

¿CUÁL ES EL VALOR ECONÓMICO DEL MANGLAR ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO?

Lucía Guerra-Cano^{1*}, Francisco Guerra-Martínez², Ulsía Urrea-Mariño¹, David Romero²

¹Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación-Sisal, Facultad de Ciencias, UNAM, Sisal, Yucatán, México, C.P. 97356.

²Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Mérida, Universidad Nacional Autónoma de México, Ucu, Yucatán, México, C.P. 97357.

*lguerrac98@gmail.com



Figura 1. Bosque de manglar con flamincos en Sisal, Yucatán, ejemplo de un servicio ecosistémico de soporte. Fuente: Brenda Garzón.

Todos los elementos naturales poseen un valor por sí mismos, el cual no depende de las asignaciones humanas. Sin embargo, dada la actual crisis ambiental mundial, se vuelve relevante otorgar una valoración instrumental (e.g. económica) a los recursos naturales para promover su conservación y evitar su deterioro. En este contexto, los manglares son ecosistemas sobresalientes gracias a su importancia ambiental en la mitigación del cambio climático y la protección contra eventuales efectos adversos que este provoque.

El cambio climático es entendido como una variación dentro del clima terrestre, intensificada por actividades humanas. Este fenómeno es producido por el aumento del efecto invernadero debido al incremento de gases dentro de la atmósfera (dióxido de carbono, vapor de agua, óxido nítrico, metano, etc.) que absorben parte de la radiación térmica que emite la Tierra y no permiten que ésta salga, ocasionando el fenómeno de calentamiento.

Los manglares se localizan en las zonas costeras tropicales y subtropicales, su distribución global se restringe principalmente por la temperatura, pero de manera local, la precipitación, el oleaje y el flujo hídrico son las variables que determinan su extensión. Son ecosistemas muy valiosos, altamente productivos y fuentes de alta diversidad biológica (Figura 1). Sobresalen por su capacidad de prestar múltiples servicios ecosistémicos, definidos como características, funciones o procesos ecológicos de un ecosistema que beneficia, directa o indirectamente al bienestar humano.

En particular, los manglares, poseen un papel relevante en el contexto climático debido a que pueden almacenar (o secuestrar) el carbono presente en la atmósfera y, con ello, combatir los efectos del cambio climático. Aunque cubren solo el 0.1% de la superficie terrestre, se ha reconocido su elevada efectividad para regular el clima mediante la captura de carbono atmosférico a una tasa cinco veces mayor que la de un bosque tropical maduro, constituyendo un importante sumidero de carbono que contribuye a la captura de CO₂ global.

A pesar de su importancia, los manglares son ecosistemas que se ven fuertemente amenazados por el cambio de uso del suelo, una situación que contrasta con los planes de desarrollo sostenible mundiales donde los manglares son incluidos dentro de una estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático (Figura 2a y 2b).

Valoración económica de un ecosistema

Como se ha mencionado, los seres humanos nos beneficiamos de los servicios ecosistémicos que proveen los manglares, por lo que tienen un valor importante para nosotros. Para algunos servicios como los de provisión, el valor de uso es directo, ya que se extraen materiales o materias primas directamente de los ecosistemas, pero para el resto, el valor puede ser difícil de identificar. Los valores que se atribuyen a un ecosistema se dividen en dos grandes apartados: valores de uso y no uso. Dentro de los valores de uso, se encuentra el valor de uso directo, uso indirecto y opción. El valor de uso directo suele ser el más rentable o el más común si se habla de recursos naturales ya que se incluyen actividades comerciales y de extracción (materias primas). El valor de uso indirecto comprende las funciones ecológicas que sostienen las actividades económicas en el sitio (servicios ecosistémicos de regulación y soporte); dentro de este rubro se encuentra el servicio de secuestro de carbono ya que no se obtiene un beneficio tangible. Finalmente, el valor de opción hace alusión a que eventualmente podría utilizarse un servicio a pesar de que en dicho momento no se esté utilizando, es decir, se tiene la opción de usarlo o no.

