

Funciones y servicios de los ecosistemas: una herramienta para la gestión de los espacios naturales.

Berta Martín-López* y Carlos Montes

Laboratorio de socio-ecosistemas, Departamento de Ecología (Despacho C-201).

c. Darwin, 2. Edificio Biología. Universidad Autónoma de Madrid.

28049 Madrid (España)

*Autor de contacto: B. Martín-López

Tel: +34 91 497 80 08; Fax: +34 91 497 80 01; e-mail: berta.martin@uam.es

Para referenciar el documento, se aconseja usar preferente la siguiente cita: Martín-López, B., y Montes, C. En prensa. Funciones y servicios de los ecosistemas: una herramienta para la gestión de los espacios naturales. En: Guía científica de Urdaibai. UNESCO, Dirección de Biodiversidad y Participación Ambiental del Gobierno Vasco.

Resumen

La literatura científica reciente muestra el papel esencial que los ecosistemas, y la biodiversidad que éstos albergan, tienen en el suministro de servicios para el mantenimiento del bienestar humano. No obstante, y a pesar del reconocimiento de la importancia de incorporar dimensiones socio-económicas en las estrategias de conservación, las aproximaciones integradoras basadas en la evaluación de los servicios de los ecosistemas (o eco-servicios) han sido escasamente usadas en la gestión de espacios naturales y en las estrategias de conservación. En parte, esto puede ser debido a que los investigadores se han aproximado al concepto de eco-servicios desde disciplinas tradicionalmente desconectadas, en ausencia de un marco teórico integrador. Este trabajo es un intento de desarrollar dicho marco conceptual y metodológico con el fin de incorporar la evaluación de los servicios en la gestión de espacios naturales. Con este objetivo en mente, primeramente hemos revisado las diferentes aproximaciones existentes a la evaluación de los servicios de los ecosistemas, tratando de unificar los conceptos clave. Por otro lado, se presenta un marco metodológico interdisciplinario para evaluar los servicios de los ecosistemas, en el cual variables ecológicas y socio-culturales son incorporadas como base para estimar el valor económico de los servicios, y así entender los *trade-offs* de eco-servicios que se generan entre diferentes actores sociales. Finalmente, presentamos la utilidad de dicho marco analítico como una fuente de información clave para incorporar en la planificación y en la toma de decisiones referentes a la gestión de los espacios naturales y conservación de la biodiversidad.

1. Introducción

La evaluación de los servicios de ecosistemas -de aquí en adelante denominados como *eco-servicios* (Bulte et al., 2005)- se ha convertido en las últimas décadas en una importante área de investigación. De hecho, el número de publicaciones focalizadas en este tema están creciendo de manera exponencial (Montes, 2007; Fisher et al., 2009); siendo especialmente notorio a partir del proyecto de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA, 2003; <http://www.millenniumassessment.org>). Precisamente por el rápido crecimiento de estos trabajos, el término de ‘servicios de ecosistemas’, así como la metodología de evaluación de los mismos, suscitan ambigüedad y confusión. Definir y clasificar los eco-servicios se ha convertido en sí mismo en objetivo de numerosas investigaciones y publicaciones (Daily, 1997; MA, 2003; Boyd y Banzhaf, 2007; Wallace, 2007; Vandewalle et al., 2008; Fisher et al., 2009), así como ha dado lugar a diferentes debates (véase Wallace, 2007; Fisher y Turner, 2008; Costanza, 2008).

La MA provee el marco y la síntesis definitiva sobre el estado y las tendencias globales de los ecosistemas y de los servicios que éstos proveen. Sin embargo, la MA no suministra todas las herramientas necesarias para que la ciencia que estudia los eco-servicios, así como la aplicación de dicha información a la gestión, sea operativa (Armsworth et al., 2007). Adicionalmente, dicho proyecto hizo un llamamiento a la comunidad científica para incrementar el conocimiento sobre la medida, modelización, valoración, cartografía y evaluación de los cambios en el suministro de los eco-servicios (MA, 2005; Carpenter et al., 2006; Sachs y Reid, 2006). Uno de los documentos claves del MA, subtítulo *A framework for the Assessment* (MA, 2003), claramente indica que dicho proyecto y su marco conceptual y metodológico no debe ser estático. Numerosos autores han reconocido la necesidad de evolución del propio concepto de ‘servicios de ecosistemas’, con el fin de validar cómo éste es definido y utilizado por los científicos, gestores, actores locales, tomadores de decisiones, o educadores ambientales (véase Carpenter et al., 2006; Sachs y Reid, 2006; Kinzing et al. 2007).

Por todo ello, consideramos la necesidad de un programa de investigación sólido, en el cual la visión y análisis de los eco-servicios, sea desde una perspectiva holística, integradora e inter-disciplinar. En este contexto, los principales objetivos de esta

investigación son estandarizar los principales términos usados en la evaluación de eco-servicios y sugerir una metodología de evaluación, capaz de aportar la información básica para la gestión de espacios naturales.

Consecuentemente, este trabajo trata de buscar un marco conceptual claro, consistente y operativo, para que pueda ser empleado en diferentes proyectos de servicios, con el fin de comparar entre diferentes contextos políticos, espaciales o temporales, tal y como se ha venido reclamando desde la comunidad científica (Barbier, 2007; Boyd, 2007; Fisher et al., 2009).

