



E. Ojea

*Basque Centre for Climate Change (BC3), Alameda Urquijo 4, Bilbao, tel.: 944 014 690
Bren School for Environmental Science and Management, University of California, Santa Barbara (UCSB), US
Correo electrónico: elena.ojea@bc3research.org*

Costes de Adaptación al Cambio Climático en los Bosques y la Biodiversidad

Resultados clave

- La conservación de la biodiversidad y la gestión forestal son dos de las áreas para las que menor información en materia de costes de adaptación al cambio climático existe.
- Esta falta de información ha provocado su exclusión en informes internacionales y ha postergado su consideración.
- Urge incorporar los costes de adaptación a la toma de decisiones para la gestión y conservación de los bosques y la biodiversidad.
- La adaptación basada en los ecosistemas se propone como una estrategia complementaria coste-eficiente.

Contexto

Se espera que el Cambio Climático afecte a los procesos ecológicos de los bosques tales como la productividad, el secuestro de carbono o la regulación del agua (Dale et al. 2000). Estos impactos podrán ser positivos o negativos (Kirilenko & Sedjo 2007) dependiendo del tipo de bosque, latitud y escala temporal. Además, también se prevé una alteración en el periodo, intensidad, frecuencia y magnitud de eventos extremos debido al cambio climático (Dale et al. 2001, Linder et al. 2010), incluyendo incendios, sequías, invasiones de especies exóticas, pestes, tormentas, etc. (Dale et al. 2000).

En Europa, Linder et al. (2010) resume el conocimiento existente sobre los impactos observados y los impactos esperados en los bosques debido al aumento de concentración de gases de efecto invernadero. Obtienen

que en el norte y en el oeste de Europa habrá impactos positivos, con un crecimiento de los bosques y de la producción maderera debido a temperaturas más cálidas y a una mayor concentración de dióxido de carbono, al menos en el corto-medio plazo. Sin embargo, se esperan efectos adversos debidos al incremento en la frecuencia de sequías y otros riesgos, que potencialmente pueden prevalecer sobre los efectos positivos mencionados. El riesgo de sequía aumentará hacia el Este, y las regiones mediterráneas sufrirán una disminución de su productividad debida a las sequías y a los incendios cada vez más frecuentes (Linder et al. 2010).

Estos impactos del cambio climático en bosques se traducen directamente en impactos socioeconómicos, que se manifiestan en forma de una redistribución geográfica de las actividades forestales, que afectarán a propietarios, industria, trabajadores, consumidores, gobiernos, al turismo, etc. (Kirilenko & Sedjo 2007). La capacidad de los bosques de proporcionar servicios a la sociedad se encuentra ya comprometida, y la presión adicional que supone el cambio climático en los años venideros pone de manifiesto la imperiosa necesidad de adaptación (Mooney et al. 2009).

¿Por qué son importantes los costes de adaptación?

Los costes de adaptación son importantes en la toma de decisiones en respuesta al cambio climático ya que permiten una asignación coste-eficiente de los recursos económicos. Es decir, un plan o política de adaptación puede presentar varias opciones efectivas ante los impactos del cambio climático, pero los costes son decisivos para evaluar la viabilidad de dichas opciones y escoger una estrategia óptima. A un nivel más general, conocer los costes de adaptación para en un determinado ámbito, como la conservación de la biodiversidad o la

gestión forestal, es importante para los responsables de la toma de decisiones a la hora de participar en acuerdos internacionales o para defender otras posibilidades de financiación de la adaptación.

El Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) define los costes de adaptación como “los costes asociados a planificar, preparar, facilitar e implementar medidas de adaptación, incluyendo los costes de transición” (IPCC 2007). Sin embargo, y a pesar de su relevancia, el conocimiento de los costes de adaptación, tal y como reconoce el IPCC, es limitado y fragmentado. La falta de información se vuelve más evidente cuando nos referimos a la adaptación en la biodiversidad y de los ecosistemas naturales, en cuyo caso los estudios disponibles son anecdóticos (Stern et al. 2006, UNFCCC, 2009). Este vacío se debe principalmente a la dificultad de la estimación de costes y beneficios en bosques y biodiversidad, donde la mayoría de los recursos y servicios ecosistémicos que se quieren salvaguardar carecen de un valor en el mercado (TEEB 2010, Markandya & Mishra 2010, Schalatek et al. 2012). Esto, unido a la incertidumbre acerca de la efectividad de las medidas de adaptación ha provocado que los flujos monetarios invertidos en estos sectores sean inferiores a otros tales como las infraestructuras, el agua, o la agricultura (Ojea et al. 2010).

Los países están cada vez financiando más proyectos y planes de adaptación en todo el mundo, a través de fondos multilaterales y la ayuda al desarrollo. El aumento de estos flujos financieros internacionales pone en manifiesto el carácter prioritario de estos programas. Según Schalatek et al. (2012) los países han contribuido con 2.730 millones de dólares a fondos de adaptación. Reino Unido, Estados Unidos, Alemania, la Unión Europea, Canadá y Japón representan más del 70% de esta suma. Se trata de adaptación en todos los sectores y no exclusivamente en ecosistemas o biodiversidad.

