

Los servicios ambientales y la biodiversidad

The environmental services and biodiversity

Cristian Cornejo-Latorre,¹ Jaime M. Calderón-Patrón² y Liliana Suarez-Ramírez³

RESUMEN

El concepto de servicios ambientales vincula de manera explícita el estado y funcionamiento de los ecosistemas con el bienestar humano. Desde el punto de vista de la biología de la conservación esta aproximación representa una buena alternativa ya que considera la protección de los ecosistemas, las especies y los procesos ecológicos con la finalidad de asegurar la sustentabilidad de los servicios que éstos proveen. El interés de la comunidad académica sobre esta temática ha tenido un crecimiento constante y notable en los últimos 15 años, lo cual es un indicativo de la importancia dentro del contexto general de la biología de la conservación. En este trabajo, se presenta una revisión general sobre las definiciones de los servicios ambientales y un esbozo sobre su relación con la biodiversidad.

PALABRAS CLAVE

Bienestar humano, biodiversidad, procesos ecológicos, servicios ambientales.

ABSTRACT

The concept of environmental services links in an explicit manner the condition and functioning of ecosystems with human well-being. From conservation's point of view, this represents a good alternative, since it considers the protection of ecosystems, biodiversity and ecological processes, in order to ensure the sustainability of the services they provide. The interest of the academic community for this topic has shown steady growth in the last 15 years, indicating its relevance within the general context of conservation biology. In this paper, an overview about environmental services definition is presented, as well as an outline about its relation with biodiversity.

KEYWORDS

Human well-being, biodiversity, ecological processes, environmental services.

¹ Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Instituto Politécnico Nacional 195, Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz, Baja California Sur 23096, México.

² Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Apartado postal 69-1, 42001 Pachuca, Hidalgo, México.

³ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 México, D. F. Correo-e: crisclat@gmail.com.

Introducción

En la actualidad nuestro planeta se enfrenta a la mayor crisis ambiental, provocando las pérdidas y amenazas de su biodiversidad debido a las actividades humanas, las cuales han alterado el ambiente a escala global, propiciando el cambio de uso de suelo, la alteración de la movilidad de la biota y la modificación de los ciclos biogeoquímicos (Chapin *et al.* 2000). El origen de los cambios ambientales como una consecuencia directa de la interacción entre los seres humanos y el medio ambiente se remonta al inicio del desarrollo de la agricultura, hace más de 8 000 años (Diamond 2004). Estableciendo de esta forma un precedente donde las sociedades humanas comenzaron a desarrollar una gran capacidad de transformación a su entorno, lo cual ha ido incrementando de manera progresiva en función de los grandes avances tecnológicos desarrollados desde ese tiempo a la fecha (MEA 2005).

Estas modificaciones han afectado profundamente a la biodiversidad a través de diversos procesos, reflejándose de manera espectacular en la extinción de muchas especies de plantas y animales. Si bien la extinción es un proceso que ocurre de forma natural, la preocupación actual se centra en el acelerado ritmo al cual están declinando las especies. Las estimaciones de las tasas de extinción actuales ocurren entre 100 a 1000 veces más rápido a la registrada en periodos pre-humanos (Chapin *et al.* 2000, MEA 2003, Pimm *et al.* 2006). Del panorama anterior surgen preguntas en relación a si estos cambios ambientales, además de tener consecuencias negativas sobre el funcionamiento de los ecosistemas del planeta, ¿tendrán el mismo efecto negativo en los seres humanos? ¿Qué podemos hacer para revertir las tendencias actuales de extinción? Si la respuesta es afirmativa es necesario conocer cuáles son esas consecuencias. En el centro de estas preguntas está el entendimiento sobre la estrecha relación que existe entre el funcionamiento de los ecosistemas, las decisiones de las poblaciones humanas que afectan a los sistemas naturales y las consecuencias generales sobre el bienestar humano.