2. Unificando conceptos: funciones y servicios de los ecosistemas

La aproximación a la naturaleza desde los eco-servicios viene dada desde una perspectiva antropocéntrica en la cual los ecosistemas y la biodiversidad que albergan se vincula directamente con el bienestar humano. Desde este contexto antropocéntrico, los ecosistemas son entendidos como un *capital natural*, es decir como aquellos ecosistemas con integridad ecológica y resilientes, capaces de generar un flujo de servicios al ser humano, mediante el mantenimiento de sus *funciones* (Montes, 2007; Martín-López et al., en prensa). De esta manera, los ecosistemas contribuyen al bienestar humano mediante la generación de una amplia variedad de *funciones de los ecosistemas*, las cuales son definidas como la capacidad de proveer servicios que satisfagan a la sociedad (de Groot et al. 2002). Los términos funcionamiento ecológico y funciones de los ecosistemas han sido frecuentemente usados indistintamente (Jax, 2005). Sin embargo, mientras que el funcionamiento ecológico -el conjunto de los procesos ecológicos- es inherente a las propiedades intrínsecas de los ecosistemas; las funciones de los ecosistemas son entendidas desde una perspectiva antropocéntrica como la potencialidad de generar servicios a la sociedad. De Groot et al. (2002) clasifica las funciones de los ecosistemas en cuatro categorías, de las cuales las tres últimas dependen de las funciones de regulación:

1. Funciones de regulación: la capacidad de los ecosistemas para regular los procesos ecológicos esenciales –p.e. regulación climática, control ciclo nutrientes, control ciclo hidrológico, etc.-.

2. Funciones de sustrato: la provisión de condiciones espaciales para el mantenimiento de la biodiversidad. (También denominadas funciones de hábitat).
3. Funciones de producción: la capacidad de los ecosistemas para crear biomasa que pueda usarse como alimentos, tejidos, etc.
4. Funciones de información: la capacidad de los ecosistemas de contribuir al bienestar humano a través del conocimiento, la experiencia, y las relaciones culturales con la naturaleza –p.e. experiencias espirituales, estéticas, de placer, recreativas, etc.-.

Para cada uno de estos tipos de funciones, es posible identificar diferentes usos o aprovechamientos que el hombre hace de los ecosistemas, bien sea consciente o inconscientemente y/o de manera directa o indirecta (Tabla 1). A este uso se le denomina *eco-servicios* o *servicios de los ecosistemas*.

A pesar de que el término de *servicios de los ecosistemas* viene usándose desde 1981 (Ehrlich y Ehrlich, 1981), la literatura no se pone de acuerdo en cómo el término debe ser definido y usado (Barbier, 2007; Boyd, 2007; Wallace, 2007).

La primera formalización científica, desde la Ecología, del término *servicios de ecosistemas* la encontramos en el libro titulado “Servicios de la Naturaleza” (Daily, 1997). En este texto, los servicios son entendidos como las condiciones y procesos a través de los cuales, los ecosistemas y las especies mantienen y satisfacen la vida humana. Posteriormente, Costanza et al. (1997) lo define como los beneficios que las poblaciones humanas obtienen, directa o indirectamente, de las funciones de los ecosistemas. La Evaluación del Milenio (MA, 2003) los define como los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas, incluyendo aquellos beneficios que la gente percibe y aquellos que no perciben (Costanza, 2008). Recientemente, Boyd y Banzhaf (2007) ofrece una definición alternativa a las anteriores, entendiéndolos como los beneficios directamente consumidos por el ser humano. Estas diversas definiciones sugieren que, aunque existe una idea generaliza sobre qué son los servicios, existe importantes diferencias en el concepto, que pueden promover a que los proyectos

relacionados con los *eco-servicios* evalúen o valoren diferentes aspectos de las relaciones naturaleza-sociedad, ya que el concepto varía desde los ‘procesos y condiciones’ (Daily, 1997), hasta los ‘beneficios últimos obtenidos por la sociedad’ (Boyd y Banzhaf, 2007; Wallace, 2007).

Tabla 1. Funciones de los ecosistemas y los servicios relacionados con las mismas. La lista de servicios está basada en De Groot et al. (2002), MA (2003), Gómez-Baggethun y de Groot (2007).

Función de los ecosistemas	Tipo de Servicio	Eco-servicio
Regulación	Regulación	Mantenimiento de un clima favorable Regulación de la calidad del agua disponible para humanos Formación y mantenimiento de suelos fértiles Polinización de plantas útiles Prevención de plagas Control de especies exóticas invasoras Prevención de desastres naturales
Sustrato (espacio físico)	Abastecimiento	Alimento (acuicultura, agricultura, o ganadería) Recursos forestales (plantaciones) Especies cinegéticas ¹
	Regulación	Especies animales y vegetales funcionales Área de cría de especies animales
	Cultural	Especies cinegéticas ¹ Especies carismáticas y/o amenazadas ²
Producción	Abastecimiento	Alimento (agricultura, ganadería, pesca, caza, recolección de frutos, etc.) Regulación de la cantidad del agua disponible para humanos Tejidos Recursos forestales maderables y no maderables Plantas medicinales Material para construcción, minerales, etc. Energía y combustibles
Información	Cultural	Recreación / relax Ecoturismo Valores estéticos y paisajísticos Patrimonio cultural / Conocimiento local Valores espirituales Educación Investigación

1. Las especies cinegéticas pueden ser un servicio de abastecimiento o cultural, dependiendo si el beneficio obtenido por el ser humano sea alimentación o recreación, respectivamente.

2. Las especies carismáticas y/o amenazadas se considera servicio cultural, ya que la sociedad obtiene satisfacción por el mero hecho de conocer que estas especies existen, esto es el denominado *valor de existencia* (Pearce y Turner, 1990).