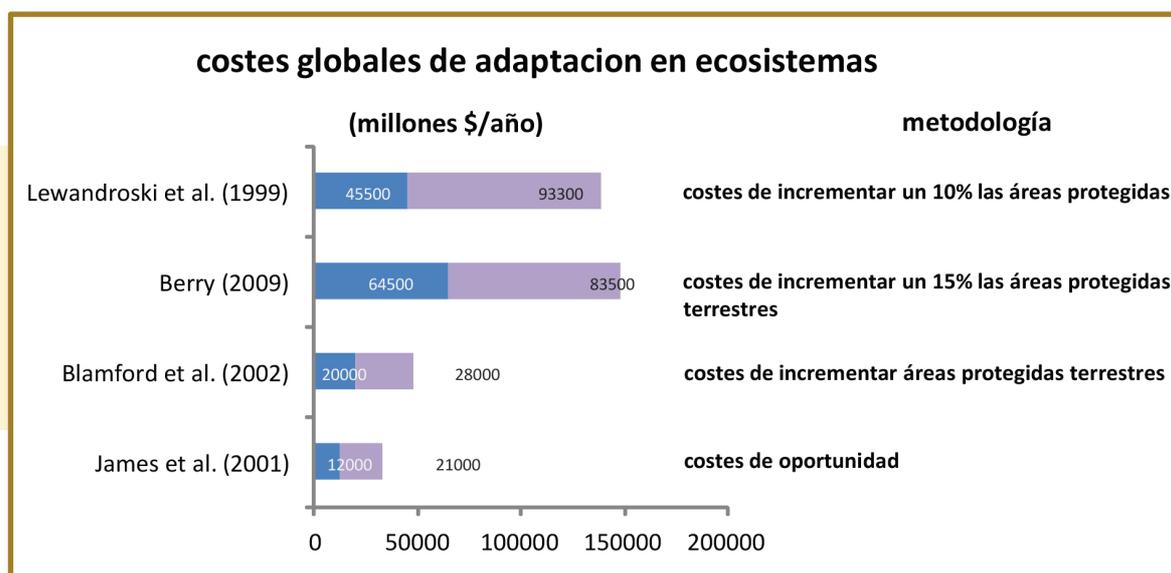
La mayoría de las estimaciones de costes de

adaptación se han hecho a nivel global, siendo iniciativas de organismos internacionales, la mayoría de las veces centradas en países en desarrollo. Este es el caso de los informes del Banco Mundial (BM 2010), Oxfam (2007), o de la UNFCCC (2007). Estos estudios proporcionan una aproximación a los costes de la adaptación planificada en diferentes sectores como la agricultura y bosques, costas, el agua, infraestructuras o salud. Por ejemplo, la UNFCCC (2007) estima para 2030 unos costes anuales de entre 44.000 y 166.000 millones de dólares, mientras que el Banco Mundial estima los costes de adaptación entre 70.000 y 100.000 millones de dólares. Una reciente publicación de Jones et al. (2012) resume las estimaciones globales de costes en un rango que va desde los 49.000 a los 171.000 millones de dólares anuales. Sólo para Europa los costes anuales de adaptación en dichos sectores ascienden a 6.900 – 12.600 millones. El sector forestal está incluido en estas estimaciones pero no lo está la biodiversidad como tal, incluyendo la protección de especies y ecosistemas y los servicios ecosistémicos no productivos que se obtienen de ellos. En el siguiente apartado explicamos por qué la biodiversidad no aparece en estas estimaciones globales¹.

La biodiversidad y los bosques constituyen un sector complejo para el que se proyectan importantes impactos del cambio climático pero dónde las repercusiones sociales y económicas de dichos impactos son muy difíciles de cuantificar. Esto hace el análisis de costes de adaptación más complejo que para otros sectores como la agricultura o las costas, dónde es posible encontrar una metodología establecida y estimaciones detalladas de impactos socioeconómicos (Markandya & Mishra 2010). Por ejemplo, Galarraga et al. (2011) realizan un análisis económico de la adaptación ante la subida del nivel del mar en la costa del País Vasco, y para el aumento de inundaciones fluviales en Amurrio (Álava). Otro estudio de Foudi et al. (2013) estudia las

¹ Las estimaciones existentes de costes de adaptación se consideran aproximaciones informativas sobre el orden de magnitud, dada la dificultad de estimar detalladamente dichas cantidades.

■ **Figura 1.**



▲ **Figura 1.** Estimaciones de costes de adaptación en ecosistemas naturales.

Fuente: Elaboración propia a partir de los estudios citados.

inundaciones del río Ebro en Zaragoza y su impacto económico y medidas de adaptación. Sin embargo, no se han encontrado estudios similares en España para bosques y biodiversidad, lo que pone de manifiesto la necesidad de abordar este tema.

Estimación de costes de adaptación está limitada por la incertidumbre en los impactos del cambio climático en la biodiversidad y ecosistemas naturales, así como por la falta de información y evidencia empírica de la efectividad de determinadas medidas adaptativas. Este es el caso, por ejemplo, del fomento de especies más tolerantes al cambio de temperatura,

o de la implementación de medidas para lograr un ecosistema potencialmente más resiliente (entendida la resiliencia como la capacidad de un sistema de recuperar su estructura y función después de un impacto). A pesar de esta incertidumbre, ha habido aproximaciones a los costes de adaptación en ecosistemas naturales y bosques. La figura 1 resume estos estudios mostrando los rangos de costes estimados a nivel global, indicando la metodología empleada. La metodología en la mayoría de los casos trata de supuestos de conservación para los que se calculan las inversiones necesarias. Es el caso de James et al. (2001), o Blamford et al. (2002) o Berry et al. (2009).