La tarea de conservar la biodiversidad representa un reto extraordinario que dependiendo de diferentes situaciones requiere de diversas aproximaciones y estrategias. El acercamiento a la problemática ambiental a través del estudio y comprensión de los servicios ambientales es una buena alternativa, ya que

esta aproximación implica la preservación tanto de las especies y ecosistemas así como de los procesos y las funciones ecológicas. El propósito de este trabajo es presentar un panorama general sobre el concepto de los servicios ambientales y explicar su relación con la biodiversidad.

Los servicios ambientales

Las primeras referencias sobre la comprensión de la relación entre los seres humanos y el medio ambiente se pueden encontrar desde los textos de Platón, quien entendía que la deforestación podría causar la erosión del suelo. Estas mismas ideas se retoman posteriormente en los textos de las culturas orientales (*i.e.*, el budismo y el taoísmo, Mooney y Ehrlich 1997). Esta concepción también formaba parte esencial del pensamiento de diversos grupos indígenas de Mesoamérica y los naturalistas del siglo XVIII (Mooney y Ehrlich 1997). Es hasta finales de los años 60, como consecuencia de un movimiento ambientalista, cuando surge el primer esbozo del concepto de “servicios” ofrecidos por los ecosistemas (Mooney y Ehrlich 1997). En esa época se hace patente la crisis ambiental y se comienza a cuestionar sobre cómo las alteraciones severas al ambiente pueden ocasionar graves daños en la capacidad del planeta para seguir proporcionando suficientes bienes para el consumo de las poblaciones humanas. Dando como resultado que se elabore por primera vez una lista de los problemas ambientales más severos, a partir de la cual surge la primera relación de los servicios ambientales que proveen a la sociedad humana, en un esfuerzo por divulgar entre los manejadores de los ecosistemas sobre el estrecho vínculo entre el bienestar humano y el mantenimiento de las funciones ambientales básicas del planeta (Mooney y Ehrlich 1997).

En el 2001, por iniciativa del Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP) surge el proyecto *The Millennium Ecosystem Assessment* (MEA), con el propósito de evaluar cómo los cambios en los ecosistemas realizados por el hombre pueden afectar el bienestar de la especie humana. En la actualidad los resultados del MEA han servido para desarrollar numerosas investigaciones sobre servicios ambientales, a partir de cuyos resultados se espera ejercer un fuerte impacto en el diseño de políticas públicas relacionadas con el ambiente (MEA 2003, 2005). El principal objetivo del MEA es ofrecer a los tomadores de decisiones en los

gobiernos de los países, una síntesis de la información disponible sobre la estrecha relación entre los ecosistemas y el bienestar humano. Lo anterior se basa en un marco conceptual general que incluye la definición del concepto de servicios ambientales, sus tipologías y un esquema conceptual que permite relacionar aspectos socioeconómicos de las sociedades con el tipo de manejo de los ecosistemas, los servicios que proveen y los distintos componentes del bienestar humano (MEA 2003).

El concepto de servicios ambientales implica una serie de atributos funcionales de los ecosistemas naturales que pueden beneficiar a los humanos de manera demostrable, lo cual refleja tanto las funciones del ecosistema así como los procesos ecológicos (Myers 1996). El MEA define el concepto como “todos los beneficios que las poblaciones humanas obtienen de los ecosistemas” (MEA 2005). Esta sencilla definición permite tener un impacto más claro y directo sobre los tomadores de decisiones; sin embargo, no permite hacer una distinción explícita entre lo que sucede en los ecosistemas y aquello que beneficia a las poblaciones humanas. Boyd y Banzhar (2007) sugieren definir a los servicios ambientales como “los componentes de la naturaleza que son directamente consumidos, disfrutados y/o que contribuyen al bienestar humano”. En síntesis, el concepto de servicios ambientales permite vincular explícitamente el estado y funcionamiento de los ecosistemas y la calidad de vida de las poblaciones humanas. Esta relación puede ser directa o indirecta y los seres humanos pueden o no estar conscientes de su existencia.