Esto implica que la información que reciben los actores sociales, los gestores, o el tomador de decisiones, puede variar mucho dependiendo del científico que realice la investigación. Ante esta ambigüedad, consideramos que la definición que más se ajusta a la concepción multidimensional de los eco-servicios, es la elaborada por Díaz et al. (2006), quien los define como los ‘beneficios que suministran los ecosistemas que no sólo hacen la vida de los humanos posible, sino que también merezca la pena’. Esta definición separa los materiales necesarios para el mantenimiento de la vida humana, de los servicios relacionados con las libertades y las opciones para progresar individual y socialmente.

En general, se consideran tres categorías de servicios: abastecimiento, regulación y culturales (MA, 2003; Hein et al., 2006). Los servicios de abastecimiento son los productos obtenidos directamente de los ecosistemas, como el alimento, la madera, el agua potable, etc. Los servicios de regulación son los beneficios obtenidos de manera indirecta de los ecosistemas, como la purificación del agua, el control de erosión del suelo, control climático, etc. Y finalmente, los servicios culturales son los beneficios no materiales que la gente obtiene a través de las experiencias estéticas, turismo o el enriquecimiento espiritual. El MA (2003) reconocía otra categoría denominada servicios de soporte –procesos ecológicos que subyacen al mantenimiento del resto de servicios-, la cual es obviada actualmente en la mayoría de los trabajos de evaluación debido a los problemas de doble conteo asociados (Fisher et al., 2008).

Por tanto, las funciones existen independientemente de su uso, demanda, disfrute o valoración social, traduciéndose en servicios sólo cuando son usadas, de forma consciente o inconsciente, por la población. De este modo, la traducción de una función en un servicio implica necesariamente la identificación de los beneficiarios, del tipo de disfrute realizado, así como la localización espacio-temporal de su uso.

3. Propuesta metodológica para la evaluación de los servicios de los ecosistemas: una herramienta para la gestión de los espacios naturales protegidos

Los ecosistemas y la biodiversidad que éstos albergan proveen la plataforma básica para mantener las funciones de los ecosistemas. ¿Cuánta y cómo es la estructura esencial para proveer al ser humano de los eco-servicios necesarios para el mantenimiento de su

bienestar? es una pregunta que todavía se mantiene abierta y requiere de mayor esfuerzo científico (Kremen, 2005). El marco metodológico propuesto persigue responder esta pregunta y generar información válida para la gestión de espacios naturales (Fig. 1). La guía de identificación y evaluación de eco-servicios está basada en las siguientes etapas: (1) la caracterización de socio-ecosistemas, (2) la identificación de las unidades suministradoras de servicios, (3) identificación de los actores sociales, (4) valoración monetaria de eco-servicios, y (5) el análisis de *trade-off* entre diferentes actores sociales, así como potenciales conflictos sociales (Fig. 1).

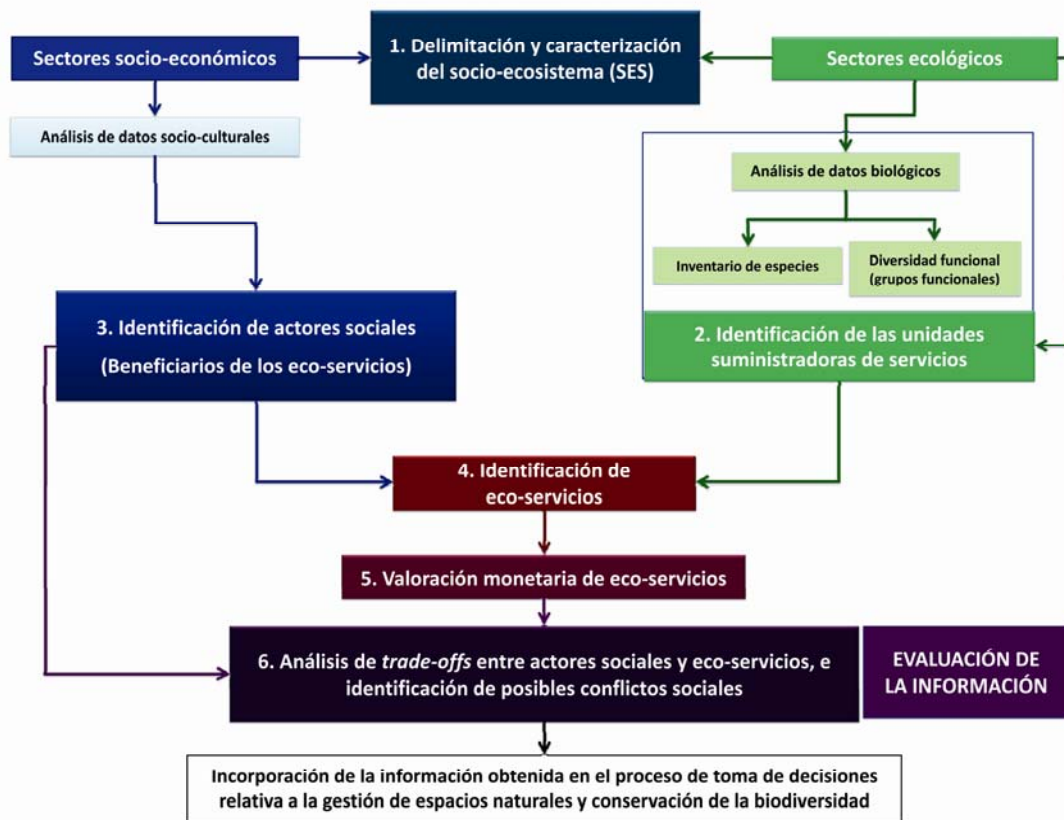


Figura 1. Aproximación metodológica para la identificación y evaluación de los servicios suministrados por los ecosistemas.