Cuadro 1. Adaptación basada en los ecosistemas

Cuadro 1. Adaptación basada en los ecosistemas

Cada vez existe más evidencia científica y reconocimiento político de que los ecosistemas tienen una elevada responsabilidad en proporcionar resiliencia frente al cambio climático y en servir a la sociedad como ayuda a la adaptación a través del flujo constante de servicios (UNFCCC 2011). El mantenimiento e incremento de la **resiliencia de los ecosistemas está directamente relacionada con la reducción de riesgos y vulnerabilidades asociados con el cambio climático** (IUCN 2010).

La **adaptación basada en los ecosistemas** supone un nuevo campo de investigación que todavía no ha sido explotado, particularmente en la práctica de políticas y gestión de medidas adaptativas, a pesar de su elevado potencial y co-beneficios (Munang et al. 2013). Se espera que este tipo de iniciativas complemente e incluso en algunos casos sustituya las acciones tradicionales relacionadas por ejemplo con la construcción de infraestructuras para la deslocalización de la producción maderera, cortafuegos, pistas forestales etc., que fragmenten y perjudiquen al flujo directo de servicios ambientales entre fuente (bosque) y sumidero (sociedad). Se trata de iniciativas no restringidas a la conservación de ecosistemas singulares, sino más bien a **lograr un nivel sostenible que permita a las generaciones futuras disfrutar de los bienes y servicios de los que dependen** (Burgiel & Muir 2010), y así reducir la vulnerabilidad.

La Convención de Diversidad Biológica (CBD) define la adaptación basada en ecosistemas como el uso de la “... **biodiversidad y servicios ecosistémicos en una estrategia general de adaptación. Incluye la gestión sostenible, la conservación y la restauración de ecosistemas para proporcionar servicios que ayuden a las personas a adaptarse a las consecuencias adversas del cambio climático.**” *CBD Grupo Técnico de Expertos Ad Hoc (AHTEG) 2008-2009.*

Jones et al. (2012) publicaron recientemente en la revista *Nature* una comparación de opciones de adaptación basada en los ecosistemas con opciones de adaptación clásica. Como resultado de la comparación de costes y beneficios para estas medidas obtienen que la adaptación basada en los ecosistemas, además de obtener beneficios más duraderos en el tiempo, lo hace de manera **coste eficiente** dando lugar a **inversiones más favorables que las de las medidas clásicas.**

La **adaptación basada en los ecosistemas** es un concepto relativamente nuevo pero que ya está siendo aplicado y promocionado por multitud de organismos internacionales y gobiernos, como parte de la acción adaptativa a nivel local, regional y global (Burgiel & Muir 2010, UNEP 2012, TNC 2011, Travers et al. 2012, Jones et al. 2012, Munang et al. 2013).

Ejemplos de medidas de adaptación basadas en ecosistemas para bosques incluyen:

- Desbroces naturales con uso de ganado y cortafuegos naturales
- Usos tradicionales del bosque con baja intensidad
- Masas mixtas forestales
- Gestión comunitaria de los bosques

Para una revisión de medidas de adaptación basada en ecosistemas se puede consultar UNFCCC (2012)

En el caso de los sistemas forestales existen trabajos más detallados y basados en modelos climáticos y predicciones que permiten una aproximación a mayor escala. Un ejemplo es Sedjo (2010), que realiza un trabajo combinando modelos climáticos con modelos de vegetación y producción maderera, donde estima los costes anuales de adaptación. Para un periodo de 30 años, el coste de adaptar estos bosques productivos en países en desarrollo es de \$50 millones de dólares anuales. Al tratarse de un trabajo en detalle para el sector maderero en determinados países la estimación de los costes es muy inferior a las mostradas en la figura 1. A su vez, esta discrepancia pone de manifiesto las diferentes escalas y el grueso de las estimaciones realizadas a nivel global y basadas en objetivos de conservación.

La existencia de un mercado productivo como es la madera permite en el caso de los bosques un análisis más exhaustivo gracias a la experiencia en gestión y modelización de la producción forestal, así como la disponibilidad de datos económicos de costes y beneficios asociados con el sector forestal. En el caso de la biodiversidad, la complejidad de dicho concepto unido a la insuficiente información económica de bienes y servicios intangibles (como la regulación del agua, el paisaje, etc.) dificulta la estimación de costes de adaptación. Por esta razón, están surgiendo otras iniciativas tanto a nivel nacional como internacional encaminadas a promover opciones que son adecuadas independientemente del efecto del cambio climático (buenas prácticas), opciones que no tienen un efecto contra-indicativo frente al cambio climático (*no regrets*), y por último opciones encaminadas a la conservación y mantenimiento de los ecosistemas en límites sostenibles como medida para adaptarse al cambio (*adaptación basada en los ecosistemas*; Castro-Acuña et al. 2011). Recientemente, esta nueva práctica conocida como Adaptación basada en Ecosistemas plantea la conservación y restauración de ecosistemas como una alternativa a las medidas más clásicas de adaptación tales como las intervenciones con infraestructuras y tecnologías artificiales. En contraste con esto, las nuevas medidas se basan en los beneficios de mantener los servicios ecosistémicos a niveles sostenibles, de forma que se incremente la resiliencia social y ecológica ante los impactos del cambio climático. Esto es positivo para hacer el ecosistema más flexible y permeable a cambios sin que por ello se alteren las funciones y servicios que el bosque proporciona. El Cuadro 1 presenta más información sobre cómo surge y en qué consiste la adaptación basada en ecosistemas, mostrando algunos ejemplos.