La dependencia del hombre hacia los ecosistemas se puede apreciar notablemente en las economías de subsistencia íntimamente ligadas al entorno, donde las poblaciones obtienen de los ecosistemas todo lo que necesitan para subsistir. Por su parte, en países con un desarrollo económico consolidado y en constante crecimiento, esta dependencia no se aprecia directamente ya que los servicios de los ecosistemas no llegan de manera directa a las personas, al ser adquiridos a través de los mercados después de haber sido transportados desde su lugar de origen atravesando diversos escalones de la cadena productiva (Gómez-Baggethun y de Groot 2007).

Uno de los campos de investigación más desarrollados en los últimos años es el pago por servicios ambientales, lo cual implica una transacción contractual

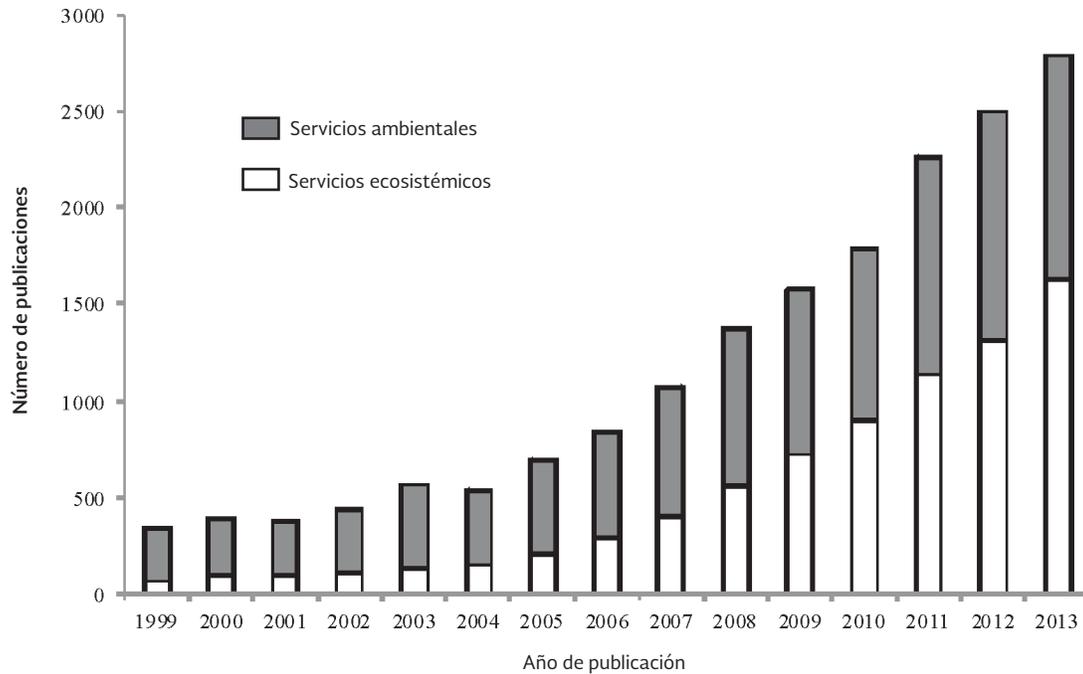
entre un comprador y un vendedor por una serie de prácticas capaces de asegurar beneficios ambientales. Esta transacción es beneficiada por el mercado el cual es entendido como “una serie de regulaciones que establecen los principios en los cuales un comprador, que había hecho uso del mismo servicio como un bien común, lo reconoce como un bien valioso por sí mismo y para la sociedad y acepta pagar por ello a partir de ahora” (van Noordwijk *et al.* 2004). El capital natural a través de la intermediación de los proveedores alcanza a los beneficiarios, mientras que el proceso está dirigido por los mecanismos de compensación y es desencadenada por el coste de oportunidad (van Noordwijk *et al.* 2004).

