

# Importancia económica de las Áreas Naturales

## Protegidas como sumideros de carbono en México

Eduardo Vega-López\*

En su calidad de sumideros de carbono, los ecosistemas terrestres y específicamente los bosques mesófilos, tropicales y templados, son altamente eficientes (Masera *et al*, 2001; Ordóñez, 2004; CONABIO, 2006). Tal eficiencia ecosistémica en la regulación natural del ciclo del carbono está relacionada con la fotosíntesis y el incremento neto de la biomasa vegetal, misma que puede alterarse o degradarse si se cambia el uso de los terrenos originariamente forestales debido, entre otras causas, a: la sustitución de los bosques por cultivos agrícolas; la introducción de diferentes tipos de ganado; el avance de las manchas urbanas sobre diversas coberturas vegetales; la frecuencia y magnitud de los incendios forestales; la tala ilegal; y, en suma, a la multiplicidad de factores que se expresan en la deforestación neta (FAO, 2007).

Con la fragmentación o remoción completa de la cobertura forestal en distintos territorios, además de perderse diversos ecosistemas, hábitats específicos y especies silvestres de flora y fauna, también se degrada el flujo recurrente de los servicios ambientales que aquéllos ofrecen.

En México, la principal estrategia para promover la conservación de la diversidad biológica y sus servicios ambientales es la creación y manejo de áreas naturales protegidas (ANP) (CONANP, 2007; CONABIO, 2006). Tomando en consideración lo reportado oficialmente en el Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007-2012 (CONANP, 2007), las 158 ANP federales registradas en ese entonces en el país cubrían una superficie de 22 038 879 hectáreas, de las cuales, aproximadamente 80.2% eran terrestres y 19.8% marinas (véase el Cuadro 1).

Se ha comprobado que para el caso de los ecosistemas terrestres mexicanos, la mayor proporción de carbono almacenado se encuentra respectivamente en la vegetación aérea, los suelos y las raíces o vegetación del subsuelo (Masera *et al*, 2001; Ordóñez, 2004). Esta información es crucial para identificar la importancia de las diversas coberturas forestales en relación

\* Profesor de la Facultad de Economía (UNAM), Coordinador de la Especialización del Posgrado en Economía Ambiental y Ecológica y Titular de la Cátedra Extraordinaria en *Medio ambiente, desarrollo sustentable y cambio climático* de la misma Facultad. Esta es una versión abreviada y actualizada del documento: "Valor económico potencial de las Áreas Naturales Protegidas federales de México como sumideros de carbono", entregado por el autor en octubre de 2008 a *The Nature Conservancy* (México) para su publicación in extenso.

con el almacenamiento y captura de carbono. Igualmente resulta importante para estimar el valor económico potencial de tales ecosistemas terrestres como sumideros de carbono y, en particular el de las ANP federales en cuanto oferentes de este servicio ambiental (véase más adelante el cuadro 2).

**Cuadro 1**  
**Número de ANP por superficie y categoría**

categoría	Número de ANP	Superficie (ha)
Reserva de la Biosfera	35	10 956 505
Área de Protección de Flora y Fauna	29	6 259 861
Área de Protección de Recursos naturales	6	3 350 654
Parque Nacional	67	1 456 988
Monumento Natural	4	14 093
Santuario	17	689
Total	158	22 038 789

Fuente: Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007-2012, CONANP, 2007. Aquí se reordenaron las categorías de ANP en relación con la mayor superficie cubierta en hectáreas por cada categoría de conservación.

**Cuadro 2**  
**Carbono almacenado en ecosistemas terrestres de México**

(tCO <sub>2</sub> e / hectárea)				
Diferentes ecosistemas terrestres:	Vegetación aérea	Suelo	Raíces	Total
Bosque de coníferas	118	120	19	257
Bosque de Quercus	105	126	5	236
Bosque tropical perennifolio	186	115	4	305
Bosque tropical caducifolio, subcaducifolio y espinoso	54	100	0	154
Bosque mesófilo de montaña	189	205	36	430
Matorral xerófilo y vegetación semiárida	19	60	1	80
Pastizal natural, halófilo y gipsófilo	16	81	0	97
Vegetación acuática y subacuática	223	59	0	282
Promedio 8 ecosistemas terrestres	113.7	108.2	8.1	230.1

Fuente: elaboración propia con información de Masera *et al* (2001); Ordóñez (2004); INE-SEMARNAT (2005).