■ Costes de Adaptación

¿Cuáles son los principales retos metodológicos?

La presente revisión pone de manifiesto la situación de desventaja en la que se encuentra la adaptación de la biodiversidad y de ecosistemas dentro del ámbito de la economía de la adaptación. Es por ello necesario abordar esta problemática y desarrollar estudios que evalúen de forma precisa y adecuada los costes de adaptación de determinadas medidas orientadas a mantener la biodiversidad y los bosques ante las adversidades del cambio climático. En esta sección hacemos un repaso a los principales retos metodológicos que trabajos futuros deberían tener en cuenta a la hora de

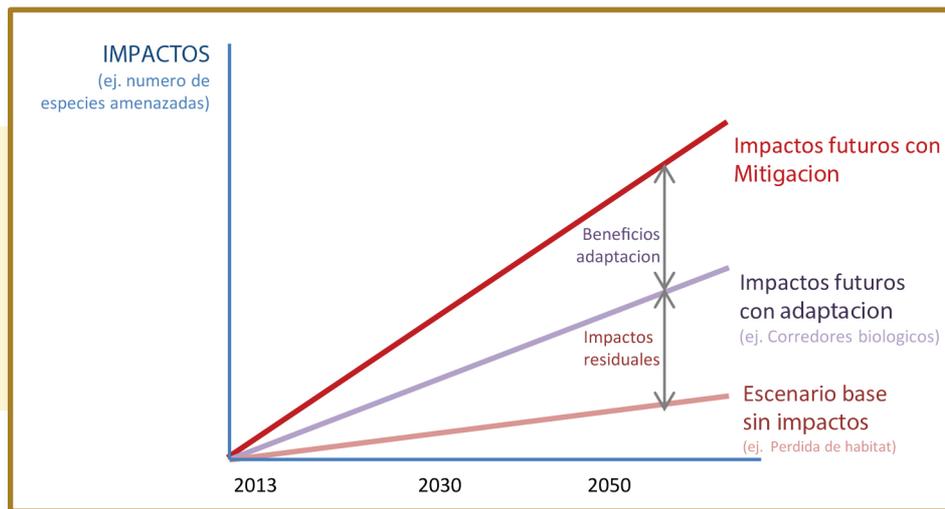
abordar la planificación de la adaptación², resaltando la definición de objetivos cuantificables de adaptación; la efectividad en las medidas de adaptación; y la valoración de costes y beneficios en biodiversidad y bosques³.

- *Definición de objetivos de la adaptación:* Como comentamos en el apartado anterior el éxito de una política o programa que actúa sobre la biodiversidad y bosques es difícil de medir de una manera universal y comparable, puesto que no existe una medida universal como puede ser el carbono fijado en el caso de la mitigación. Una métrica de esas características no está disponible en la adaptación y por ello hay que analizar cada caso por separado. Es por ello que algunos estudios recomiendan fijar un nivel de adaptación objetivo, aun desconociendo el nivel de eficiencia de las medidas de adaptación (Ojea et al. 2012). Un ejemplo sería fijar un objetivo de superficie protegida, o un nivel poblacional para una especie. Esto contrasta con el enfoque coste-beneficio en donde el objetivo es el resultado de una optimización de costes y beneficios y que puede no ser aplicable si se desconocen los costes y beneficios. Este nivel de adaptación objetivo sería la reducción de impactos al nivel de un escenario base sin impactos del cambio climático, pero donde sí se proyectan cambios debidos a otros factores tales como el aumento de población, o los cambios de usos de suelo (Figura 2).
- *Efectividad de las medidas de adaptación:* La efectividad se entiende en este contexto como el éxito de la medida de adaptación para lograr los objetivos fijados de reducción de impacto. La efectividad varía según la escala temporal y geográfica con la que se trabaje y puede provocar efectos no deseados en otros lugares o a largo plazo. La gestión adaptativa se plantea como la opción más adecuada pero es necesario recabar experiencias y hacer seguimiento de las medidas que se implementan para entender la efectividad de la adaptación para la biodiversidad y ecosistemas forestales. Entendemos gestión adaptativa como una gestión dinámica en la que los resultados de su implementación son constantemente incorporados al diseño continuo de las siguientes medidas (monitoreo constante, evaluación constante, etc.). Volviendo a la Figura 2, dado que la efectividad de las medidas de adaptación no es total, los impactos serán reducidos hasta un nivel intermedio, quedando como impacto residual la diferencia entre el escenario base proyectado y el nivel de adaptación conseguido.
- *Valoración económica de costes y beneficios:* aunque imperfecta, la información existente hoy en día sobre la valoración económica de servicios ecosistémicos es más abundante y está más accesible que nunca gracias al trabajo científico y a iniciativas como TEEB

² Adaptado de Ojea et al. 2010

³ Para una discusión más general sobre los retos de la economía de la adaptación el lector puede acudir a Markandya et al. (2014), Galarraga et al. (2011) o a Castro-Acuña et al. (2011).

