

# VALORACIÓN Y DEMANDA DEL SERVICIO AMBIENTAL HIDROLÓGICO EN EL PARQUE NACIONAL CUMBRES DE MONTERREY

Saldívar V., Américo<sup>1</sup>; Olivera V., S. Marcelo<sup>2</sup>; Isidro C., Adán<sup>3</sup>

Fecha de recepción: 18-01-12

Fecha de aceptación: 05-06-2013

## Resumen

El Parque Nacional Cumbres de Monterrey representa una zona de vital importancia por la aportación de bienes y servicios ambientales a la dinámica y sobrepoblada Zona Metropolitana de Monterrey. Sin embargo, existen procesos económicos y sociales que ejercen una fuerte presión para su conservación, que la hace vulnerable en el futuro cercano. En este trabajo se presenta un análisis para instrumentar un mecanismo de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos con la finalidad de incentivar su conservación y asegurar la disponibilidad de agua potable para los usuarios de las cuencas media y baja. Para ello, se utilizaron los métodos de valoración contingente, costo de oportunidad y costo de restauración. Los resultados sugieren que la sociedad es consciente de la importancia del Parque y muestran una alta proporción de participación a través de su disposición a pagar para conservarlo.

1 Doctor en Sociología (Colegio de México). Profesor e investigador en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Economía (Universidad Nacional Autónoma de México – UNAM). Dirección postal: 70-545, UNAM, C.P. 04510. Teléfono: 52-55-56521888 ext. 48983; e-mail: [americo@servidor.unam.mx](mailto:americo@servidor.unam.mx)

2 Doctor en Economía con especialidad en Economía de los Recursos Naturales (Facultad de Economía, UNAM, México). Profesor e investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana, Distrito Federal, México. Dirección Postal: Av. Insurgentes Sur 4360, B-304, La Joya; Tlalpan, CP 14090, México DF, México. Teléfono: 52-55-91776600; e-mail: [satzcha@msn.com](mailto:satzcha@msn.com)

**Palabras clave:** Valoración Económica, Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos, Disposición a Pagar, Sustentabilidad.

**Clasificación JEL:** Q59.

## Abstract

The “Parque Nacional Cumbres de Monterrey” is a region of vital importance given its contribution of environmental goods and services to the dynamic and booming Metropolitan Area of Monterrey. However, there are economic and social processes that exert strong pressure on its conservation thus making it vulnerable in the near future. This paper analyses the implementation of a Payment for Hydrological Environmental Services mechanism with the objective to provide incentives for the region’s preservation and ensure water availability to the mid and low basins consumers. Methods used for the analysis presented are: Contingent Valuation, Cost of opportunity and Restoration costs. The research results suggest that society is cons-

3 Economista (Facultad de Economía, UNAM, México), Asistente de consultor (Dr. Américo Saldívar V., UNAM) “Beneficios Económicos del Tratamiento de Aguas Residuales en la Cuenca baja del Río Coatzacoalcos - Veracruz, México”. Dirección postal: Cahitas 35C, CTM Culhuacán II, C.P. 04440, Coyoacán, México, D.F. Teléfono: 52-55-56221888 (anexo: 48983); e-mail: [adan\\_119@yahoo.com.mx](mailto:adan_119@yahoo.com.mx)

cious of the importance of the Parque and has a high level of participation through people's inclination and willingness to pay for its conservation. But the main obstacle to apply the mechanism comes from political and institutional agencies.

**Keywords:** Economic Valuation, Payment for Hydrological Environmental Services, Willingness to Pay, Sustainability.

**JEL Classification:** Q59.

## 1. INTRODUCCIÓN

Tanto el Parque Nacional Cumbres de Monterrey como la Zona Metropolitana de Monterrey (en adelante, ZMM) se encuentran dentro de la cuenca del Río Bravo<sup>4</sup>, considerada una de las más importantes de México, por su relevancia económica, geográfica, fronteriza, así como por su nivel de vulnerabilidad, sobreexplotación y degradación del recurso agua.

