como parte del estudio del funcionamiento de los ecosistemas, pero que habían sido ignorados por el análisis económico neoclásico (**Fig. 2**).



Figura 2. Valoración económica total de los bosques. Fuente: basado en Pearce (1992), modificado por Munasinghe (1993).

Estos avances, y la búsqueda de nuevas oportunidades de captación de valor del bosque, han hecho florecer multitud de estudios de evaluación. La tendencia acumulada muestra un crecimiento exponencial, habiendo pasado de apenas una docena en 1980 a más de 500 en 2005 (FAO, 2007). La mayor parte de estos estudios se han realizados en países llamados desarrollados, siendo frecuente en estos casos la utilización de metodologías de valor económico total que resaltan los valores indirectos y de no uso ligados a los servicios ambientales de los bosques. Por el contrario, los estudios en países menos desarrollados tienden a resaltar los valores de uso directos, y especialmente, los valores de subsistencia de los bosques para las economías de los campesinos pobres de estos países (FAO 2007).

Servicios ambientales de los bosques

El cambio en la percepción del valor total de los bosques y como deben ser utilizados está marcado por una concienciación creciente sobre la importancia de los servicios ambientales y por propuestas para captar parte de este valor a fin de reducir la deforestación. La evaluación económica de los servicios ambientales se ha centrado en cuatro bloques fundamentales: biodiversidad, fijación de carbono, ciclo hidrogeológico y educación / ocio. La conservación de la biodiversidad y la función protectora de suelos y cuencas hidrográficas son los servicios reconocidos desde hace más tiempo, existiendo figuras específicas de protección forestal asociadas a espacios naturales protegidos para estos fines (**Fig. 3**).



Figura 3. El Parque Trinacional de la Sangha entre Camerún, la República Centroafricana y Congo cubre una gran extensión de bosque tropical húmedo primario que mantiene especies emblemáticas de gran valor de conservación, así como poblaciones humanas estrechamente asociadas a estos bosques. En la imagen elefantes en un claro natural de la selva (bay) en Bayanga (República Centroafricana).

De hecho, los primeros espacios protegidos suelen aparecer vinculados a bosques maduros de gran valor escénico y de biodiversidad. Los servicios de ocio y educación se han ido incorporando paulatinamente a las funciones ya reconocidas en áreas protegidas a medida que ha ido aumentando la conciencia ambiental de la sociedad. El valor del bosque como fijador y almacenador de carbono es sobradamente conocido, aunque su conceptualización como un servicio ambiental solo ha aparecido cuando la conciencia del papel de las emisiones de CO₂ en el cambio climático ha empujado a la firma de acuerdos internacionales y a la ejecución de políticas tendentes a reducir dichas emisiones.

Pero la evaluación de los servicios ambientales que ofrecen los bosques conlleva una serie de dificultades y limitaciones, derivadas de poner un precio a la Naturaleza, y que entroncan con algunos de los problemas más antiguos de la Economía (Daily *et al.*, 2000). Junto al problema de la ausencia de mercados, el establecimiento de una clara relación causal que vincule el bosque a un determinado servicio es una de las limitaciones señaladas habitualmente (Landell-Mills y Porras, 2002; McCauley, 2006; Wunder, 2005). Esta dificultad es particularmente acusada en el caso de las funciones hidrológicas y climáticas, donde hay fuertes discrepancias de apreciación. Así, aunque la relación de la cubierta forestal con la calidad del agua y el control de erosión está generalmente reconocida, su relación con la disponibilidad de agua y el control de inundaciones está sujeta a interpretaciones variadas (Bradshaw *et al.*, 2007; Bruijnzeel, 2004; Calder, 2006; FAO-CIFOR 2005). Igualmente, el papel de los bosques y plantaciones como depósito de carbono que contribuya a disminuir el calentamiento global puede verse en parte contrarrestado por los cambios en el albedo y la mayor capacidad de absorción de radiación, especialmente en latitudes altas (Bala *et al.*, 2007; Peltoniemi *et al.*, 2006). No obstante, las incertidumbres sobre estimaciones globales (como el carbono total que contienen los bosques) no deberían impedir la apreciación local de su contribución. Una primera conclusión es la necesidad de evaluar estos servicios ajustándolos a las condiciones concretas de cada zona.