Nota: tCO<sub>2</sub>e = toneladas de bióxido de carbono equivalente, aunque en el texto, en general, se le alude sólo como carbono.

Estos rendimientos por hectárea de los diferentes sumideros de carbono sugieren la necesidad de realizar una comparación vis á vis otros usos productivos posibles en superficies equivalentes, por ejemplo, con rendimientos de toneladas por hectárea de cultivos agrícolas y sus respectivos precios de mercado, lo cual, permitiría ofrecer una primera aproximación acerca de sus respectivos costos de oportunidad.

De acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2002, el uso del suelo, el cambio de uso del suelo y la silvicultura (USCUSS), junto con las demás actividades agropecuarias representa aproximadamente 21% del total de las emisiones de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) registradas por México en 2002. El otro 79% lo explica la generación de energía eléctrica, el transporte y otras actividades industriales y urbanas como las manufactureras, las de la construcción, las emisiones fugitivas y las relacionadas con los rellenos sanitarios y las aguas residuales (INE-SEMARNAT, 2005; SEMARNAT *et al*, 2007). En conjunto, estas son las principales fuentes de las emisiones mexicanas de CO<sub>2</sub>e asociadas al proceso de cambio climático global.

Siendo la externalidad negativa más agregada y global del presente (Stern, 2006), el cambio climático y sus trascendentes costos ambientales, sociales y económicos, pueden mitigarse mediante la conservación ecológica de áreas y regiones estratégicas. De ahí la importancia adicional de los ecosistemas terrestres como sumideros de carbono y, en particular de las ANP como instrumento institucional para lograr ese propósito.

Para el caso de México, específicamente acerca del valor económico de tal externalidad negativa, hay evidencias de que "... los costos económicos de los impactos climáticos al 2100 son al menos tres veces superiores que los costos de mitigación de 50% de nuestras emisiones. Por ejemplo, en uno de los escenarios considerados, con tasa de descuento de 4% anual, se observa que los impactos climáticos alcanzan, en promedio, 6.2 % del PIB actual mientras que los costos de mitigación de 50% de las emisiones representan entre 0.7 y 2.2% del PIB, a 10 y 30 dólares la tonelada de carbono respectivamente." (Galindo, 2009).

En este sentido, conocer el valor económico potencial de las ANP federales de México como sumideros de carbono, ayuda al fortalecimiento de la estrategia de conservación ecológica nacional y a identificar e inducir oportunidades adicionales y simultáneas de proyectos de manejo sustentable de diversos ecosistemas terrestres que, también, pueden radicarse dentro de los polígonos de tales ANP.

Tal como aparece en el cuadro 3, los ecosistemas terrestres capturan y almacenan carbono no por ser ANP sino por su extensión territorial y sus cualidades ecosistémicas específicas.

Puede percibirse que el bosque mesófilo de montaña (BMM) es el menor sumidero de carbono del país no obstante que es el más eficiente en relación con este servicio ambiental. En contraste, el matorral xerófilo y la vegetación semiárida (MXVSA), siendo el ecosistema terrestre menos eficiente en cuanto a captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>e por hectárea, resulta ser el segundo sumidero de carbono equivalente más importante de los 8 ecosistemas mencionados (de acuerdo con la clasificación de Rzedowski, 1978), debido a su amplia cobertura territorial a escala nacional.

A partir de esta información y sin considerar la significativa y múltiple oferta de otros servicios ecosistémicos, sobresale la importancia de los bosques templados (BC y BQ) del país como sumideros de carbono, al concentrar 36.8% del total capturado de CO<sub>2</sub>e. Por su parte, los bosques tropicales y mesófilos (BTP, BTCSCE y BMM) almacenan 33.6% del CO<sub>2</sub>e, la vegetación de zonas áridas, semiáridas y pastizales diversos (MXVSA y PNHG) mantienen capturado otro 26.2% y el restante 3.4% lo explica el conjunto de humedales, manglares y otros tipos de vegetación acuática y subacuática (VASA).