A raíz de la conformación en el año 2000 del Consejo de Cuenca del Río Bravo y del Grupo de Seguimiento y Evaluación, se detectó la siguiente problemática: a) escasez del recurso agua; b) aumento de la demanda y creciente competencia entre usos, usuarios y entidades federativas (por ejemplo, Nuevo León y Tamaulipas); c) sobreexplotación y contaminación de cauces y acuíferos; d) ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extre-

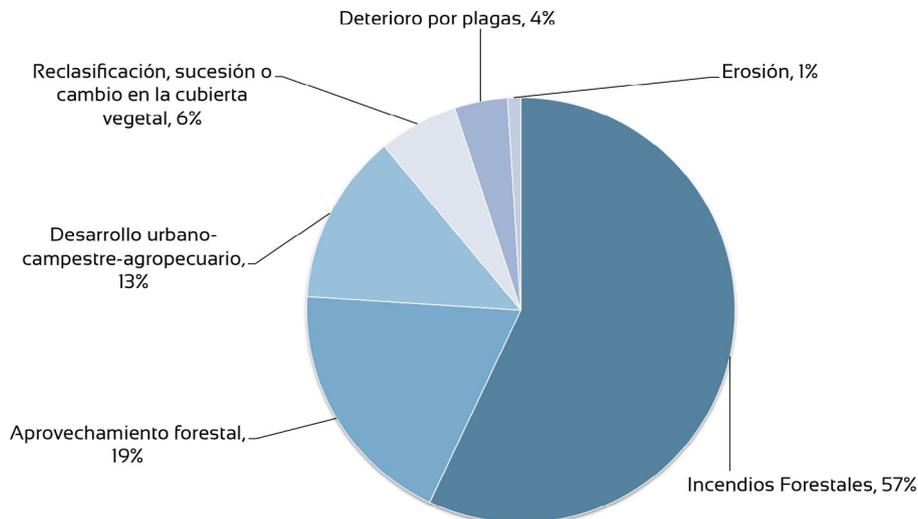
mos; e) bajas eficiencias en los usos agrícola y municipal; y f) insuficientes sistemas de medición de la cantidad y calidad del recurso, entre otros (CONAGUA, Gerencia Regional Río Bravo 2006, p. 9).

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (en adelante, CONANP) señala en el Plan de Manejo del Parque Nacional lo siguiente: "El noreste de México se ha caracterizado por su progreso, con dominancia de la actividad industrial, lo que ha derivado en un dinámico cambio de uso de suelo que, aunado al aprovechamiento irracional de los recursos forestales, han modificado los ciclos hidrológicos, el reabastecimiento de los mantos acuíferos, el hábitat natural de la fauna silvestre y ha aumentado la pérdida de suelo por erosión" (CONANP, 2007, p. 9). Esto ha traído aumento de temperatura, mayor tasa de evaporación, baja precipitación pluvial y por lo tanto, disminución del aporte de agua al subsuelo y a las corrientes superficiales. El agua es el más importante servicio ambiental que proporciona el Parque, por lo que la falta de dotación del líquido elemento significaría cambios dramáticos en el bienestar de los habitantes de la Zona Metropolitana de Monterrey (CONANP, 2007).

En relación al cambio de uso de suelo en la ZMM, recientemente hay presiones urbanas por mayores y mejores áreas de ubicación para sus viviendas (que implica el fraccionamiento de zonas residenciales), así como por mayores áreas de esparcimiento para uso de las empresas (como campos de golf, clubes exclusivos y campos deportivos). Por su parte, en el medio rural de Cumbres de Monte-

4 Esta se ubica en la franja fronteriza con Estados Unidos de Norte América y abarca cuatro estados de la República Mexicana: Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, con una superficie, en la parte mexicana, de 226,280 km<sup>2</sup>.