Otra característica a resaltar es la frecuente indivisibilidad de los servicios ambientales que ofrecen los bosques. Agua, biomasa, biodiversidad y hábitat, componentes habituales de los análisis económicos de estos servicios, no son partes separables en el todo funcional que constituyen los ecosistemas forestales. De hecho, a veces el establecer un modelo de gestión o uso forestal del territorio para favorecer un determinado servicio puede ir en detrimento de otros. Tal es el caso del conflicto potencial entre plantaciones para fijación de CO₂ y los servicios hidrológicos y de biodiversidad (Jackson *et al.*, 2005; Roe, 2006) (**Fig. 4**).



Figura 4. Las plantaciones de bambú son excelentes correctoras de erosión y pueden fijan grandes cantidades de CO_2 debido a su rápido crecimiento. Sin embargo, su cultivo intensivo disminuye sensiblemente la diversidad de plantas y animales en comparación con un bosque natural. En la imagen, plantaciones de *Phyllostachys heterocycla* var. *pubescens* en Anji, Zhejiang, China.

En este sentido, la planificación de las medidas de conservación apropiadas para optimizar los servicios ambientales de los ecosistemas forestales puede reducir el conflicto potencial entre ellos y favorecer la captación de renta de los mismos. Es interesante resaltar como Chan *et al.* (2006), usando modelos espaciales de planificación de la conservación, han encontrado que la conservación de la biodiversidad es la mejor estrategia para mantener un flujo colateral de otros servicios ambientales (carbono, agua y ocio entre otros). Un bosque sano, funcional y que conserve buena parte de su biocenosis es probablemente la mejor garantía de calidad del servicio que pueda ofrecer.

El pago por los servicios ambientales de los bosques

En la última década los servicios ambientales se han revelado como la nueva frontera en el intento de captación de renta forestal que permita mantener a los bosques frente a otros usos (Landell-Mills y Porras, 2002; Pagiola *et al.*, 2002; Scherr *et al.*, 2004). Existen numerosos ejemplos, tanto en bosques templados y boreales de países más desarrollados (EEUU, Canadá, Japón, EU) como en países tropicales (Costa Rica, Ecuador, Brasil, Camerún, India) (ver por ejemplo Echavarría y Lochman, 1998; Landell-Mills y Porras, 2002; Rojas y Aylward, 2003).

Aunque el pago por servicios ambientales de los bosques no tiene por qué estar directamente asociado a la existencia de un mercado para estos servicios (Gutman, 2003; Echavarría *et al.*, 2004), los mecanismos de mercado son los que han sido normalmente analizados y propuestos. Wunder (2005, 2007) considera 5 criterios esenciales que ha de cumplir un mercado de pagos por servicios ambientales, analizando su eficiencia y los obstáculos que dificultan su desarrollo (ver **Tabla 1**). A su vez, basándose en un estudio de 287 casos, Landell-Mills y Porras (2002) han analizado las características de los servicios ambientales de los bosques y sus mercados. Las autoras se han centrado en los 4 tipos de servicios con mercados más desarrollados mencionados anteriormente. La **Tabla 2** resume dichas características, ilustrando los productos ofrecidos, sus oportunidades y sus dificultades.

Tabla 1. Criterios que ha de cumplir un mercado de pagos por servicios ambientales. Basado en Wunder(2005, 2007).