Aportaciones clave

El interés de la comunidad académica por entender los servicios ambientales y el desarrollo de los mecanismos que aseguren su mantenimiento se ha incrementado de manera notable en los últimos años. Esta situación se refleja en la gran cantidad de información disponible sobre esta temática. Con la finalidad de tener una aproximación sobre el desarrollo de esta temática en los últimos 15 años, realizamos una búsqueda en la base de datos del ISI Web of Knowledge (<http://apps.isiknowledge.com>). Buscamos el número de artículos publicados, desde el año 1999 a 2013, especificando las palabras *ecosystem services* (servicios ecosistémicos) y *environmental services* (servicios ambientales). Encontramos que el número de publicaciones ha aumentado significativamente de 336 en 1999 a 2 789 artículos en el 2013 (Figura 1). De acuerdo con la tendencia observada es muy probable que este incremento en el número de publicaciones se mantenga en los próximos años. De la misma forma, realizamos una búsqueda especificando entre los años 1999 a 2013 en el Google Académico (<http://scholar.google.com.mx>). Encontramos un total de 481,000 páginas que hacen referencia al tema de los servicios ambientales (*environmental services*), y 52 100 páginas para servicios ecosistémicos (*ecosystem services*).

Entre los trabajos que han sido muy importantes para el entendimiento de los servicios ambientales, se encuentra el de Daily (1997) donde se proporciona la definición de servicios, se presenta la historia de su desarrollo y se explican algunos de los tipos servicios

Figura 1. Tendencias en el número de artículos publicados del año 1999 a 2013 sobre servicios ecosistémicos (*ecosystem services*, barras blancas) o servicios ambientales (*environmental services*, barras grises)



Fuente: <http://apps.isiknowledge.com>.

que proveen diferentes ecosistemas (*i.e.*, bosques, selvas) o sus componentes (*i.e.*, suelo) y además se presenta una reflexión sobre la valoración económica de los servicios ambientales (Daily 1997). Costanza *et al.* (1997) presentaron una propuesta de clasificación de 17 tipos de servicios ambientales en 16 biomas, de los cuales calcularon un valor económico total de 33 billones de dólares por año, una cantidad que representa el doble del producto bruto global del planeta. Posteriormente Kearns *et al.* (1998) publicaron un artículo sobre la interacción entre planta-polinizador, donde analizan las consecuencias de la fragmentación del hábitat y del manejo agrícola sobre las poblaciones de polinizadores, su diversidad y los impactos negativos que estos manejos conllevan para muchas especies de plantas (Kearns *et al.* 1998).

En México, el interés por el estudio de los servicios ambientales se evidencia en el marco del Segundo Estudio de País, coordinado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

(CONABIO). En este estudio se enlistan los principales servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas del país, agrupándolos por tipos (provisión, regulación y culturales; CONABIO 2006). Actualmente se pueden distinguir cuatro tipos de enfoques dedicados al estudio de los servicios ambientales: 1) la búsqueda de herramientas conceptuales y metodológicas interdisciplinarias para el estudio de los servicios ambientales, 2) el análisis de los tipos de servicios ambientales que proveen los ecosistemas o los componentes particulares de cada servicio, 3) la valoración económica de los servicios ambientales, y 4) el análisis de experiencias concretas que permitan maximizar el mantenimiento de los servicios ambientales (Balvanera y Cotler 2007). Actualmente se reconocen cinco grandes tipos de funciones de los ecosistemas (regulación, hábitat, producción, información y sustrato), de los cuales cada uno presenta diversos componentes, de los cuales se desprenden bienes y servicios para las poblaciones humanas (Tabla 1).

Tabla 1. Funciones, componentes y bienes de los ecosistemas (tomado de Gómez-Baggethun y de Groot, 2007)