**Figura 1. Procesos de Transformación de la Sierra Madre Oriental**



Fuente: CONANP, 2007.

rrey, el cambio de uso de suelo se presenta por la expansión de la frontera agropecuaria, la extracción de materiales para construcción y la presión por actividades del turismo. En la figura 1 se presenta los principales factores de presión del uso de suelo en la región de la Sierra Madre Oriental, donde se localiza Cumbres de Monterrey.

Se reconoce la gran importancia económica, social y ecológica que tiene el Parque Cumbres de Monterrey, al brindar sus servicios ambientales a la población y a la industria de la ZMM. La CONANP (2007) señala que esta área contiene la segunda mayor concentración de especies de pinos y encinos, y asimismo que ocupa el segundo lugar en riqueza de especies y endemismos para la flora fanerogámica (con unas 3,600 especies endémicas) y el primer lugar en endemismos de avifauna. Adicionalmente, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) considera a esta área como de alto

valor para la conservación, ya que se presentan zonas alternadas de bosques de pino y de chaparral en buen estado de conservación; también le asigna una categoría alta en su función como corredor biológico ya que une áreas de bosques templados con áreas más secas al norte. Por todo lo anterior, su falta de protección y cuidado acarrearía grandes daños a la región en el mediano y largo plazos.

De esta manera, ante la problemática planteada, en este estudio se considera que el manejo de las cuencas hidrográficas constituye un aspecto propicio para la gestión integral del agua, mientras que el Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (en adelante, PSAH) representa solo una de las muchas directrices para lograr dicho objetivo. En tal sentido, los objetivos de este estudio son:

Estimar y conocer la disposición a pagar (DAP) por parte de los usuarios domésticos del agua de la ZMM para contribuir a las actividades de

conservación y/o mejoramiento de los ecosistemas forestales que mantengan o mejoren la provisión de servicios ambientales hidrológicos.

Estimar el costo de oportunidad del uso del suelo de las actividades económicas primarias para la conservación del bosque en las zonas rurales de Cumbres de Monterrey, así como el costo de restauración del suelo forestal.

Definir una propuesta para el funcionamiento de un mecanismo de PSAH que incluya: el instrumento de recaudación, la periodicidad y medios de pago, así como la disponibilidad de los gobiernos locales para participar en el desarrollo del esquema propuesto.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Farley y Costanza (2010) señalan que el tema del Pago por Servicios Ambientales (en adelante, PSA) ha incrementado su popularidad en la medida que representa una forma de manejar los ecosistemas a través de los incentivos económicos. Estos autores comentan que los servicios ecosistémicos son esenciales, no sustituibles y la mayoría de ellos se están volviendo escasos, por lo que implican costos reales para su prestación. De ahí deriva la pertinencia de desarrollar mecanismos adecuados para pagar por ellos.

Respecto al tema de la equidad y la eficiencia, como parte del debate entre los enfoques de la economía ambiental y la economía ecológica, Farley y Costanza (2010) y Tacconi (2012) retoman la discusión sobre qué mecanismo

de PSA es más apropiado. Desde la visión de la economía ecológica, los esquemas de PSA deben dar prioridad esencial a la no sustituibilidad de los servicios de los ecosistemas, especialmente aquellos cuya oferta es insuficiente para satisfacer las necesidades básicas (Farley y Costanza, 2010, p. 2066). Los servicios ambientales y su pago van mucho más allá de una transacción coasiana, ya que dentro del enfoque de la economía ecológica el interés social, la sustentabilidad, la distribución, junto con la conservación y el desarrollo rural, serían más importantes que la eficiencia económica (Tacconi, 2012). En ambos planteamientos se sugiere que se debe trascender la perspectiva convencional de los economistas en el tema, ya que se ha dado prioridad a esquemas de PSA basados en el mercado, cuando es necesario reconocer la complejidad inherente de los ecosistemas y su sostenibilidad, así como priorizar el tema de la justicia y equidad por sobre la eficiencia económica.