Por otra parte, el valor de no uso consiste en que, a pesar de que no se esté utilizando el servicio sea valorado por los individuos; así, se reconoce el valor intrínseco del ecosistema. Este tipo de valor adquiere dos formas: valor de existencia, que consiste en la valoración a pesar de que no haya algún tipo de uso presente o futuro, y el valor de legado referente al deseo expreso de que futuras generaciones gocen de los servicios.

Los conceptos y metodologías desarrolladas para asignar un valor económico a servicios ecosistémicos se agrupan formando una rama de la economía ambiental para ser utilizados como una aproximación de la importancia que la sociedad le otorga al medio natural. Entre otras cuestiones, también permiten establecer relaciones costo-beneficio para el análisis de posibles impactos ambientales, evaluación de alternativas tecnológicas que provean el servicio y, por ende, en la toma de decisiones.

Generalidades sobre los manglares

Los manglares son una formación vegetal halófila, leñosa que puede presentarse de manera arbórea o arbustiva. Los bosques de manglar se localizan en las zonas costeras tropicales y subtropicales donde su distribución está limitada principalmente por la salinidad (es un requerimiento, pero en grandes concentraciones puede ser un estresor) y por la temperatura. Es un ecosistema con alta productividad primaria que sustenta las complejas redes tróficas que en él se desarrollan, donde se pueden encontrar diversas especies de peces, crustáceos, moluscos, reptiles y aves, por lo que son considerados una fuente de biodiversidad.

En el caso de México, los manglares se distribuyen en la zona intermareal inundable, el interior de las lagunas costeras y deltas del Golfo de México, Océano Pacífico y Mar Caribe. En nuestro país predominan cuatro especies de las 70 reportadas: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). Aunque existen dos especies más (*Avicennia bicolor* y *Rhizophora harrisonii*) con una distribución sumamente restringida dentro del estado de Chiapas.

Los manglares presentan patrones espacio-temporales distintos que son resultado de la interacción entre la

vegetación, suelo, agua, microtopografía y atmósfera. La convergencia de todas estas variables nos da como resultado distintos tipos ecológicos de manglar (petén, cuenca, chaparros o arbustivos y franja). Una de sus características más representativas es el sistema radicular que se extiende por encima y debajo del suelo en sitios inestables o fangosos, así como sistemas excretores de sales que les permiten eliminarlas a través de sus hojas.

Cabe resaltar la importante conectividad que tienen los manglares con los arrecifes de coral y pastos marinos, ya que entre estos ecosistemas existe una permanente migración de especies que se mueven de un ecosistema a otro en algún punto de su ciclo de vida, ya sea en su estadio larval, juvenil o para desovar. Se sabe que los manglares incrementan la biomasa de los arrecifes de coral debido a que los organismos que en su fase juvenil se encuentran dentro del manglar, migran hacia los arrecifes en su vida adulta siendo nuevos reclutas del stock.

El impacto del cambio climático en los manglares

Por sus efectos, el cambio climático es considerado una de las mayores amenazas para los ecosistemas. La situación geográfica de México hace a sus costas altamente vulnerables a los impactos del cambio climático ya que, al encontrarse entre dos océanos, el aumento en el nivel medio del mar afectará de manera directa estas zonas, comprometiendo la prevalencia de los manglares.

Las temperaturas están en aumento y, como consecuencia de esto, las predicciones indican un proceso de intensificación y aumento de la frecuencia de los eventos hidrometeorológicos extremos (ciclones tropicales, inundaciones, sequías). Por ello, los servicios ecosistémicos que prestan los manglares para reducir estos impactos los vuelven muy valiosos, y a medida que los efectos del cambio climático incrementen, también lo hará el valor de los manglares.