Funciones	Componentes y procesos	Bienes y servicios
Funciones de regulación		
Regulación atmosférica	Mantenimiento de ciclos biogeoquímicos (equilibrio CO ₂ /O ₂ , capa de ozono)	Protección del ozono contra rayos UVA, prevención de enfermedades, mantenimiento de la calidad del aire e influencia en el clima.
Regulación climática	Influencia sobre el clima ejercida por coberturas de suelo y procesos biológicos (producción de dimetilsulfato).	Mantenimiento de climas adecuados (temperatura, precipitaciones) para la salud, la agricultura.
Amortiguación de perturbaciones	Influencia de las estructuras ecológicas en la amortiguación de perturbaciones naturales.	Protección frente a tormentas (arrecifes de coral) o inundaciones (bosques y marismas).
Regulación hídrica	Papel de la cobertura del suelo en la regulación de la escorrentía mediante las cuencas de drenaje.	Drenaje e irrigación natural.
Disponibilidad hídrica	Percolación, filtrado y retención de agua dulce (acuíferos).	Disponibilidad de agua para usos consuntivos (bebida, riego, industria).
Sujeción del suelo	Papel de las raíces de la vegetación y fauna edáfica en la retención del suelo.	Mantenimiento de zonas roturadas, prevención de la erosión, control del balance sedimentario.
Formación del suelo	Meteorización de la roca madre y acumulación de materia orgánica.	Mantenimiento de la productividad de los suelos cultivados, mantenimiento de la productividad natural de los suelos.
Regulación de nutrientes	Papel de la biodiversidad en el almacenamiento y reciclado de nutrientes como N, P y S.	Mantenimiento de la salud del suelo y de los ecosistemas productivos.
Procesado de residuos	Papel de la vegetación y la fauna en la eliminación y procesado de nutrientes y contaminantes orgánicos.	Detoxificación y control de la contaminación, filtrado de aerosoles (calidad del aire), atenuación contaminación acústica.
Polinización	Papel de la fauna en la dispersión de gametos florales.	Polinización de especies silvestres y de cultivos y plantaciones.
Control biológico	Control de poblaciones mediante relaciones tróficas dinámicas.	Control de pestes, plagas y enfermedades, reducción de la herbivoría (control de daños a cultivos).
Funciones de hábitat		
Función de refugio	Provisión de espacios habitables a la fauna y flora silvestre.	Mantenimiento de la biodiversidad en general y de especies de importancia comercial.
Criadero	Hábitats adecuados para la reproducción.	Mantenimiento de la biodiversidad (y por tanto de la base de la mayor parte de las funciones restantes) y de especies de importancia comercial.
Funciones de producción		
Comida	Conversión de energía solar en animales y plantas comestibles.	Caza, recolección, pesca, acuicultura y agricultura de subsistencia y pequeña escala

Tabla 1. Continúa

Funciones	Componentes y procesos	Bienes y servicios
Materias primas	Conversión de energía solar en biomasa para construcción y otros usos.	Material para construcciones y manufacturas, combustibles y energía, fertilizantes naturales
Recursos genéticos	Material genético y evolución en animales y plantas silvestres.	Mejora de los cultivos frente a pestes y agentes patógenos y otras aplicaciones.
Recursos medicinales	Sustancias biogeoquímicas, medicinas y otras drogas.	Modelo y herramientas químicas
Elementos decorativos	Especies y ecosistemas con usos decorativos potenciales.	Materias para artesanías, joyería, adoración, decoración y pieles.
	Funciones de información	
Información estética	Oportunidades para el desarrollo cognitivo, características estéticas de los paisajes.	Disfrute paisajístico
Función recreativa	Variedad de paisajes con uso recreativo potencial.	Ecoturismo
Información artística y cultural	Variedad de características naturales con valor artístico.	Expresión de la naturaleza en libros, películas, cuadros, folklore, arquitectura.
Información histórica	Variedad de características naturales con valor histórico y espiritual.	Uso de la naturaleza con fines históricos o culturales (herencia cultural y memoria acumulada en los ecosistemas).
Ciencia y educación	Variedad de características naturales con valor científico y educativo.	Naturaleza como lugar para la educación ambiental y usos con fines científicos.
Funciones de sustrato		
Vivienda	Provisión de un sustrato adecuado para el desarrollo de actividades e infraestructuras humanas. Dependiendo del uso específico del suelo, se requerirán distintas cualidades ambientales (estabilidad del suelo, fertilidad, clima).	Espacio para vivir, ya sea en pequeños asentamientos o en ciudades.
Agricultura		Comida y materias primas provenientes de cultivos agrícolas y acuícolas.
Conversión energética		Energías renovables como la eólica, la solar o la hidráulica.
Minería		Minerales, petróleo, metales preciosos.
Vertedero		Vertedero de residuos sólidos.
Transporte		Trasporte por agua y tierra.
Facilidades turísticas		Actividades turísticas (turismo de playa, deporte al aire libre).