1. Delimitación y caracterización del socio-ecosistema

La necesidad de llevar a cabo una buena gestión de los espacios naturales obliga a tener un conocimiento adecuado integrado sobre las relaciones que se presentan entre los elementos naturales y humanos. En un proceso de co-evolución, los sistemas humanos y

los ecosistemas se han ido moldeando y adaptando conjuntamente, convirtiéndose en un sistema integrado de humanos en la naturaleza denominado *socio-ecosistema* o *sistema socio-ecológico* (Anderies et al., 2004). En este capítulo, usaremos el término de sistemas socio-ecológicos o socio-ecosistemas para referirnos a aquellos sistemas que integran la perspectiva ecológica, socio-cultural y económica, o lo que es lo mismo, el ser humano en la naturaleza.

Para trabajar con los socio-ecosistemas se requiere previamente la identificación de los sectores ecológicos y socio-económicos (Liu et al., 2007), es decir una sectorización ecológica y socio-económica. Por un lado, la sectorización ecológica consiste en una tipificación de los ecosistemas, es decir, en diferenciar sectores ambientales basados en su homogeneidad interna respecto a un conjunto de variables, así como en la heterogeneidad que, de acuerdo con estas variables, muestra el territorio para los sectores obtenidos. Por otro lado, la sectorización socio-económica dará lugar a la creación de un mapa socio-económico, en el cual los sectores identifican municipios internamente homogéneos en función de una serie de variables socio-económicas.

2. Identificación de las unidades suministradoras de servicios

Con el fin de evaluar qué servicios puede suministrar el ecosistema objeto de estudio necesitamos conocer cuáles son las *unidades suministradoras de servicios*. Las *unidades suministradoras de servicios* pueden ser definidas como aquellos componentes de los ecosistemas que ejercen funciones, es decir, que tienen capacidad de proveer los servicios requeridos por los beneficiarios (Vandewalle et al., 2008). El concepto de *unidades suministradoras de servicios* originalmente se focalizaba en las poblaciones de especies (Luck et al., 2003). Sin embargo, reconociendo las dificultades de aplicar este concepto al nivel poblacional, las *unidades suministradoras de servicios* han sido redefinidas como aquellos organismos, colección de individuos de una o más especies, especies, grupos funcionales, caracteres funcionales, poblaciones o comunidades, que contribuyan a la provisión de un determinado servicio (Vandewalle et al., 2008).

Si bien todos los componentes de la biodiversidad, desde el nivel de organización genético hasta la escala de comunidad, desempeñan algún rol en la provisión de servicios, existen evidencias que apuntan a que sería la *diversidad funcional* el

componente que mejor explica los efectos de la biodiversidad en muchos de los servicios esenciales para el ser humano (Díaz et al., 2006). Para estudiar el papel de la diversidad funcional, se requiere analizar los *grupos funcionales* presentes en el ecosistema, entendiendo por *grupo funcional* el conjunto de especies que tienen el mismo papel en el mantenimiento y regulación de los procesos ecológicos o presentan respuestas similares al ambiente (para una revisión ver Díaz y Cabido, 2001; Hooper et al., 2005; Martín-López et al., 2007).

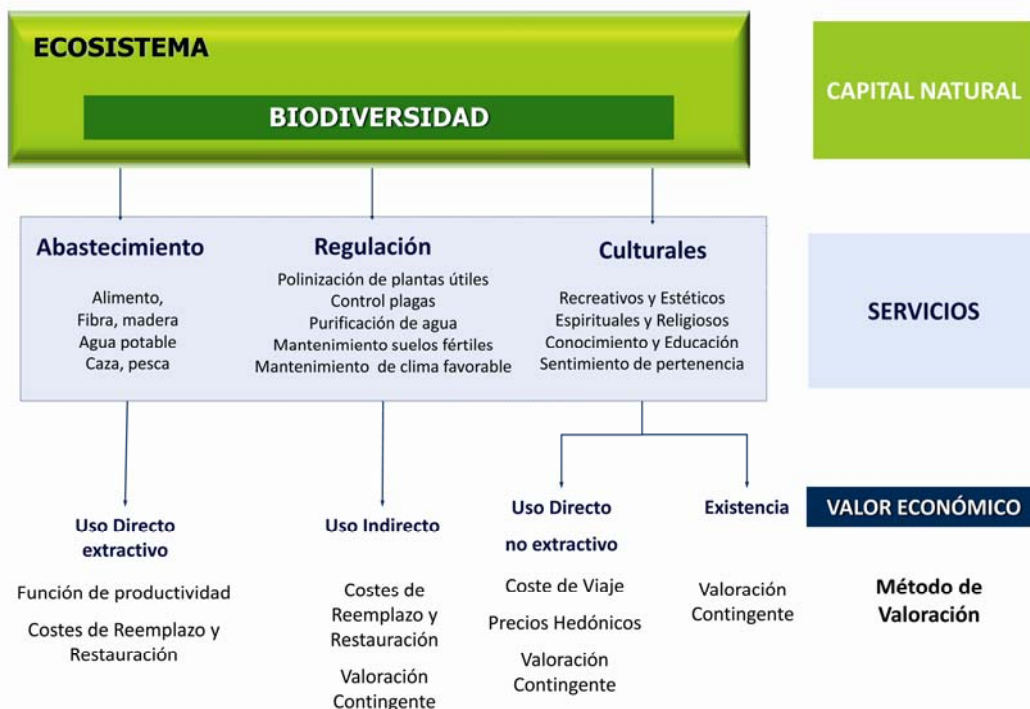
3. Identificación de los Beneficiarios de eco-servicios

Los *beneficiarios de los servicios* son definidos como aquellos actores sociales que se benefician (directa o indirectamente) de los servicios suministrados por los ecosistemas; así como aquellas personas e instituciones que pueden verse afectadas positivamente por los modelos de gestión existentes, en cuanto a la mejora en el flujo de servicios (Vandewalle et al., 2008).