El cambio climático tiene varios impactos negativos con posible incidencia sobre los ecosistemas de manglar. Por ejemplo, el incremento en el nivel del mar afecta (o afectaría) al ecosistema debido a que las especies que lo conforman son sensibles a cambios en el hidropereodo (nivel, tiempo y frecuencia de inundación) y a la salinidad podría rebasar el umbral de tolerancia fisiológica de las especies vegetales del manglar. Otras afectaciones se dan por el cambio en las corrientes oceánicas, intensificación de eventos hidrometeorológicos que puede propiciar un aumento en el flujo de sedimentos perturbando la circulación

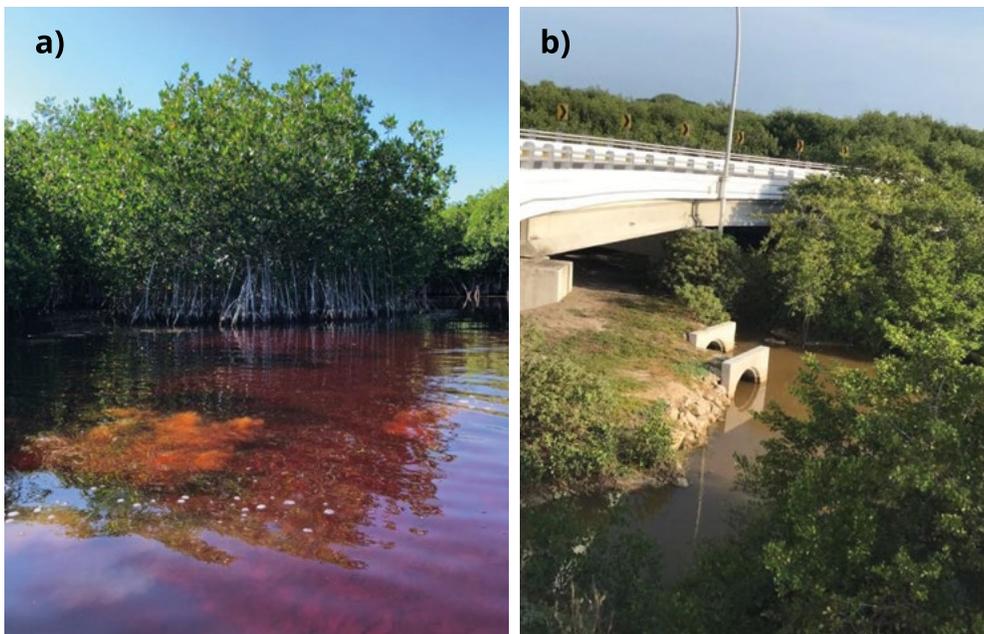


Figura 2. Manglares con distinto grado de conservación. a) Manglar en buen estado de conservación. b) Manglar degradado a causa de construcción carretera. Fuente: Brenda Garzón, Lucía Guerra.



Figura 3. Personas utilizando servicios ecosistémicos culturales en la ciénega del manglar. Fuente: Brenda Garzón.

del agua dulce o salobre, así como afectaciones en la productividad. Los cambios en la precipitación afectan la distribución, extensión y tasas de crecimiento de los árboles; el aumento en la temperatura afecta la composición, la fenología, la productividad y el área de distribución de los manglares.

En general, el cambio climático provocará un deterioro en los manglares que podría comprometer o disminuir su estructura, composición y función, así como ocasionar modificaciones físicas, químicas y biológicas características del ecosistema. Así mismo, la provisión de servicios ecosistémicos (provisión de madera, purificación del agua, protección costera, recreación, formación de suelo, hábitat para especies pesqueras comerciales) se puede ver comprometida. Sin embargo, dada la elevada capacidad de los manglares para almacenar carbono atmosférico en el sedimento, puede ser uno de los últimos servicios en eliminarse ya que es necesario que la vegetación se remueva para que este carbono sea liberado nuevamente a la atmósfera, de lo contrario, permanece almacenado.

¿Por qué valorar los manglares?

Al igual que el resto de los ecosistemas, en los manglares se llevan a cabo innumerables procesos para que estos puedan establecerse y desarrollar todas sus funciones. Según la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, por sus siglas en inglés), los servicios ecosistémicos que brindan los manglares se dividen en cuatro grupos: provisión, regulación, culturales y de soporte, siendo estos últimos la base del resto (Figura 3).