Relación entre biodiversidad y los servicios ambientales

La pérdida de biodiversidad a escala global está afectando el funcionamiento de los ecosistemas terrestres (Srivastava 2002). De seguir con las tendencias actuales, es posible que se pueda rebasar el límite umbral de la degradación ambiental, ocasionando un colapso en los procesos ecológicos y ecosistémicos, afectando así la calidad y magnitud de los servicios

ambientales (Lawton 1994). El concepto de biodiversidad es demasiado amplio y difícil de definir de una manera simple y operativa (Noss 1990), pero puede ser descrito en términos del número, composición y distribución espacial de sus entidades (genomas, especies, ecosistemas y paisajes), por la variedad de funciones ecológicas e interacción entre sus componentes (Hooper *et al.* 2005, Carpenter *et al.* 2009). Así mismo, la pérdida de los componentes de biodiversidad puede tener distintos efectos en el

funcionamiento de los ecosistemas y por tanto en el suministro de servicios hacia la sociedad.

En la actualidad existe un amplio consenso en la comunidad científica acerca de la relación entre la biodiversidad y los servicios ambientales. A través de estudios a diferentes escalas espaciales y temporales con grupos biológicos diversos se han demostrado las siguientes generalizaciones: a) la pérdida de biodiversidad afecta a las comunidades ecológicas al reducir su eficiencia en la captura recursos biológicamente esenciales, la producción de biomasa y el reciclaje de nutrientes, b) la biodiversidad incrementa la estabilidad de las funciones del ecosistema a través del tiempo, c) el efecto de la biodiversidad sobre los procesos de los ecosistemas no es lineal ni saturador, de modo que el cambio se acelera a medida que se incrementa la pérdida de biodiversidad, d) las comunidades diversas son más productivas porque contienen más especies clave, las cuales influyen sobre la productividad y por las diferencias en los rasgos funcionales entre organismos que incrementan la captura total de recursos, e) la pérdida de biodiversidad a través de niveles tróficos tiene el potencial de influir sobre las funciones de los ecosistemas incluso con mayor fuerza que la pérdida de biodiversidad dentro de niveles tróficos, f) los rasgos funcionales de los organismos tienen grandes impactos sobre la magnitud de las funciones de los ecosistemas (Cardinale et al. 2012).

De acuerdo con MEA (2005) la pérdida de diversidad genética y de especies es superior a la registrada en tiempos geológicos, lo cual ha propiciado la homogenización de los paisajes, debido al cambio de uso de suelo. Esta situación aunada a la creciente demanda de las poblaciones humanas, disminuye las opciones de manejo de los ecosistemas e incrementa la vulnerabilidad de los servicios ambientales (MEA 2005). Por otra parte, es importante señalar que existen muchos retos, desafíos y vacíos en la investigación de los servicios ambientales; por ejemplo, falta entender cuál es la relación entre los servicios y los distintos tipos de manejo y la estructura de los ecosistemas (Bennett y Balvanera 2007), además es necesario explorar los umbrales y la resiliencia de los sistemas de producción (MEA 2005, Bennett y Balvanera 2007).

En síntesis, la aproximación del estudio de los servicios ambientales puede ayudar a mitigar los efectos negativos sobre la biodiversidad debido a causas humanas, porque a pesar de que el éxito de

la conservación se mide en términos biológicos, en la práctica también implica un proceso social y político. Por lo tanto, es importante establecer vínculos entre los biólogos, ecólogos, técnicos ambientales, investigadores sociales y los gestores y tomadores de decisiones para que comiencen a trabajar de forma conjunta. En el mismo sentido, es deseable establecer un marco conceptual que vincule la investigación y la gestión ambiental, para poder superar los modelos tradicionales en los que la sociedad y la naturaleza son gestionados de forma independiente (Folke 2006, Martín-López et al. 2007), reconociendo de antemano que nuestro bienestar y el de las futuras generaciones depende en buena medida de la integridad y el estado de conservación de los ecosistemas (Martín-López et al. 2007).