■ **Figura 2.**



▲ **Figura 2.** Nivel de adaptación e impactos residuales.

Fuente: Anil Markandya (<http://dce-conference.au.dk/fileadmin/dce-conference.au.dk/Presentation/Markandya.pdf>).

(*The Economics of Ecosystem Services and Biodiversity*), que proporcionan bases de datos donde consultar los valores de diferentes servicios ecosistémicos en numerosos hábitats a lo largo de todo el mundo (TEEB 2010). Existe todavía, sin embargo, la necesidad de combinar dicho conocimiento con la gestión adaptativa y avanzar hacia una adaptación eficiente para mantener la biodiversidad frente a los impactos del cambio climático. Es por ello que es necesario considerar tanto los costes y beneficios de mercado como los que quedan fuera del mercado tales como los valores de no uso.

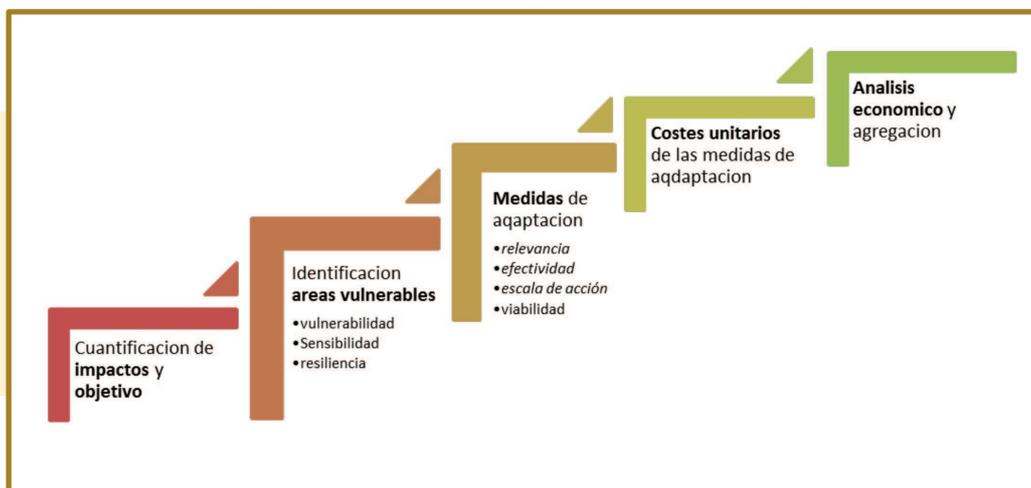
- **Consideración de la equidad:** en adaptación uno de los principales problemas a los que nos enfrentamos es la distribución desigual de los impactos, donde aquellas poblaciones más pobres son también las más vulnerables y donde se espera que los impactos sean mayores. Es por ello que la adaptación debe seguir no solo criterios de eficiencia económica sino también

de equidad y justicia social, tal y como se ha puesto de manifiesto para los pagos por servicios ecosistémicos (Corbera & Pascual 2012). En el caso de la biodiversidad y ecosistemas resulta de especial importancia régimen de propiedad de los recursos, la custodia, y la justicia social. Al mismo tiempo, también hay que considerar a las generaciones futuras, ya que serán las que sufran los mayores impactos y para ello uno de los factores a considerar es la tasa de descuento (Galarraga et al. 2011).

Una propuesta metodológica

Este apartado presenta una propuesta metodológica para medir los costes de adaptación en bosques y ecosistemas basada Ojea et al. (2010). El estudio propone abordar los costes de adaptación fijando un nivel objetivo de adaptación y analizando las medidas más adecuadas al menor coste. Está pensada específicamente para adaptación en biodiversidad y ecosistemas, ya que para otros sectores la incertidumbre en los impactos y la efectividad de las medidas es

■ **Figura 3.**



▲ **Figura 3.** Pasos para estimar los costes de adaptación en ecosistemas siguiendo un enfoque de objetivos.

Fuente: Elaboración propia.

menor, pero es potencialmente replicable en diferentes escales geográficas. La estimación de costes se basa en objetivos fijados de adaptación, para los cuales se sigue un proceso de selección de opciones basadas en criterios de vulnerabilidad, eficiencia y aplicabilidad. La Figura 3 esquematiza este proceso mientras que el Cuadro 2 presenta un ejemplo donde se aplica esta metodología al caso de la adaptación de los bosques en la India.