En la Tabla 1, se esquematizan algunos de los servicios ecosistémicos que provee el manglar, éstos se encuentran organizados bajo el marco conceptual de la MEA. En ocasiones, los servicios que más se perciben son los de provisión, ya que son de uso extractivo, no obstante, no se debe pasar por alto que los manglares nos están proveyendo más servicios, aunque no sean perceptibles. La regulación del clima (e.g. captura de CO₂) y protección costera (protección contra eventos hidrometeorológicos) son algunos de los servicios ecosistémicos con los que los manglares contribuyen directamente a atenuar los impactos del cambio climático. Esto los pone en la mira del mundo como ecosistemas clave para hacer frente a este fenómeno que aqueja a todo el planeta.

Recientemente se ha optado por la valoración económica, con el fin de crear conciencia y dimensionar (en un lenguaje universal como lo es el dinero) los beneficios que los humanos obtienen de los ecosistemas. De esta manera, se tiene la atención mundial puesta en los manglares para su conservación y que sigan proveyendo los servicios antes mencionados. La asignación de un valor monetario a un servicio o bien natural suele

Provisión	Regulación	Culturales
Alimentos Fibra, madera Materiales genéticos Productos químicos	Regulación del clima Regulación biológica Purificación del agua Retención de sedimento Protección costera	Espiritual e inspiración Recreación Estética Educación
Soporte		
Biodiversidad, formación de suelo y ciclo de nutrientes		

Tabla 1. Servicios ecosistémicos proveídos por el manglar según la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005). Elaboración propia.

Autor	Año	Localidad	Precio (USD ha/ año)	Almacén de CO ₂ valorado
Suthawan Sathirathai	1998	Tailandia	\$13.68	Estructura viva aérea y follaje
Kairo <i>et al.</i>	2009	Kenia	\$44.42	
De la Peña <i>et al.</i>	2010	Colombia	\$87.76-591.41	
Siikamäki <i>et al.</i>	2012	Todo el mundo	\$4-10	Estructura viva aérea, follaje y sedimento
Estrada <i>et al.</i>	2014	Brasil	\$19-82	Estructura viva aérea y follaje

Tabla 2. Valores correspondientes al servicio de captación de CO₂ y la estructura donde se lleva a cabo la captura.

ser compleja y los valores pueden variar en función de la metodología con que se haya estimado, el método de valoración que se haya empleado, e incluso, la percepción que las personas tengan del servicio o bien natural.

El valor de los manglares en el contexto del cambio climático

El incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero ha favorecido la percepción general del daño social y económico que pueden causar los efectos del cambio climático, lo que ha desencadenado el interés en minimizar lo más posible estos estragos. En este sentido, viene a colación la necesidad de conservar los manglares y para que esto suceda, debemos tener una amplia comprensión del papel que estos desempeñan en el secuestro de carbono.

Diversos autores se han dedicado a la valoración económica de los manglares con respecto a cuánto carbono pueden capturar y almacenar en el follaje, estructura viva aérea y subterránea y en el sedimento. A pesar de los diversos esfuerzos de valoración, la variabilidad en los precios aún es muy grande porque el valor que se le asigna está en función del componente que se evalúa (follaje, estructura aérea o carbono subterráneo) y el precio pagado por el Banco Mundial a través de los certificados de reducción de carbono (o bonos de carbono).

Las valoraciones económicas estimadas en manglares a partir del secuestro de carbono, se muestran en la Tabla 2. Se consideran publicaciones entre 1998 y 2014, permitiendo visualizar la dinámica en las valoraciones a través del tiempo y de distintas partes del mundo resaltando la variación respecto a la ubicación geográfica de los manglares.

El primer estudio (Sathirathai, 1998) reporta distintos valores económicos que le atribuyen al manglar en Tailandia. La estimación se realizó a partir de la biomasa vegetal aérea y se reportó que el valor del manglar por la captura de carbono era de \$13.68 USD ha/ año, puntualizando que la valoración se realizó a partir del precio pagado por el Banco Mundial en 1995. Así mismo, este estudio reconoció el importante rol que desempeñan los manglares en la disminución de gases de efecto

invernadero a través de la fotosíntesis. No obstante, en comparación con los demás estudios, el precio que reportó fue bajo. Esto puede deberse a que el mercado de carbono estaba creándose y se consideraba relativamente nuevo.