En relación a la disyuntiva entre mercado versus bienes públicos, se discute una contraposición por el hecho que los mercados son sistemas de intercambio voluntario en el que los precios son determinados por la interacción de la oferta y la demanda, mientras que los servicios que brindan los ecosistemas son determinados por sus características físicas y solo pueden abordarse considerando las cuestiones de no-rivalidad y no-exclusividad. En este sentido, existe una gran variedad de servicios ambientales con la propiedad de no-exclusividad, por lo que su libre acceso es inevitable y la negociación de sus costos de transacción en el mercado podría ser vasta. De esta manera, no hay ninguna razón en par-

ricular para creer que un enfoque basado en el mercado será más eficiente que cuando no lo es per se, y menos aún para creer que será más sostenible y justo. Por esto, en lugar de tratar de comercializar los servicios a través de la creación de mercados, se tiene que aceptar que se trata de bienes públicos, los cuales son intrínsecamente no-excluibles, y puede tener sentido para las instituciones el tomar la iniciativa, de manera complementaria, en la medida de lo posible, con esquemas mercantiles. No es ninguna coincidencia que muchos de los esquemas de PSA sean patrocinados por los gobiernos (Farley y Costanza, 2010, p. 2065).

Referente a los temas de PSA, las instituciones y la política pública, Kelsey, Kousky y Sims (2008) apuntan que en los casos en que los servicios de los ecosistemas sean bienes públicos, puede ser deseable la participación de los gobiernos y así superar el tema del free-riding a través de gravámenes a los beneficiarios para recaudar fondos. Por su parte Muradian, et al (2010) señalan la importancia de no subestimar los factores institucionales y de política económica al diseñar un mecanismo de PSA, considerando para ello tanto los enfoques teóricos como las prácticas de implementación del mismo.

En contexto de lo político, Kelsey, Kousky y Sims (2008) recomiendan tener presente los siguientes temas: a) los fondos disponibles para comprar servicios de los ecosistemas depende no sólo de su demanda, sino también de la estructura del mecanismo de financiamiento; b) aunque los esquemas de PSA puedan ser más rentables (usando el criterio de costo-efectividad), su viabilidad política de-

pende del poder de aquellos grupos que soportan tanto los costos como los beneficios; c) las subvenciones existentes que son producto de arreglos políticos pueden interferir con los incentivos eficaces; d) los actores no gubernamentales serán más eficaces cuando sean un complemento de las instituciones gubernamentales.

Finalmente, a partir de la puesta en práctica de diversos esquemas de PSA en el mundo, se han identificado ciertos temas en los cuales debe centrarse la atención para desarrollar y/o mejorar dichos esquemas. Al respecto, Farley y Costanza (2010) señalan la importancia de retomar los criterios de la Declaración de Heredia sobre PSA referidos a: la certidumbre de medir la provisión de los servicios ecosistémicos, la definición apropiada de los derechos de propiedad, la distribución equitativa de los costos y beneficios derivados de la provisión de dichos servicios, el financiamiento sostenible y, la participación social, entre otros.

Por su parte, Muradian et al (2010) comentan que deben existir al menos tres condiciones necesarias para que opere un esquema "genuino" de PSA: 1) definición clara del tipo y conservación del uso de suelo; 2) que los usuarios tengan el derecho de terminar la relación contractual (en tanto se trate de una transacción voluntaria) y; 3) existencia de monitoreo que asegure la provisión del servicio. Sin embargo, no siempre se cumple alguna de estas condiciones, además de que existe una gran variedad de casos de PSA donde su éxito depende grandemente del involucramiento del Estado y de las comunidades locales.