**Cuadro 3**  
**Carbono almacenado en ecosistemas terrestres de México**

(hectáreas, tCO <sub>2</sub> e por ecosistema y porcentajes)				
Diferentes ecosistemas terrestres:	Total de hectáreas	%	tCO <sub>2</sub> e almacenadas por ecosistema	%
Bosque de coníferas	16 781 749	12.2	4 312 909 493	19.9
Bosque de Quercus	15 548 762	11.3	3 669 507 832	16.9
Bosque tropical perennifolio	9 465 901	6.9	2 887 099 805	13.3
Bosque tropical caducifolio, subcaducifolio y epinoso	23 470 314	17.1	3 614 428 356	16.7
Bosque mesófilo de montaña	1 825 204	1.3	784 837 720	3.6
Matorral xerófilo y vegetación semiárida	52 879 694	38.4	4 230 375 520	19.5
Pastizal natural, halófilo y gipsófilo	14 954 590	10.9	1 450 595 230	6.7
Vegetación acuática y subacuática	2 600 745	1.9	733 410 090	3.4
<b>Total</b>	<b>137 526 959</b>	<b>100.0</b>	<b>21 683 164 046</b>	<b>100.0</b>

Fuente: elaboración propia con información de INEGI (2005); Masera *et al* (2001); Ordóñez, (2004); e INE-SEMARNAT (2005).

Nota: si al total de hectáreas de los 8 ecosistemas aquí agrupados se le añaden 3 317 027 hectáreas de otros tipos de vegetación natural (OTVN), se llega al total de las 140 843 986 hectáreas de vegetación natural del país identificadas en INEGI (2005), superficie equivalente a poco más de 72% del territorio nacional continental.

Con el propósito de delimitar la importancia de las ANP terrestres federales como sumideros de CO<sub>2</sub>e y, por ende, para estar en posibilidad de argumentar que tal o cual número de toneladas capturadas son directamente atribuibles a las ANP mismas, se utilizaron los “índices de efectividad” de las ANP terrestres estimados por Sánchez-Cordero, Figueroa, Illodi-Rangel y Linaje (Sánchez-Cordero *et al*, 2007), así como los publicados en Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies (CONABIO-CONANP *et al*, 2007). En el apartado metodológico de la versión in extenso (Vega-López, 2008), se ofrecen detalles de cómo considerar estos índices para poder atribuir directamente a las ANP, y no sólo por ser ecosistemas más o menos eficientes en la captura y almacenamiento de carbono, las toneladas capturadas y almacenadas por hectárea manejada mediante el instrumento ANP. En las fuentes citadas al respecto, se proponen “índices de efectividad” que aluden a las tasas diferenciales de cambio tanto de la vegetación primaria como de las superficies transformadas existentes dentro de las ANP, en sus respectivas áreas circundantes y en las ecorregiones del nivel 4 donde están ubicadas.

Atendiendo a tales índices, específicamente a los relacionados con las tasas de cambio de las superficies transformadas, clasificadas por cada uno de los 8 ecosistemas aludidos y de acuerdo a los criterios metodológicos señalados en la referida versión in extenso, se clasifican a las ANP terrestres federales como:

- “Efectivas no amenazadas” (ENA)
- “Efectivas amenazadas” (EA)
- “No efectivas amenazadas” (NEA)
- “No efectivas no amenazadas” (NENA)

Dentro de las ANP federales, actualmente sólo pueden considerarse como sumideros de carbono realmente importantes aquéllas clasificadas como “ENA”, pues no sólo son las que exhiben superficies transformadas menores a sus respectivas áreas circundantes y a las ecorregiones del nivel 4 donde se encuentran ubicadas, sino que 70% de estas ANP “ENA” están en proceso de recuperación neta de sus respectivas coberturas vegetales.

No obstante, la estimación del valor económico potencial de las ANP federales como sumideros de carbono, aquí se realizó considerando exclusivamente aquellas ANP clasificadas como “NE” (tanto las “NEA” como las “NENA”). Aunque pudiera parecer paradójico, esto se debe a dos razones:

la primera es que no existen a la fecha mercados formalmente constituidos para almacenes o “bodegas vivas” de carbono, es decir, para bosques en pie con acervos o existencias de CO<sub>2</sub>e ya acumulado (que es el caso de las ANP federales clasificadas como “ENA”); la segunda se deriva de la cláusula de “adicionalidad” del Protocolo de Kioto (CMNUCC, 1998; WB, 2008), la cual establece que las reducciones de gases de efecto invernadero (GEI) que se logren mediante proyectos aprobados por el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) o la Implementación Conjunta (IC), deben ser adicionales a aquellas reducciones que de cualquier otra forma pudieran obtenerse. Tal “adicionalidad” queda establecida cuando existe una diferencia positiva o favorable entre las emisiones GEI que ocurren en un escenario asociado a una línea base y las emisiones correspondientes que se estima ocurrirán o que podrían evitarse mediante la puesta en vigor de proyectos MDL y IC (el caso potencial de las ANP federales clasificadas como “NE”, debiera ser una prioridad de política a negociar su viabilidad en el marco del MDL).