Criterio	Observación	Ejemplos
Transacción voluntaria	Necesidad de distinguir entre marco voluntariamente negociado y opción impuesta Posibles altos costes de transacción	
Servicio ambiental (o uso del territorio que ofrezca ese servicio) bien definido	Además de bien definido, el servicio ambiental ha de ser medible y adicional Necesidad de establecer la situación ambiental de partida sobre la que se adiciona el servicio	Mantenimiento de cubierta forestal (restricción de uso) para protección de cuencas hidrológicas Plantación forestal dedicada a fijación de carbono (aumento de capital natural)
Comprado por (al menos) un usuario	El comprador ha de ser el beneficiario del servicio y ha de monitorear el cumplimiento del acuerdo (flujo del servicio)	Pago basado en área forestal mantenida (zona protegida; canje de deuda por naturaleza). Pago basado en producto (caucho de bosque natural, cacao o café orgánicos bajo sombra)
Vendido por (al menos) un proveedor	Necesidad de garantías jurídicas suficientes Derechos de propiedad bien definidos Posible riesgo de chantaje ambiental	Propietario privado que renuncia a opción de deforestar para plantar soja Colectivo de pequeños propietarios que se comprometen a mantener setos y bosques de galería
El proveedor asegura la continuidad del servicio ambiental (cláusula de condicionalidad)	Posibilidad de ruptura del acuerdo bajo condiciones previamente establecidas Riesgo de fuga (un servicio ambiental ofrecido por una zona puede conllevar la pérdida de un servicio similar en otra zona)	Mantenimiento de la plantación bajo plan de manejo sostenible a largo plazo Contrato de gestión ambiental de una propiedad a perpetuidad

Tabla 2. Principales mercados de servicios ambientales de los bosques. Basado en Landell-Mills y Porras (2002).

Mercado de servicio	Producto ofrecido	Oportunidades	Dificultades
Biodiversidad	Áreas protegidas	Concienciación creciente	Servicios diversos, intangibles y no separables
	Derechos de bio-prospección	Aumento y diversificación de mercados	Comercialización difícil
	Concesiones para la conservación	Innovación en diseño de productos y sistemas de pago	Altos costes de transacción
		Mercados nacionales e internacionales	Problemas de distribución costes-beneficios y de equidad social

Carbono	Certificado de reducción de emisiones	Evolución desde acuerdos individuales a pequeña escala hasta acuerdos internacionales a gran escala	Riesgo de expansión de monocultivos con pérdida de biodiversidad
	Créditos de compensación de emisiones		Efectos ambiguos sobre el clima según zonas y especies
	Volumen asignado de emisiones		Falta de claridad y acuerdo sobre deforestación evitada
Agua	Contratos de gestión de cuencas	Facilidad de identificar proveedores y beneficiarios	Posibles impactos en cantidad y estacionalidad de agua disponible
	Créditos de calidad de aguas		Mucho mas extendidos en países desarrollados debido a la importancia de los mercados nacionales
	Derechos de aguas		
Escénico-recreativo	Derechos de entrada	Vínculo entre biodiversidad y valor escénico	Dificultad de establecer mercados específicos
	Servicios de ecoturismo		
	Acuerdos de gestión de recursos naturales		Riesgo de integración vertical y pérdida de control local

Ambas tablas nos permiten ilustrar algunas cualidades fundamentales de los servicios ambientales de los bosques y de los sistemas de pago actualmente existentes, así como las dificultades para su expansión. Entre otras, destacamos la adicionalidad demostrable (el pago efectuado debe garantizar un servicio por encima del nivel disponible de ese servicio en ausencia de pago). La inmadurez de los mercados, que han de operar bajo demandas y ofertas limitadas. Los elevados costes de transacción, especialmente prohibitivos para pequeños propietarios y campesinos pobres. La posible fuga o desplazamiento de la presión ambiental mitigada por un determinado servicio hacia zonas externas al área concertada para el mismo. Y un peso añadido en las economías rurales empobrecidas de países tropicales que puede aumentar las desigualdades sociales en los mismos.

Los servicios ambientales y el futuro de los bosques

Tanto desde un punto de vista del análisis teórico como del diseño de políticas y de su ejecución en la práctica hay consenso sobre la importancia capital de los servicios ambientales que proveen los ecosistemas forestales. Sin embargo, existen diferencias relevantes sobre cómo trasladar estos servicios capturando parte de su valor y aplicándolo a una gestión que conserve los bosques. Podemos distinguir dos tipos de discrepancias: unas que denominaríamos de principios o políticas, y otras que llamaríamos metodológicas o de técnicas de evaluación.