### 3. METODOLOGÍA

Muchos de los recursos naturales son valorados comercialmente, sin embargo, existen otros atributos provenientes del medio ambiente que difícilmente pueden ser evaluados en términos crematísticos, como la calidad del aire y los flujos de servicios de los ecosistemas (Freeman, 1993). Y dado que no existe un indicador (precio) en el mercado que permita negociar el valor que estos recursos tienen, en muchos casos se hace un uso inadecuado de ellos. Azqueta (1994) clasifica estos bienes en: externalidades, bienes públicos y recursos comunes.

En el caso de las funciones ambientales, para llegar a estimar valores, se crearon diferentes métodos de valoración, los cuales se clasifican en directos e indirectos. Los métodos de valoración directos se basan en precios de mercado disponibles. La fuente de información se basa en parámetros de conductas observadas, como los precios pagados o gastos efectuados en mercados convencionales tales como cambio en productividad, pérdidas de ganancia (por ejemplo, con efectos en la salud) y costo de oportunidad. Por su parte, con los métodos indirectos es posible inferir el valor implícito de un bien, a través de precios pagados por otros bienes o servicios relacionados con el mismo tales como: diferenciales de salario, precios hedónicos (valores de la propiedad), funciones de producción y costo de viaje, entre otros.

Cada uno de los métodos usados en este estudio, fueron seleccionados de acuerdo a la disponibilidad de información, la restricción

de tiempo, además de que nos permitiesen responder a las preguntas de investigación formuladas y por lo tanto resolver adecuadamente los objetivos planteados.

#### 3.1. Método de Valoración Contingente

El Método de Valoración Contingente (MVC) consiste en simular un mercado para un bien o conjunto de bienes, que no lo tienen. Mediante encuestas a una muestra de usuarios, se trata de averiguar la disposición a pagar (DAP) por disponer de un bien ambiental. Esta forma de medición permite una amplitud de aplicaciones, desde el mercadeo hasta la valoración de bienes ambientales, pasando por determinación de daños en bienes colectivos. Esto constituye la principal ventaja del método, aunque simultáneamente la elaboración del ejercicio enfrenta una notable complejidad (Riera, 1994). La DAP resultante debe interpretarse en su contexto, como el monto en dinero calculado para un determinado grupo objetivo, en las dimensiones de tiempo y espacio, por lo cual predicciones más allá de los valores monetarios obtenidos no tienen ninguna validez. Además, es necesario aclarar que este valor de ninguna manera implica un pago por parte del grupo y/o población objetivo.

Para el desarrollo de este método, se realizó una encuesta en la ZMM en octubre de 2007, con una muestra que cubre los requerimientos metodológicos de acuerdo a la teoría del muestreo aleatorio simple. Se aplicó un cuestionario bajo la modalidad referéndum

(formato dicotómico), con las correcciones de Hanemann, que requiere de los entrevistados únicamente respuestas del tipo “sí” o “no”, a diferencia de métodos utilizados anteriormente que exigían repreguntar varias veces hasta que el entrevistado cambiase el signo de su respuesta. La variante aplicada tiene enormes ventajas, porque elimina el sesgo que inducen las repreguntas, además de que tiene un menor costo de aplicación (Bishop y Heberlein, 1979).

Hanemann (1984) y Cameron (1988) desarrollaron formulaciones teóricas del MVC que permiten estimar cambios en el bienestar de las personas. Hanemann formula el problema como la comparación entre dos funciones indirectas de utilidad. Cameron interpreta la respuesta como una comparación entre la cantidad de dinero sugerida en la encuesta y la diferencia entre los valores dados por la función de gasto evaluada con y sin posibilidad de acceso al bien público que se pretende valorar. McConnel (1990) demostró que las porciones determinísticas de los dos modelos sugeridos son duales entre sí. La diferencia entre los dos enfoques es el momento en que se agrega el término estocástico a las funciones.