A continuación se presentan las fases metodológicas propuestas:

1. *Cuantificación de impactos.* Esta fase trata la identificación de los impactos físicos que afectan a los ecosistemas o componentes de la biodiversidad donde se quiere actuar. Esta identificación debe estar basada en la evidencia científica existente y de manera que podamos cuantificar dichos daños (por ejemplo a través de escenarios futuros de cambios en la vegetación, distribución de fauna, etc.). La adaptación suele planificarse para una escala temporal de medio plazo (normalmente 2030-2050), ya que los impactos posteriores tienen un mayor grado de incertidumbre. Debe considerarse la distribución espacial de los impactos en la medida de lo posible, así como los rangos de incertidumbre.
2. *Identificación de áreas vulnerables.* Como consecuencia de la distribución de los impactos esperados y de la sensibilidad de diferentes

regiones y poblaciones, habrá zonas más vulnerables que otras y éstas se deben priorizar a la hora de planificar la adaptación. Es aquí donde se deben aplicar los criterios de equidad y justicia identificando a los sectores más afectados de la población de manera que sean prioritarios.

3. *Opciones de adaptación.* En esta fase se estudian las medidas de adaptación potenciales teniendo en cuenta la magnitud de los impactos y las vulnerabilidades. El IPCC recomienda considerar para la adaptación los siguientes factores: la disponibilidad de las herramientas, los costes y beneficios, la efectividad, la eficiencia y la viabilidad. Basados en estas recomendaciones, sugerimos cuatro criterios principales para la selección de medidas: *relevancia* de la opción frente al impacto que se quiere minimizar; *efectividad* de la medida (capacidad de la medida para lograr sus objetivos –Adger et al. 2005); *escala de acción adecuada*, que sería la magnitud de adaptación necesaria para lograr los objetivos de reducción de impactos; y la *viabilidad* de las medidas dadas las características de la región en la que se quiere actuar.
4. *Costes de las medidas de adaptación.* Para cada una de las medidas escogidas se debe recabar información sobre los costes esperados por unidad de medida y por año (ej. costes por hectárea). Los costes unitarios deben considerar

Cuadro 2. Ejemplo: estimando los costes de adaptación en bosques de la India

Para la estimación de los costes de adaptación a nivel nacional en el caso de la India la *identificación de impactos* (1) se basa en un estudio de Ravindranath et al. (2006) en el que se proyectan para 2085 los cambios en la vegetación de especies forestales. En este caso el horizonte temporal es a más largo plazo que muchos estudios pero se estimó oportuno emplear dicho estudio dado el detalle y la calidad del trabajo científico. Los impactos están cuantificados como el número de hectáreas de bosques que cambian de tipo de vegetación de acuerdo a las proyecciones (6,2 millones de hectáreas). El área para la que los bosques cambian de composición es considerada el *área vulnerable* (2). Mientras que el nivel de impactos esperados es a largo plazo, la adaptación se debe realizar desde el presente (Leemans et al. 2004).

La *selección de las medidas de adaptación* (3) se realiza partiendo de una revisión de la literatura para bosques, siguiendo el meta-análisis de Heller & Zavaleta (2009). Estas medidas potenciales fueron revisadas con los criterios explicados en la metodología, de acuerdo a las características de los bosques en la India y contrastada con consultas a expertos forestales. Se tuvo en cuenta principalmente la productividad y la biodiversidad de los distintos tipos de bosques y transiciones a la hora de elegir las medidas de adaptación. Los *costes unitarios de las medidas de adaptación* (4) se recogen de programas forestales existentes en la India, para los cuales los costes de implementación y mantenimiento están especificados en los planes forestales nacionales. Los costes de adaptación fueron calculados con una tasa de descuento del 5% de acuerdo a dos escenarios. Un primer escenario de mínimos, y un segundo escenario con todas las acciones de adaptación deseables, basado en una consulta a expertos. Como resultado los costes totales de adaptación resultaron entre 1150 y 2560 millones de dólares para estos impactos a largo plazo.

Más sobre este caso de estudio disponible en Ojea et al. (2010).

los costes de adquisición (costes de adquirir derechos de propiedad, por ejemplo), costes de gestión (los asociados a los programas que se van a desarrollar), externalidades (como impactos económicos negativos en otros sectores), costes de oportunidad y costes de transacción (Naidoo & Ricketts 2006). Esta información puede obtenerse de partidas existentes de planes y programas de conservación, de la literatura científica existente, etc.

5. *Análisis económico.* Los objetivos biofísicos de reducción de impacto o adaptación deben abordarse con la combinación adecuada de las medidas potenciales de adaptación que pasen los criterios mencionados. Sin embargo, las reglas económicas de decisión son necesarias y se deben tener en cuenta criterios de eficiencia económica a la hora de elegir el paquete de medidas adecuado. El nivel óptimo de adaptación será aquel que maximice los beneficios de adaptarse al menor coste. La toma de decisiones puede basarse en este punto en un análisis coste-beneficio. Sin embargo, ante la dificultad de cuantificar los beneficios de la adaptación en este contexto, una opción más factible es el análisis coste-eficiencia, midiendo los beneficios de la adaptación en términos biofísicos y no económicos. Los costes de adaptación finales se pueden estimar mediante la agregación de los costes unitarios de las medidas de adaptación que son escogidas en el proceso.