Las crecientes propuestas de comercializar los servicios ambientales empleando las herramientas típicas de los mercados se apoyan en su eficacia y eficiencia. Esta discusión se ha centrado más en protección de espacios y especies (biodiversidad), comparando los pagos directos (desde cambio de deuda por naturaleza a la adquisición de derechos de explotación, compra directa de la tierra o establecimiento de concesiones forestales de conservación) con los indirectos (por ejemplo, financiando proyectos que traten de integrar conservación y desarrollo) (ver por ejemplo Ferraro y Simpson, 2002; Niesten y Rice, 2004; Simpson y Sedjo, 1996). Sus detractores suelen criticar la legitimidad del control de los recursos por parte de aquellos que pueden pagarlo, los posibles efectos negativos sobre la equidad, la falta de voluntad real de transferir recursos de los países más ricos a los mas pobres, y la supuesta eficiencia de estos mecanismos (ver por ejemplo Karsenty, 2004; McCauley, 2006; Romero y Andrade, 2004). Karsenty (2004) cuestiona la sustitución del concepto de 'derecho al desarrollo' por 'derechos de desarrollo transferibles' que ha contribuido a esa visión de falta de legitimidad y a una cierta percepción de las opciones de mercado de servicios ambientales como 'Caballos de Troya Neoliberales' (Wunder, 2007).

Las discrepancias metodológicas, aceptando la lógica del mercado de servicios ambientales de los bosques, analizan sus limitaciones prácticas. Además de las dificultades de evaluación, poca flexibilidad, e insuficiente demanda y oferta referidas anteriormente, hay un cuestionamiento sobre el alcance real y la capacidad de hacer funcionar estos mercados. Quizás el mejor ejemplo sea el de la utilización de la capacidad de fijación y almacenamiento de carbono como parte del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto. Dicha opción ha representado una nueva oportunidad emergente que teóricamente podría facilitar la reducción de emisiones a bajo coste, disminuyendo la deforestación y favoreciendo la recuperación de espacios forestales (Chomitz, 2007; IPCC 2007; Sathaye *et al.*, 2007). Sin embargo, la realidad no ha materializado, hasta la fecha, estas grandes expectativas.

Diversas razones explican la escasa adopción de medidas forestales como parte del MDL. La complejidad del procedimiento y los límites impuestos (deforestación anterior a 1990, techo máximo sujeto a un porcentaje de la tasa de deforestación del país, falta de acuerdo sobre el papel de la deforestación evitada), así como la falta de confianza entre compradores y vendedores acerca de un acuerdo a largo plazo han sido señaladas como razones para esta baja adopción (IPCC). Otros autores (Cacho *et al.*, 2005; Wunder, 2007) han apuntado los altos costes de transacción (particularmente onerosos para los campesinos más pobres). Smith y Applegate (2004) resaltan el posible sobredimensionamiento de los servicios ambientales de los bosques y la subestimación de los costes de oportunidad de una gestión forestal tradicional frente a la opción de fijación de CO₂. Por último, la falta de coordinación entre distintos Convenios Internacionales (Cambio Climático, Deforestación, Biodiversidad) ha obstaculizado el aprovechamiento de sus sinergias limitando el alcance y la aplicación potencial del MDL al sector forestal (Roe, 2006).

Quizás una razón mas de fondo sean los crecientes costes de oportunidad para empresas y países que quieran comprar bonos de emisiones de CO₂ en un escenario energético que está cambiando muy rápidamente y que puede ser incompatible con el habitual largo plazo de las inversiones forestales (Jonansson *et al.*, 1996; Smith *et al.*, 2003).

Las características fundamentales de los bosques tienden a mantenerse constantes, aunque la percepción humana de los mismos y de cómo deben utilizarse sus recursos cambia continuamente (Wang, 2004). En este sentido, la valoración relativa de los distintos servicios ambientales de los bosques puede cambiar y sin duda cambiará en un futuro, pero dichos servicios han llegado ya para instalarse en la nueva visión de manejo forestal sostenible. Nuestro pronóstico es que la sociedad irá requiriendo y reconociendo de un modo creciente el valor de los servicios ofrecidos por los ecosistemas forestales.