Un actor social es definido como aquella persona u organización con un particular interés en el uso o gestión de los servicios. Los actores sociales a su vez pueden tener dos papeles en relación con los servicios: un papel activo en tanto que controlan el manejo y gestión de los servicios, y un papel pasivo en tanto que se ven afectados (positiva o negativamente) por la gestión del flujo de servicios (De Groot et al., 2006; Fig. 2). Por esta razón, se debe discernir cuáles son los actores sociales más importantes en función de su nivel de influencia sobre el suministro de los servicios, o en función del grado de importancia que los servicios tienen para ellos. El nivel de influencia se refiere al grado de control, acceso, o manejo que el grupo de actores sociales tiene sobre los eco-servicios. La importancia se refiere al grado de dependencia del grupo social con respecto al suministro de los eco-servicios. En función de estas características, podemos distinguir tres tipos de actores sociales: prioritarios, secundarios o externos (Fig. 2). Los actores prioritarios son aquellos cuyo bienestar humano depende del suministro de eco-servicios (actores 1 y 2 de la figura 2), los actores secundarios se refieren a aquellos con elevada influencia sobre el suministro de eco-servicios (actores 1 y 3 de la figura 2), y actores externos son aquellos cuyo bienestar no depende del suministro de servicios, así como no tienen capacidad de gestionar o influir en el flujo de servicios (actores 4 de la figura 2) (modificado de De Groot et al., 2006). Por tanto,

la información en cuanto a la evaluación de servicios y sus beneficiarios deberá priorizarse en los actores prioritarios y secundarios.

Figura 2. Metodología para priorizar los actores sociales basado en el grado de influencia y en la



importancia con respecto a los eco-servicios. (Fuente: de Groot et al, 2006)

Las etapas 2 y 3, no son consecutivas, sino que se pueden realizar paralelamente ya que los investigadores necesarios para la identificación de las unidades suministradoras de servicios, así como de los beneficiarios, provienen de disciplinas diferentes: Ciencias de la Naturaleza y Ciencias Sociales, respectivamente.

4. Identificación de los servicios de los ecosistemas

En cuarto lugar, una vez que conocemos qué servicios pueden ser suministrados por el ecosistema y cuáles son los servicios demandados por el sistema social (beneficiarios), podremos evaluar cuál es el flujo de los eco-servicios que se da entre ecosistema y sistema socio-económico. En este punto, debemos aclarar que frecuentemente –sobre

todo en el caso de los servicios de abastecimiento-, los beneficios obtenidos por el ser humano requieren de la implicación de capital de origen humano, y no sólo del capital natural. Por ejemplo, el alimento procedente de la agricultura requiere tanto de capital humano (conocimiento humano) como de capital manufacturado (tecnología).

5. Valoración monetaria de los eco-servicios

La valoración monetaria de los servicios es un campo emergente de investigación aplicada, a pesar que de manera teórica se viene dando desde finales de la década de los sesenta. Durante este período, ha habido un interés creciente en analizar y valorar los múltiples beneficios que los ecosistemas generan al ser humano. Dicho interés aumentó con el reconocimiento de que los servicios son infravalorados en la toma de decisiones política (Costanza et al., 1997; Balmford et al., 2002). Desde entonces, la valoración monetaria de los eco-servicios ha recibido una considerable atención en los foros científicos (p. ej. De Groot et al., 2002; MA, 2003).

El valor monetario ha sido tradicionalmente conceptualizado desde la Economía Ambiental bajo el término de *valor económico total* (Pearce y Turner, 1990), el cual está compuesto por el *valor de uso* y el *valor de no-uso*. El valor de uso implica un beneficio obtenido de manera directa del ecosistema, mientras que el valor de no-uso está asociado con la satisfacción personal derivada del conocimiento de que determinadas especies o ecosistemas existen, esto es *valor de existencia*. El valor de uso se compone a su vez del *valor de uso directo* -a su vez dividido en valor de uso directo extractivo, el cual está directamente relacionado con los servicios de abastecimiento, y valor de uso directo no extractivo, el cual está relacionado con los servicios culturales-, el valor de uso indirecto -relacionado con distintos servicios de regulación- y el valor de opción -relacionado con la importancia de mantener el suministro de todos los servicios en el futuro-. Cada uno de estos tipos de valor aparece directamente vinculado con diferentes tipos de servicios, y con diferentes metodologías de valoración (Fig. 3).

La importancia relativa que los actores sociales otorgan a los diferentes valores de los servicios puede ser medido en términos monetarios a través de diferentes métodos de valoración. Los métodos de estimación de dichos valores se suelen dividir en tres grandes grupos: los métodos basados en el mercado, los métodos de preferencias

reveladas y los métodos de preferencias declaradas (para una revisión véase Chee, 2004).