■ Recomendaciones

En esta contribución se ha realizado una revisión sobre los costes económicos de la adaptación, específicamente para adaptación en bosques y biodiversidad. Los estudios globales de costes de adaptación incluyen estimaciones sobre los costes en bosques productivos, pero hasta la fecha han obviado los costes necesarios para mantener y conservar la biodiversidad y ecosistemas debido principalmente a dificultades metodológicas. Los estudios que hasta la fecha estiman costes de adaptación en ecosistemas naturales son aproximaciones basadas en asunciones, donde los impactos esperados no son adecuadamente considerados, y donde se asume un nivel de adaptación justificado sólo por las intenciones de algunas agencias internacionales, tales como la conservación del 10% de los ecosistemas terrestres.

A pesar de estas dificultades, existe un potencial para la investigación y la acción en el campo de la adaptación que puede y debe superar los problemas del pasado. Aquí proponemos una metodología general en la que los costes de adaptación se basan en los costes de lograr de la manera más coste efectiva posible un objetivo de reducción de impacto en el medio biofísico. De forma general, quedan abiertas algunas líneas a tener en cuenta en futuros trabajos que resumimos en forma de recomendaciones:

- A pesar de las dificultades metodológicas, los costes de adaptación son importantes y se deben **incorporar a la toma de decisiones**
- Los cálculos de costes de adaptación deben

partir de una **base científica sólida sobre los impactos** del cambio climático, dónde es necesaria una aproximación multidisciplinar que combine modelos biofísicos con interacciones socioeconómicas.

- La adaptación en bosques y biodiversidad debe considerar **los beneficios de los servicios ecosistémicos**, tanto de mercado como fuera de mercado, a la hora de tomar decisiones sobre medidas.
- La **adaptación basada en los ecosistemas** está en auge como estrategia complementaria a la adaptación clásica y se ha demostrado que puede ser coste-eficiente.
- El análisis económico de la adaptación debe tener en cuenta las vulnerabilidades de forma que los **recursos sean asignados de forma equitativa**.

Es necesario realizar nuevas estimaciones de costes de adaptación en el sector forestal tanto desde la investigación como desde la gestión y planificación de la adaptación en las instituciones públicas.

■ Agradecimientos:

La autora agradece a Bizkaia Xede por la financiación a través de las ayudas de Movilidad 2012. También agradece al profesor Anil Markandya por sus comentarios sobre el manuscrito, al profesor Miguel Ángel Zavala por su apoyo a la hora de elaborar la contribución, y a un revisor anónimo por sus sugerencias en versiones anteriores.

■ Acrónimos

IPCC: Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático

TEEB: The Economics of Ecosystem Services and Biodiversity

UNFCCC: United Nations Framework Convention for Climate Change

CDB: Convenio de Diversidad Bioógica

■ Referencias bibliográficas

- Adger WN, Brown K, Cervigni R and Mora D (1995) Total Economic value of forests in Mexico. *Ambio* 25: 286-296
- Banco Mundial (BM) (2010) *Economics of adaptation to climate change - Synthesis report*. Washington D.C. Disponible en: <http://documents.worldbank.org/curated/en/2010/01/16436675/economics-adaptation-climate-change-synthesis-report> Último acceso 9 de agosto de 2014
- Berry P (2009) Costing Adaptation for Natural Ecosystems. En: Parry M, Arnell N, Berry P, Dodman D, Fankhauser S, Hope C, Kovats S, Nicholls R, Satterthwaite D, Tiffin R, Wheeler T, editores. *Assessing the Costs of Adaptation to Climate Change: A Review of the UNFCCC and Other Recent Estimates*. International Institute for Environment and Development and Grantham Institute for Climate Change, London
- Blamford A, Bruner A, Cooper P, Costanza R, Farber S, Green, M, Jenkins P, Jefferiss V, Jessamy J, Madden K, Munro N, Myers S, Naeem J, Paavola M, Rayment S, Rosendo J, Roughgarden K, Trumper, Turner K (2002) Economic Reasons for Conserving Wild Nature. *Science* 297:950-953
- Burgiel S, Muir A (2010) Invasive species, climate change and Ecosystem-based adaptation: addressing multiple drivers of global change. *Global Invasive Species Program*, 55
- Castro-Acuña S, Gutiérrez A, Picatoste, JR (2011) *La adaptación al cambio climático en España*. ICE 862
- Corbera E, Pascual U (2012) Ecosystem services: heed social goals. *Science* 335:655-6
- Dale VH, Joyce LA, McNulty S, Neilson RP (2000) The interplay between climate change, forests, and disturbances. *Science of The Total Environment*, 262:201-204
- Dale, VH, Joyce LA, McNulty S, Neilson RP, Ayres MP, Flannigan MD, Hanson PJ, Irland LC, Lugo AE, Peterson CJ, Simberloff D, Swanson FJ, Stocks BJ, and Wotton BM (2001) Climate Change and Forest Disturbances. *BioScience* 51:723-734
- Foudi S, Osés-Eraso N, Tamayo I (2013) *Spatial integrated flood-risk assessment and risk-sharing: the case of Zaragoza*. PRE-EMPT project
- Galarraga I, Osés N, Markandya A, Chiabai A, Khatun K (2011) Aportaciones desde la economía de la adaptación a la toma de decisiones sobre Cambio Climático: un ejemplo para la Comunidad Autónoma del País Vasco. *Economía Agraria y Recursos Naturales* 11:113-142
- Heller NE, Zavaleta ES (2009) Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations. *Biological Conservation* 142:14-32
- IUCN (International Union for the Conservation of Nature) (2010) *Building resilience to climate change: ecosystem based adaptation and lessons from the field*. IUCN
- James A, Gaston K J, Balmford A (2001) Can we Afford to Conserve Biodiversity? *BioScience* 51:43-52
- Jones HP, David GH, Zavaleta ES (2012) Harnessing nature to help people adapt to climate change. *Nature Climate Change* 2:504-509
- Kirilenko AP, Sedjo RA (2007) Climate change impacts on forestry. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 104:19697-19702
- Leemans R, Eickhout B (2004) Another reason for concern: regional and global impacts on ecosystems for different levels of climate change. *Global Environmental Change* 14:219 -228
- Lindner M, Maroschek M, Netherer S, Kremer A, Barbati A, Garcia-Gonzalo J, Seidl R, Delzon S, Corona P, Kolström M, Lexer MJ, Marchetti M (2010) Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management* 259:698-709
- Markandya A, Mishra A (2010) *Costing Adaptation: Preparing for climate change in India*. The Energy and Resources Institute, TERI Press, New Delhi
- Markandya A, Galarraga I, Sainz de Murieta E (2014) *Routledge Handbook of the Economics of Climate Change Adaptation*, Routledge,UK
- Montes MF (2012) *Understanding Long-term Finance Needs of Developing Countries presentation to UNFCCC - South Centre*. Disponible en: http://unfccc.int/files/cooperation_support/financial_mechanism/long-term_finance/application/pdf/montes_9_july_2012.pdf Último acceso 9 de agosto de 2014
- Mooney H, Larigauderie A, Cesario M, Elmquist T, Hoegh-Guldberg O, Lavorel S, Mace GM, Palmer M, Scholes M, Yahara T (2009) Biodiversity, climate change, and ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 1:46-54
- Munang R, Thiaw I, Alverson K, Mumba M, Liu J, Rivington M (2013) Climate change and Ecosystem-based Adaptation: a new pragmatic approach to buffering climate change impacts. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 5:1-5
- Naidoo R, Ricketts TH (2006) Mapping the economic costs and benefits of conservation. *PLoS Biology* 4:e360
- Ojea E, Ghosh RK, Agrawal B, Joshi PK, Markandya A (2012) Setting targets for costing ecosystem adaptation. *International Journal of Ecological Economics & Statistics* 24
- Ojea E, Ghosh RK, Agrawal B, Joshi PK (2010) Costing Adaptation to Climate Change Impacts in Forest Ecosystems: A Case Study with Experiences from India. *International Journal of Climate Change Strategies and Management* 4