Referencias

- Bala, G., Caldeira, K., Wickett, M., Phillips, T.J., Lobell, D.B., Delire, C. y Mirin, A. 2007. Combined climate and carbon-cycle effects of large-scale deforestation. *PNAS* 104: 6550–6555
- Bradshaw, C.J.A., Sodhi, N.S., Peh, K.S.H. y Brook, B.W. 2007. Global evidence that deforestation amplifies flood risk and severity in the developing World. *Global Change Biology* 13: 1-17.
- Bruijnzeel, L. A. 2004. Hydrological functions of tropical forest, not seeing the soil for the trees?. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104: 185-228.
- Byron, R.N. y Arnold, J.E.M. 1999. What futures for the people of the tropical forests? *World Development* 27(5): 789-805.
- Cacho, O., Marshall, G.R. y Milne, M. 2005. Transaction and abatement costs of carbon-sink projects in developing countries. *Environment and Development Economics* 10: 597–614.
- Calder, I.R. 2006. Forest and floods: moving to an evidence-based approach to watershed and integrated flood management. *Water International* 31(1): 1-13.
- Chan, K.M.A. Shaw, M.R. Cameron, D.R., Underwood, E.C. y Daily, C.G.. 2006. Conservation planning for ecosystem services. *PLOS-Biology* 4(11): 2138-2152. [doi: 10.1371/journal.pbio.0040379](https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040379).
- Chomitz, K.M.. 2007. *At loggerheads? Agricultural expansion, poverty reduction, and environment in the tropical forests*. World Bank Policy Research Report. World Bank, Washington DC .
- Daily, G.C., Söderqvist, T., Aniyar, S., Arrow, K., Dasgupta, P., Ehrlich, P.R., Folke, C., Jansson, A.M., Jansson, B.O., Kautsky, N., Levin, S., Lubchenco, J., Mäler, K.G., Simpson, D., Starrett, D., Tilman, D. y Walker, B. 2000. The value of nature and the nature of value. *Science* 289: 395 -396.

- Echavarría, M. y Lochman, L. 1998. *Policy Mechanisms for Watershed Conservation: Case Studies*. The Nature Conservancy, Washington DC .
- Echavarría, M., Vogel, J., Albán, M. y Meneses, F. 2004. *The impacts of payments for watershed services in . Emerging lessons from Pimampiro and Cuenca*. IIED, Londres.
- Falconer, J. 1990. *The Major Significance of 'Minor' Forest Products: The Local Use and Value of Forests in the West African Humid Forest Zone*. Community Forestry Note, n° 6. FAO. Roma.
- FAO y CIFOR. 2005. *Forests and Floods: Drowning in Fiction or Thriving on Facts?* FAO y CIFOR, Bangkok , Tailandia.
- FAO. 2006. *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2005. Hacia la ordenación forestal sostenible*. FAO. Roma.
- FAO. 2007. *Situación de los bosques del mundo*. FAO, Roma.
- Ferraro, P y Simpson, R. 2002. The cost-effectiveness of conservation payments. *Land Economics* 78: 339–353.
- Groombridge, B. (editor). 1992. *Global biodiversity. Status of the Earth's living resources*. WCMC, Cambridge y Chapman & Hall, Londres.
- Heywood, V.H. y Watson, R.T. (editors). *Global Biodiversity Assessment*. UNEP – Cambridge University Press, Cambridge .
- IPCC. 2007. *Fourth Assessment Report, Working Group III Chapter 9 – Forestry*.
- Jackson, R.B., Jobbágy, E.G., Avissar, R., Roy, S.B., Barrett, D.J., Cook, C.W., Farley, K.A., le Maitre, D.C., McCarl, B.A. y Murray, B.C. 2005. Trading water for carbon with biological carbon sequestration. *Science* 310: 1944-1947
- Jonansson, T.B., Williams, R.H., Ishitani, H. y Edmonds , J.A. 1996. Options for reducing CO₂ emissions from the energy sector. *Energy Policy* 24: 985-1003.
- Karsenty, A. 2004. Des rentes contre le développement? Les nouveaux instruments d'acquisition mondiale de la biodiversité et l'utilisation des terres dans les pays tropicaux. *Mondes en Développement* 127: 1–9.
- Landell-Mills, N. y Porras, I.T. 2002. *¿Bala de plata u oro de tontos? Revisión global de servicios ambientales del bosque y su impacto sobre los pobres*. IIED, Londres.
- McCauley, D.J. 2006. Selling out on nature. *Nature* 443: 27-28.
- Munasinghe, M. 1993. Environmental Economics and Sustainable Development. World Bank Environment Paper n° 3. World Bank, Washington.
- Nielsen, E. y Rice, R. 2004. Sustainable forest management and conservation incentive agreements. *International Forestry Review* 6: 56– 60.
- Pagiola, S., Bishop, J. y N. Landell-Mills, N. (eds.). 2002. *Selling forest environmental services. Market-based mechanisms for conservation and development*. Earthscan, Londres.
- Panayotou, T. y Ashton, P., 1992. *Not by timber alone. Economics and ecology for sustaining tropical forests*. Island Press, Washington, DC .
- Pearce, D. 1992. *Economic valuation and the natural world*. Policy Research Working Paper 988. World Bank, Washington DC .
- Pearce, D. y Turner, K. 1990. *Economics of natural resources and the environment*. John Hopkins University Press, Baltimore.
- Peltoniemi, M., Palosuo, T., Monni, S. y Mäkipää, R.. 2006. Factors affecting the uncertainty of sinks and stocks of carbon in Finnish forests soils and vegetation. *Forest Ecology and Management* 232: 75–85.