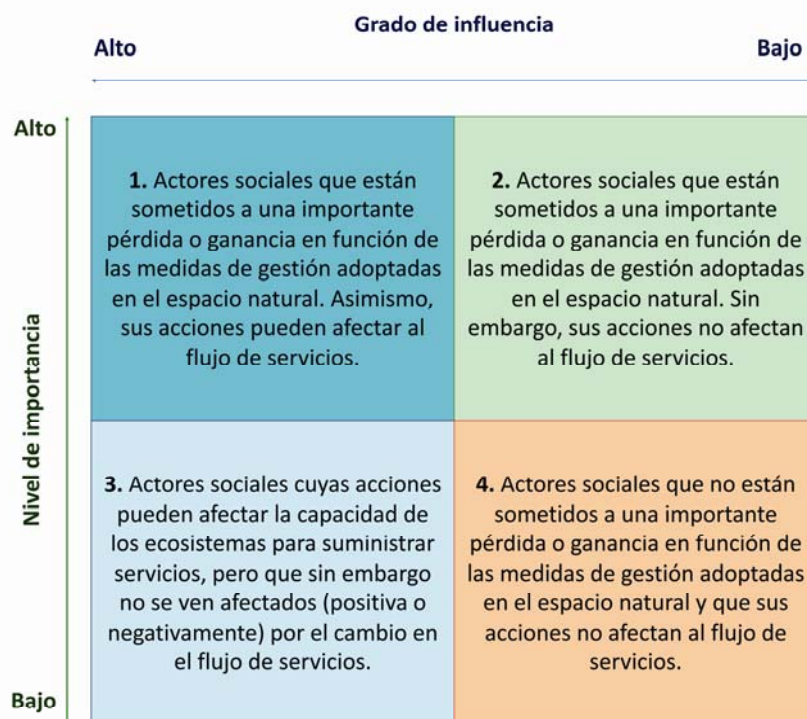


Figura 3. Marco analítico para la valoración monetaria de los servicios generados por los ecosistemas.

Los métodos basados en el mercado son principalmente la función de producción y los costes de reemplazo y/o restauración. La función de producción está basada en estimar la contribución que un eco-servicio realiza a la producción de otro servicio con expresión en el mercado (Mäler et al., 1994). Las técnicas de costes de reemplazo y/o restauración evalúan el valor de un servicio a través de cuánto costaría en el mercado reemplazarlo o restaurarlo si éste ha sido dañado (Garrod y Willis, 1999).

Los métodos de preferencias reveladas se denominan así porque se basan en la observación de mercados de algún bien relacionado, donde los agentes económicos “revelan” sus preferencias mediante sus decisiones, aunque el mercado no corresponda directamente al del eco-servicio a valorar. Los dos métodos principales son el coste de viaje -que investiga cómo varía el número de visitas a un espacio natural, en función del

coste del viaje- y los precios hedónicos –que investiga cómo varía el precio de un bien en función de sus atributos, asignando un precio implícito a cada uno de dichos atributos-.

Los métodos de preferencias declaradas simulan mercados mediante la utilización de cuestionarios. Los métodos principales en este grupo son el de valoración contingente y los modelos de elección. El primero de ellos busca que las personas declaren su máxima disposición a pagar (o la mínima disposición a aceptar una compensación) por algún cambio que afecte la cantidad o calidad del servicio (Mitchell y Carson, 1989). En los modelos de elección, en cambio, a los individuos se les enfrenta a dos o más alternativas formadas por atributos comunes del servicio a valorar, pero con diferentes niveles del atributo. Uno de esos atributos es el dinero que las personas tendrían que pagar, o recibir en compensación, por el servicio tal cual lo describen sus atributos.

Hay que hacer notar que todas las metodologías sufren de sus propias limitaciones y sesgos inherentes. Para más detalle sobre las metodologías de valoración económica se puede consultar Pearce y Turner (1990), Hanley y Spash (1993) o Azqueta (2002).

6. Identificación de los *trade-offs* de los eco-servicios entre los distintos actores sociales

Uno de los principales retos en gestionar los eco-servicios es que cada uno de ellos no es independiente del resto (Rodríguez et al. 2006). Intentos en optimizar el suministro de un solo servicio normalmente da lugar a reducciones o pérdidas del resto de servicios –en otras palabras, se genera un *trade-off* o proceso de pros y contras (Holling y Meffe, 1996). Por ejemplo, estrategias de agricultura intensiva que fomentan un servicio de abastecimiento supone la pérdida de la mayoría de los servicios de regulación y culturales. Los *trade-off* de eco-servicios siempre se dan como resultado de una elección de gestión, en la que se puede cambiar el tipo, la magnitud o la diversidad de servicios suministrados por los ecosistemas. Los *trade-off* surgen cuando prácticas orientadas a promover el suministro de un determinado servicio, tienen consecuencias negativas sobre el resto de servicios, y por tanto sobre determinados actores sociales – presentándose así conflictos sociales-. Es aquí donde la valoración monetaria se usa

como herramienta para identificar, entender y abordar los *trade-off* en los que diferentes actores sociales pueden verse beneficiados o afectados en función de las estrategias de gestión adoptadas.

El conocimiento de las interacciones y relaciones entre eco-servicios es necesario para la toma de decisiones relativa a la gestión de espacios naturales y conservación de la biodiversidad (Balvanera et al., 2001).

4. Aproximación de los eco-servicios: perspectivas de futuro

1. Retos científicos

Aunque el término de ‘servicio de ecosistema’ es relativamente nuevo, la investigación focalizada en la evaluación de los eco-servicios es un campo científico que está evolucionando de manera rápida, y quizás sin pararse a reflexionar sobre la propia conceptualización, metodología e implicaciones en la toma de decisiones. Por ello, los investigadores están abogando por focalizar sus esfuerzos en el desarrollo de la denominada ‘ciencia de los servicios de los ecosistemas’ (Armsworth et al., 2007).

En este trabajo, argumentamos la necesidad en la ciencia de los eco-servicios, como primer paso, de definir consistentemente dicho término. Más aún, cuando la evaluación de los servicios se afianza como uno de los mayores retos de estudio y criterios para la conservación de la biodiversidad (Egoh et al., 2007).