Aunque las ANP “ENA” continúan también capturando toneladas adicionales de CO<sub>2</sub>e, lo hacen y lo seguirán haciendo debido a su “efectividad” como ANP, es decir, debido a que se trata precisamente de ANP “ENA”. Mientras que las ANP “NE” podrían evitar su proceso de deterioro y así añadir en términos netos toneladas adicionales de CO<sub>2</sub>e si se diseñan e implementan proyectos eficientes de captura de carbono in situ, para lo cual, resulta conveniente documentar el valor económico positivo potencial de tales tCO<sub>2</sub>e.

Evidentemente, ambos tipos de ANP federales (las “ENA” o sumideros efectivos de carbono ya almacenado y las “NE” o sumideros no efectivos de carbono pero con importante potencial de captura, si se diseñan e instrumentan adecuados proyectos MDL in situ o proyectos similares), constituyen oportunidades de aprovechamiento ecológicamente estratégicas, socialmente convenientes y económicamente atractivas. Por ello, las ANP “ENA” (y también las “EA”) deben continuar siendo conservadas mediante presupuestos públicos, contribuciones de visitantes (pagos por acceso y visita) y donaciones privadas; mientras que las ANP “NE”, además de las tres fuentes de financiamiento mencionadas, podrían incluir las provenientes del pago por bonos de carbono asociados al establecimiento de proyectos MDL aceptables o similares in situ, mediante la participación en el mercado global de carbono.

Finalmente, debe insistirse en tres argumentos básicos: i) la estimación del valor económico potencial de las ANP federales como sumideros de carbono se circunscribe exclusivamente a ese servicio ecosistémico y a ningún otro aspecto de los ecosistemas involucrados, lo cual, abre otras opciones simultáneas de uso con valores económicos positivos adicionales; ii) dicho valor económico precisamente es “potencial” debido a que actualmente su valor económico “real” es igual a cero, ergo, cualquier cifra positiva ya es

una mejoría; y iii) que se trata de una “estimación” inicial que deberá revisarse y actualizarse para documentar de mejor manera el valor económico más apropiado para empezar a impulsar proyectos de aprovechamiento sustentable y de conservación ecológica de las ANP federales, asociados a la captura y al almacenamiento de carbono.

En realidad, más que valor económico potencial “de las ANP federales” se trata del valor económico potencial de las tCO<sub>2</sub>e “adicionales netas” capturables dentro de los polígonos de las ANP “NE” federales. Así, las 18 868 008 toneladas “adicionales netas” potenciales de CO<sub>2</sub>e capturables en diez años, se traducen en un valor económico potencial de cerca de USD\$219 millones de dólares, lo que equivaldría a alrededor de 285 millones de pesos adicionales al año para los propietarios de los predios manejados como ANP federal.

### Bibliografía

- CONABIO (2006), *Capital natural y bienestar social*, México.
- CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA-UANL, *Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies*, México.
- CONANP (2007), *Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007-2012*, México.
- Galindo, Luis Miguel (2009), *La economía del cambio climático en México*, SEMARNAT-SHCP, México.
- INE-SEMARNAT (2005), *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2002*, México.
- INEGI (2005), *Carta de uso actual del suelo y vegetación, Serie III*, México.
- Masera, Omar et al (2001), *Forestry Mitigation for México: Finding Synergies Between National Sustainable Development Priorities and Global Concerns*, Kluwer Academic Publishers, Printed in The Netherlands.
- Ordóñez, José Antonio (2004), *Índices de contenido y captura de carbono en áreas forestales*, UNAM, México.
- Rzedowski (1978), *La vegetación en México*, Editorial Limusa, México.
- Sánchez-Cordero, Víctor et al (2007), *Efectividad del sistema de Áreas Naturales Protegidas de México para conservar la vegetación natural*, Instituto de Biología, UNAM.
- Semarnat et al (2007), *Estrategia Nacional de Cambio Climático*, México.
- Stern, Nicholas (2006), *Stern Review Report on the Economics of Climate Change*, [http://www.hm-treasury.gov.uk/stern\\_report.htm](http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_report.htm)
- Vega-López, Eduardo (2008), *Valor económico potencial de las Áreas Naturales Protegidas federales de México como sumideros de carbono*, The Nature Conservancy-México.