- Perlin, J. 1999. *Historia de los Bosques. El significado de la madera en el desarrollo de la civilización*. Gaia Proyecto 2050, Madrid .
- Pimentel, D., McNair, M., Back, L., Pimentel, M. y Kamil, J. 1997. The value of forests to world's food security. *Human Ecology* 25: 92-120.
- Roe, D. 2006. *Biodiversity, climate change and complexity: An opportunity for securing co-benefits?* IIED, Londres.
- Rojas, M., y Aylward, B. 2003. *What are we learning from experiences with markets for environmental services in ? A review and critique of the literature*. IIED, Londres.
- Romero, C. y Andrade, G.I. 2004. International conservation organizations and the fate of local tropical forest conservation initiatives. *Conservation Biology* 18: 578–580.
- Sathaye, J.A., Makundi, W., Dale, L. y Chan, P. 2007: GHG mitigation potential, costs and benefits in global forests: A dynamic partial equilibrium approach. *Energy Journal* (en prensa).
- Sayer, J.A., Vanclay, J.K. y Byron, N. 1997. Technologies for sustainable forest management: challenges for the 21st century. *Commonwealth Forestry Review* 76:162-170.
- Scherr, S., White, A. y Khare, A. 2004. *For services rendered: The current status and future potential of markets for the ecosystem services provided by tropical forests*. ITTO Technical Series nº 21. International Tropical Timber Organization.
- Simpson, R. y Sedjo, R.A. 1996. Paying for the conservation of endangered ecosystems: a comparison of direct and indirect approaches. *Environment and Development Economics* 1: 241–257.
- Smith, J. y Applegate, G. 2004. Could payments for forest carbon contribute to improved tropical forest management? *Forest Policy and Economics* 6: 153–167.
- Smith, J., Mulongoy, K., Persson, R. y Sayer, J.A., 2003. Harnessing Carbon Markets for Tropical Forest Conservation: Towards a More Realistic Assessment. *Environmental Conservation* 27: 300-311.
- Wang, S., 2004. One hundred faces of sustainable forest management. *Forest Policy and Economics* 6: 205-213.
- Westoby, J. 1987. *The Purpose of Forests: Follies of Development*. Blackwell, Oxford .
- Wiersum, K. F. 1999. *Social Forestry: Changing Perspectives in Forestry Science or Practice?* Wageningen, Agricultural University, Wageningen.
- Wunder, S. 2005. *Payments for environmental services: some nuts and bolts*. CIFOR Occasional paper 42. Center for International Forestry Research, Bogor, .
- Wunder, S. 2007. The Efficiency of Payments for Environmental Services in Tropical Conservation. *Conservation Biology* 21: 48–58.