Por otro lado, mientras que consideramos que una definición única es esencial, intentos de crear una única y estática metodología de evaluación es desaconsejable debido a la subyacente complejidad ecológica y socio-cultural de los eco-servicios. Los eco-servicios son resultado de complejas interacciones entre los ecosistemas y la biodiversidad que albergan, el uso y disfrute por parte de la sociedad de los mismos, de las diferentes percepciones que los beneficiarios tengan de ellos, y de la gestión que las instituciones realicen de los mismos. Debido a que los sistemas socio-ecológicos son complejos y evolucionan de manera no lineal, una aproximación fija y estática de los eco-servicios debe ser recibida con precaución. Más bien, al igual que nuestra

aproximación, debemos evaluar la información obtenida con el fin de realizar un aprendizaje adaptativo (Fig. 1).

2. Retos en la toma de decisiones relativa a la gestión

La aproximación de los eco-servicios nunca debe ser considerada como un remplazo de las tradicionales estrategias de conservación, sino más bien como un elemento complementario que puede añadir información a las estrategias tradicionales, y actuar como un impulsor para que la sociedad valore la conservación de la naturaleza. Cuando las *unidades suministradoras de servicios* son identificadas como potenciales generadores de servicios, el compromiso del ser humano no es sólo conservar las especies y los ecosistemas, sino los beneficios que se obtienen de éstas.

Por otro lado, las perspectivas y necesidades de la sociedad son consideradas ya que esta aproximación requiere necesariamente del contexto socio-cultural. En este sentido, si un grupo de actores sociales reconocen el valor intrínseco de los ecosistemas y la biodiversidad, así como las cuestiones éticas asociadas, se verá reflejado en la evaluación de servicios. De tal manera, que esta aproximación reconoce tanto el valor intrínseco como los valores instrumentales asociados con la conservación (Armsworth et al., 2007).

Esto implica que las estrategias y herramientas para la conservación de la biodiversidad no deben diferir de las estrategias de gestión basadas en el mantenimiento de un flujo diverso de servicios.

Consecuentemente, la aproximación conceptual y metodológica presentada puede ser el punto de partida para generar una información útil y válida para la toma de decisiones asociada a la gestión de los espacios naturales y la biodiversidad.

5. Referencias bibliográficas

ANDERIES J.M., JANSSEN M.A., OSTROM E. 2004. A framework to analyze the robustness of social-ecological systems from an institutional perspective. *Ecology and Society*, 9: 18. (URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss1/art18/>).

ARMSWORTH P.R., CHAN K.M.A., DAILY G.C., EHRLICH P.R., KREMEN C., RICKETTS T.H., SANJAYAN M.A. 2007. Ecosystem-Service science and the way forward for conservation. *Conservation Biology*, 21: 1383-1384.

AZQUETA D. 2002. *Introducción a la Economía Ambiental*. McGraw-Hill, Madrid.

BALVANERA P., DAILY G.C., EHRLICH P.R., RICKETTS T.H., BAILEY S.A., KARK S., KREMEN C., PEREIRA H. 2001. Conserving biodiversity and ecosystem services. *Science*, 291: 2047–2047.

BALMFORD A., BRUNER A., COOPER P., COSTANZA R., FARBER S., GREEN R.E., JENKINS M., JEFFERIS P., JESSAMY V., MADDEN J., MUNRO K., MYERS N., NAEEM S., PAAVOLA J., RAYMENT M., ROSENDO S., ROUGHGARDEN J., TRUPER K., TURNER R.K. 2002. Economic reasons for conserving wild nature. *Science*, 297: 950-953.

BARBIER E.B. 2007. Valuing ecosystem services as productive inputs. *Economic Policy*, 49: 178-229.

BOYD J. 2007. Nonmarket benefits of nature: what should be counted in green GDP. *Ecological Economics*, 61: 716-723.

BOYD J., BANZHAF S. 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*, 63: 616-626.

BULTE E., HECTOR A., LARIGAUDERIE A. 2005. *EcoSERVICES: Assessing the Impacts of Biodiversity Changes on Ecosystem Functioning and Services*. Report no. 3, Paris: DIVERSITAS.

CARPENTER S.R., DEFRIES R., DIETZ T., MOONEY H.A., POLASKY S., REID W.V., SCHOLES R.J. 2006. Millennium ecosystem assessment: Research needs. *Science*, 314: 257-258.

- CHEE Y.E., 2004. An ecological perspective on the valuation of ecosystem services. *Biological Conservation*, 120: 549-565.
- COSTANZA R. 2008. Ecosystem services: Multiple classification systems are needed. *Biological Conservation*, 141: 350-352.
- COSTANZA R., D'ARGE R., DE GROOT R., FARBER S., GRASSO M., HANNON B., LIMBURG K., NAEEM S., O'NEILL R.V., PARUELO J., RASKIN R.G., SUTTON P., VAN DEN BELT M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387: 253-260.
- DAILY G.C. 1997. *Nature's services: Societal dependence on ecosystem services*. Island Press, Washington, DC.
- DE GROOT R., STUIP M., FINLAYSON M., DAVIDSON N. 2006. *Valuing wetlands: Guidance for valuing the benefits derived from wetland ecosystem services*. Ramsar Technical Report/CBD Technical Series 3/27. Gland, Secretariat of the Convention on Wetlands.
- DE GROOT R.S., WILSON M.A., BOUMANS R.M.J. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41: 393-408.
- DÍAZ S., CABIDO M. 2001. Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution*, 16: 646-655.
- DÍAZ S., FARGIONE J., CHAPIN F.S.III., TILMAN D. 2006. Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS Biology*, 4: 1300-1305.
- EGOH B., ROUGET M., REYERS B., KNIGHT A.T., COWLING R.M., VAN JAARSVELD A.S., WELZ A. 2007. Integrating ecosystem services into conservation assessments: A review. *Ecological Economics*, 63: 714-721.
- EHRlich P.R., EHRlich A.H. 1981. *Extinction: the causes and consequences of the disappearance of species*. Random House, New York.
- FISHER B., TURNER R.K. 2008. Ecosystem services: Classification for valuation. *Biological Conservation*, 141: 1167-1169.