- Oxfam (2007) *Adapting to climate change, what's needed in poor countries, and who should pay*. Oxfam Briefing Paper
- Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, van der Linden PJ, Hanson CE (2007) *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge
- Ravindranath NH, Joshi NV, Sukumar R, Saxena A (2006) Impact of Climate Change on Forests in India. *Current Science* 90:354-361
- Stern N, Peters S, Bakhshi V, Bowen A, Cameron C, Catovsky S, Crane D, Cruickshank S, Dietz S, Edmonon N, Garbett S L, Hamid L, Hoffman G, Ingram D, Hones B, Patmore N, Radcliffe H, Sathiyarajah R, Stock N, Taylor C, Vernon T, Wanjie H, Zenghelis D (2006) *Stern Review: The Economics of Climate Change*. HM Treasury, London
- Schalatek L, Stiftung HB, Nakhooda S, Barnard S, Caravani A (2012) Climate Finance Thematic Briefing: Adaptation Finance. *Climate Finance Fundamentals* 3
- Sedjo RA (2010) Adaptation of Forests to Climate Change: Some Estimates. *Resources for the Future paper* 10-06
- TEEB (The Economics of Ecosystem Services and Biodiversity) (2010) *Ecological and Economic Foundations*. London and Washington, Earthscan
- TNC (The Nature Conservancy) (2011) *Ecosystem-based adaptation: bridging science and real-world decision making*. Second international workshop on biodiversity and climate change in China. Anne Wallace Thomas, Global Climate Change Adaptation Program
- Travers A, Elrick C, Kay R, Vestegaard O (2012) Ecosystem-based adaptation guidance, moving principles to practice. *Working document*, April 2012
- UNDP (United Nations Development Programme) (2010) *Adapting to climate change UNDP-GEF initiatives financed by the least developed countries fund, special climate change fund and strategic priority on adaptation*. New York
- UNEP (United Nations Development Programme) (2012) *Building Resilience of Ecosystems for Adaptation*. Disponible en: <http://www.unep.org/climatechange/adaptation/EcosystemBasedAdaptation/tabid/29583/Default.aspx> Último acceso 9 de agosto de 2014
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (2007) *Climate Change: Impacts, Vulnerabilities and Adaptation in Developing Countries*. Bonn, Germany
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (2009) Potential costs and benefits of adaptation options: A review of existing literature. *Technical Paper* 7
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (2011) *Ecosystem-based approaches to adaptation: compilation of information*. Durban
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (2012) *Database on ecosystem-based approaches to adaptation*. Disponible en: http://unfccc.int/adaptation/nairobi_work_programme/knowledge_resources_and_publications/items/6227.php Último acceso 9 de agosto de 2014