Una década después, en 2009, un estudio realizado por Kairo *et al.* (2009) muestra un análisis económico de un manglar en Kenia, donde estimaron que el valor económico de la biomasa aérea era de \$44.42 USD ha/ año. Tan sólo un año después, De la Peña *et al.* (2010) reportaron que, en Colombia, el valor económico oscilaba entre \$ 87,76 y \$591,41 USD ha/ año, variación atribuida al muestreo efectuado ya que los sitios muestreados presentaban diferencias en el desarrollo estructural de los árboles. Estrada *et al.* (2015) realizaron una evaluación económica al sur de Brasil, donde el rango de precios que reportan (\$19 a \$82 USD ha/ año) está en función del tipo ecológico de manglar.

Siikamäki *et al.* (2012) realizaron estimaciones globales de la capacidad de los manglares para capturar el carbono y les asignaron un valor a partir de la prevención de pérdidas en la cobertura de manglar; el rango de valores comprende la variabilidad de los manglares en todo el mundo para captar y almacenar. Una de las limitaciones que tiene su investigación es la magnitud de la escala que abarcó, lo cual podría agregar incertidumbre en los valores que se reportan debido a que no es homogénea la captura de carbono en todos los manglares del mundo.

De los cinco trabajos consultados, sólo tres reportan que las valoraciones realizadas están en función de los certificados pagados por el Banco Mundial. El mercado de los certificados ha sido fluctuante, lo que se refleja en la variación de precios dentro de las publicaciones consideradas ya que se observó un cambio de \$5.76 USD (t CO₂) a \$10 USD, y nuevamente a \$3.5 USD, en ese periodo de tiempo.

La variación en los precios asignados está en función de muchos factores, tanto internos como externos. El principal es que las valoraciones están sometidas al precio de los bonos de carbono que pague el Banco Mundial, ya que es el organismo que controla el mercado. El valor que se le asigne depende de cuánto carbono almacena, y es imprescindible mencionar que no todas las especies ni los tipos ecológicos de manglar almacenan las mismas toneladas, por lo que es otro factor que influye en el precio. Como se mencionó anteriormente, De la Peña *et al.* (2010) señalan que la variación en los precios puede deberse al diseño de muestreo ya que se consideran distintas especies, por lo que este factor también debe ser considerado si se desea realizar una valoración semejante.

Mercado internacional alrededor de los bonos de carbono

A consecuencia de la preocupación internacional por la mitigación del cambio climático se alentaron iniciativas orientadas a mantener las reservas de carbono a través de incentivos financieros de conservación, es decir, bonos de carbono. Mediante el Protocolo de Kioto, 35 países y la Comunidad Europea se comprometieron a disminuir 5% sus emisiones de gases de efecto invernadero respecto al año 1990, acción realizada en mayor medida mediante la comercialización de bonos de Mecanismo de Desarrollo Limpio¹ (MDL).

El mercado del carbono está basado en la premisa de que el carbono almacenado puede cuantificarse mediante métodos científicos y así venderse como bono, que el comprador utilizará como medio para compensar sus emisiones. Estos bonos permiten que los países en vías de desarrollo, como México, puedan transferir certificados de reducción de emisiones a países desarrollados y empresas contaminantes para que compensen sus emisiones.

La comercialización de los bonos y el precio al que son vendidos está en función del mercado demandante, siendo el Banco Mundial el mayor comprador de bonos por lo que es quien regula el mercado. Por esta razón, De la Peña *et al.* (2010), reconocen que la valoración económica del manglar está influenciada por lo que dicha organización estipula, es decir, por el precio al que se paga un bono de carbono.

¿Qué concluimos?