Bibliografía

- Balvanera, P. y H. Cotler. 2007. Acercamiento al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta ecológica*, número especial 84-85:8-15.
- Bennett, E y P. Balvanera. 2007. The future of production system in a globalized world. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5(4): 191-198.
- Boyd, J. y S. Banzhaf. 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 63: 616-626.
- Cardinale, B. J., J. E. Duffy, A. Gonzalez, D. U. Hooper, C. H. Perring, P. Venail, A. Narwani, G. M. Mace, D. Tilman, D. A. Warde, A. P. Kinsing, G. C. Daily, M. Loreau, J. B. Grace, A. Larigauderie, D. S. Srivastava y S. Naeem. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* 486: 59-68.
- Carpenter, S. A., H. A. Mooney, J. Agard, D. Capistrano, R. S. DeFries, S. Díaz, T. Dietz, A. K. Duraiappah, A. Oteng-Yeboah, H. M. Pereira, C. Perrings, W. V. Reid, J. Sarukhan, R. J. Scholes y A. Whyte. 2009. Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 1305-1312.
- Chapin III, F. S., E. S. Zavaleta, V. T. Eviner, R. L. Taylor, P. M. Vitousek, H. L. Reynolds, D. U. Hooper, S. Lavorel, O. E. Sala, S. E. Hobbie, M. C. Mack y S. Díaz. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.
- CONABIO. 2006. *Capital natural y bienestar social*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 71 pp.

- Costanza, R., R. D'Arge, R. S. De Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O'Neill, J. Paruelo, R. G. Raskin y P. Sutton. 1997. The value of the world's ecosystem services and the natural capital. *Nature* 387: 253-260.
- Daily, G. C. 1997. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, D.C.
- Diamond, J. 2004. *Armas, gérmenes y acero. Breve historia de la humanidad en los últimos trece mil años*. Debate, Barcelona.
- Folke, C. 2006. The economic perspective: conservation against development versus conservation for development. *Conservation Biology* 20: 686-688.
- Gómez-Baggethun, E y R. de Groot. 2007. Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. *Ecosistemas* 16: 4-14.
- Hooper, D. U., III, F. S. Chapin, J. J. Ewel, A. Hector, P. Inchausti, S. Lavorel, J. H. Lawton, D. M. Lodge, M. Loreau, S. Naeem, B. Schmid, H. Setälä, A. J. Symstad, J. Vandermeer y D. A. Wardle. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75: 3-35.
- Kearns, C. A., D. W. Inouye y N. M. Waser. 1998. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 83-112.
- Lawton J. H. 1994. What do the species do in ecosystems? *Oikos* 71: 367-374.
- Martín-López, B., J. A. González., S. Díaz., I. Castro y M. García-Llorente. 2007. Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional. *Ecosistemas* 16(3): 69-80.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2003. *Ecosystems and human wellbeing: a framework for assessment*. Island Press, Washington, D.C.
- . 2005. *Ecosystems and human wellbeing: synthesis*. Island Press, Washington, D.C.
- Mooney, H. A y P. R. Ehrlich. 1997. Ecosystem services: a fragmentary history. Pp. 11-22. En: G. C. Daily (ed.). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, D. C. 392 pp.
- Myers N. 1996. Environmental services of biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 93: 2764-2769.
- Noss, R. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4: 355-364.
- Pimm, S., P. Raven, A. Peterson, Ç. Sekercioglu y P. R. Ehrlich. 2006. Human impacts on the rates of recent, present, and future bird extinctions. *Proceedings of the National Academy of Science* 103:1041-1048.
- Srivastava, D. 2002. The role of conservation in expanding biodiversity research. *Oikos* 98: 351-3.
- van Noordwijk M, F. J. Chandler y T. P. Tomich. 2004. *An introduction to the conceptual basis of RUPES: rewarding upland poor for the environmental services they provide*. ICRAF-Southeast Asia. Bogor, Indonesia.