FISHER B., TURNER R.K., MORLING P. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68: 643-653.

GARROD G., WILLIS K.G. 1999. *Economic valuation of the environment*. Edward Elgar Publishing Ltd. Cheltenham, UK.

GÓMEZ-BAGGETHUN E., DE GROOT R. 2007. Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. *Ecosistemas*, 16: 3 (URL: <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=496>).

HANLEY N., SPASH C.L. 1993. *Cost-benefit analysis and the environment*. Edward Elgar, Aldershot, UK.

HEIN L., VAN KOOPEN K., DE GROOT R.S., VAN IERLAND E.C. 2006. Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. *Ecological Economics*, 57: 209-228.

HOLLING C.S., MEFFE G.K. 1996. Command and control and the pathology of natural resource management. *Conservation Biology*, 10: 328-337.

HOOPER D.U., CHAPIN F.S.III., EWEL J.J., HECTOR A., INCHAUSTI P., LAVOREL S., LAWTON J.H., LODGE D.M., LOREAU M., NAEEM S., SCHMID B., SETÄLÄ H., SYMSTAD A.J., VANDERMEER J., WARDLE D.A. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75: 3-35.

JAX K. 2005. Function and functioning in ecology: what do we need to know about their ecology. *Ecology Letters*, 8: 468-479.

KINZIG A., PERRINGS C., SCHOLES R. 2007. Ecosystem Services and the Economics of Biodiversity Conservation. Documento de trabajo. (URL: [http://www.public.asu.edu/~cperring/Kinzig%20Perrings%20Scholes%20\(2007\).pdf](http://www.public.asu.edu/~cperring/Kinzig%20Perrings%20Scholes%20(2007).pdf)).

KREMEN C. 2005. Managing ecosystem services: What do we need to know about their ecology? *Ecology Letters*, 8: 468-479.

LIU J., DIETZ T., CARPENTER S., ALBERTI M., FOLKE C., MORAN E., PELL A.N., DEADMAN P., KRATZ P., LUBCHENCO J., OSTROM E., OUYANG Z.,

- PROVENCHER W., REDMAN C.L., SCHNEIDER S.H., TAYLOR W.W. 2007. Complexity of coupled human and nature systems. *Science*, 317: 1513-1516.
- LUCK G.W., DAILY G.C., EHRLICH P.R. 2003. Population diversity and ecosystem services. *Trends in Ecology & Evolution*, 18: 331-336.
- MA (Millennium Ecosystem Assessment). 2003. *Ecosystems and human well-being: A framework for assessment*. Island Press, Washington, D.C.
- MA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, D.C.
- MÄLER K., GREN I., FOLKE C. 1994. Multiple use of environmental resources: a household production function approach to valuing natural capital. En: JANSSON A., HAMMER M., FOLKE C., COSTANZA R. (Eds.), *Investing in Natural Capital*. Island Press, Washington, D.C. pp. 234-249.
- MARTÍN-LÓPEZ B., GÓMEZ-BAGGETHUN E., GONZÁLEZ J.A., LOMAS P. L., MONTES, C. (en prensa). The assessment of ecosystem services provided by biodiversity: re-thinking concepts and research needs. En: Aronoff J.B. (Ed.). *Handbook of Nature Conservation: Global, Environmental and Economic Issues*. Nova Science Publishers, New York.
- MARTÍN-LÓPEZ B., GONZÁLEZ J.A., DÍAZ S., CASTRO I., GARCÍA-LLORENTE M. 2007. Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional. *Ecosistemas*, 16: 3 (URL: <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=500>).
- MITCHELL R.C., CARSON R.T. 1989. *Using survey to value public goods. The contingent valuation method*. Resources for the Future, Washington, D.C.
- MONTES, C. 2007. Del Desarrollo Sostenible a los servicios de los ecosistemas. *Ecosistemas*, 16: 3 (URL: <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=513>).
- PEARCE D., TURNER K.R. 1990. *Economics of natural resources and the environment*. John Hopkins University Press, Baltimore, EE.UU.
- RODRÍGUEZ J.P., BEARD T.D., BENNETT E.M., CUMMING G.S., CORK S., AGARD J., DOBSON A.P., PETERSON G.D. 2006. Trade-offs across space, time, and ecosystem services. *Ecology and Society*, 11: 28 (URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art28/>)
- SACHS J.D., REID W.V. 2006. Environment – investments toward sustainable development. *Science*, 312: 1002.

VANDEWALLE M., SYKES M.T., HARRISON P.A., LUCK G.W., BERRY P., BUGTER R., DAWSON T.P., FELD C.K., HARRINGTON R., HASLETT J.R., HERING D., JONES K.B., JONGMAN R., LAVOREL S., MARTINS DA SILVA P., MOORA M., PATERSON J., ROUNSEVELL M.D.A., SANDIN L., SETTELE J., SOUSA J.P., ZOBEL M. 2008. *Concepts of dynamic ecosystems and their services*. Deliverable D2.1 for the EC RUBICODE project, contract no. 036890, (URL: <http://www.rubicode.net/rubicode/outputs.html>)

WALLACE K.J. 2007. Classifications of ecosystem services: problems and solutions. *Biological Conservation*, 139: 235-246.