A pesar de los múltiples beneficios aportados por los manglares, la cobertura de éstos sigue disminuyendo a una tasa sostenida, comprometiendo la provisión de servicios ecosistémicos. Por esta razón se debe poner en discusión el desarrollo de programas de restauración y conservación que garanticen la continuidad de este ecosistema y servicios en el tiempo.

Debido a la relevancia que tienen los manglares como parte de las medidas de adaptación y mitigación ante el cambio climático, la valoración económica a la que se someten puede ser subestimada ya que los efectos se dan a escala global y repercuten en los sistemas económicos humanos, por lo que sus beneficios pueden ascender a más de unos cientos de dólares.

El cambio climático y los riesgos asociados a él (aumento del nivel medio del mar e incremento de eventos hidrometeorológicos extremos, etc.) amenazan las poblaciones costeras. Además de fungir como sumideros de carbono, los manglares desempeñan un papel importante en la protección costera, por lo que, de manera local, su valor e importancia sobrepasa las expectativas al interferir directamente en la calidad de vida de las comunidades costeras.

La valoración de los servicios ecosistémicos es una estrategia que ha sido de utilidad para dimensionar los beneficios que obtenemos de los ecosistemas. Los datos obtenidos sirven como una herramienta en la toma de decisiones ante posibles perturbaciones ambientales o la implementación de tecnologías que sustituyen al ecosistema en la provisión de servicios (e.g. planta de purificación de aguas negras o grises).

El mayor valor asignado al manglar por el servicio de captura de CO₂ se registró para Colombia, no obstante, los autores recalcaron que este está en función de lo que pague el Banco Mundial, ya que es el comprador mayoritario de créditos. Por ende, los precios pagados por el Banco Mundial son un indicador más cercano de los precios que pueden alcanzar los certificados (entendidos como t CO₂ capturadas).

En lo referente a la valoración económica de la captación de carbono, se puede identificar una variación en los valores asignados a lo largo de las escalas temporal y geográfica. Es de esperarse que, en la valoración más antigua, el valor sea menor. Sin embargo, el valor es equiparable con el reportado por Siikamäki *et al.* años después lo que se puede deber a la amplia escala geográfica que este último utilizó.

La valoración de servicios ecosistémicos del manglar genera información para implementar un sistema de pago de servicios ambientales o sus similares, la cual es una alternativa de conservación para los manglares que además pueden ser una fuente de ingresos. En relación con el cambio climático, conforme los efectos de este fenómeno incrementan, las zonas de manglar se volverán más valiosas y, entonces, la valoración económica de estos ecosistemas será mayor o incluso las valoraciones serán mejor estimadas para cumplir con los acuerdos internacionales de disminución de gases de efecto invernadero.

Referencias

- De la Peña, A., Rojas, C. A., & De la Peña, M. (2010). Valoración económica del manglar por el almacenamiento de carbono, Ciénaga Grande de Santa Marta. *Clio América*, 4(7), 133-150.
- Estrada, G. C. D., Soares, M. L. G., Fernandez, V., & de Almeida, P. M. M. (2015). The economic evaluation of carbon storage and sequestration as ecosystem services of mangroves: a case study from southeastern Brazil. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 11(1), 29-35.
- Kairo, J. G., Wanjiru, C., & Ochiwo, J. (2009). Net pay: economic analysis of a replanted mangrove plantation in Kenya. *Journal of Sustainable Forestry*, 28(3-5), 395-414.
- Sathirathai, S. (1998). Economic valuation of mangroves and the roles of local communities in the conservation of natural resources: case study of Surat Thani, South of Thailand. EEPSEA research report series/IDRC. Regional Office for Southeast and East Asia, Economy and Environment Program for Southeast Asia.
- Siikamäki, J., Sanchirico, J. N., & Jardine, S. L. (2012). Global economic potential for reducing carbon dioxide emissions from mangrove loss. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(36), 14369-14374. doi:10.1073/pnas.1200519109

¹Los MDL son instrumentos de financiamiento estipulados en el Art. 12 del Protocolo de Kioto, mejor conocidos como bonos de carbono. Se emplean a través de Certificados de Reducción de Emisiones (CER), Unidades de Remisión (RMU) y Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD+).