En el presente estudio se privilegió el enfoque de Hanemann para la estimación de las medidas de bienestar. Se usó la formulación del modelo en su versión lineal múltiple, la cual expresa la DAP como cambios en el nivel de bienestar en función al monto de pago ( $X$ ) y las características más relevantes de la muestra ( $X_i$ ) y un factor estocástico:

$$\Delta V = \alpha - \beta X - \beta_i X_i + \eta \quad (1)$$

El proceso de cálculo de la muestra, se realizó a través de la aplicación de un modelo *multinomiallogit*, el cual fue significativo y cumplió con los test y restricciones estadísticas usuales.

Si bien el MVC ofrece ventajas, también presenta debilidades (Mathews, 1995), entre ellas que frecuentemente no muestra ser sensible a la dimensión del bien ambiental (*scope*), la que presenta sensibilidad al marco de referencia con el cual se formula la pregunta de valoración hipotética, generando comportamientos estratégicos en los entrevistados y el consecuente sesgo en la respuesta. También es sensible a la consideración de sustitutos y, en muchos casos, los resultados no han sido validados por otros métodos. Sin embargo, en la década de los noventa fue discutida ampliamente la validez de los resultados de Valoración Contingente (Riera, 1994), sobre todo como una medición de desastres ecológicos (y/o contaminación), que es utilizada ante tribunales, a partir de una discusión ventilada por expertos en el seno de la Comisión de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, de los Estados Unidos). Actualmente en México se aplica este método para medir la compensación por los daños producidos por el derrame de petróleo de la British Petroleum en el Golfo de México (INE, 2012).

### 3.2. Costo de oportunidad

El concepto de costo de oportunidad se basa en la idea de que los costos de usar un recurso para propósitos que no tienen precios en el

mercado, o no son comercializados, pueden ser estimados utilizando el ingreso dejado de percibir por no usar el recurso en otras actividades productivas (definida como variable proxy). Tal es el caso, por ejemplo, de preservar un área para un parque nacional en vez de usarlo para fines agrícolas. Los ingresos dejados de percibir en la actividad agrícola representan, en este caso, el costo de oportunidad del parque. Así, en vez de valorar directamente los beneficios del parque, se estima los ingresos dejados de ganar por preservar el área. En este contexto, el costo de oportunidad es considerado como el costo de la preservación. En el presente estudio se definió los ingresos promedio por las principales actividades que compiten por la conservación del bosque, siendo el trabajo agropecuario la principal actividad de la región.

### 3.3. Costos de restauración

Conservar o preservar un área natural implica un precio o un costo económico. En el caso de la restauración de ecosistemas se debe asignar un precio de mercado, con lo cual, de manera indirecta, es posible cuantificar el monto a pagar a los propietarios de los bosques para que realicen diversas obras de conservación y manejo. Para este estudio, el costo por restauración se estableció a partir de los criterios de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Dependiendo de las condiciones y el tipo de ecosistema, así como de los precios de mercado de los insumos necesarios, es posible determinar un precio en particular por hectárea restaurada.

## 4. DEMANDA Y OFERTA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS

### 4.1. La demanda

El agua para uso doméstico siempre tendrá preferencia en el diseño de las políticas, programas y normas administrativas que se elaboren para la prestación del servicio público de agua potable (Artículo 22 de la Ley de Agua Potable y Saneamiento del Estado de Nuevo León). En este sentido, al mes de junio de 2007 se ofrecía servicio de agua potable a 950,042 usuarios en la ZMM y a 178,667 en los municipios foráneos, es decir, a un total de 1'128,709 usuarios en el Estado de Nuevo León.

La cuenca media y baja del río Bravo, que es la que abastece de agua a esta zona, es alimentada en gran parte por las estribaciones por la sierra madre oriental, localizadas en los estados de Nuevo León y Coahuila, en los cuales se localizan 31 de los 50 acuíferos que atienden las necesidades de agua potable de cerca de 9 millones de habitantes. Parte importante de esta subcuenca lo constituye el Parque Natural Cumbres de Monterrey (CONANP, 2007).

Por otra parte, el agua consumida por la población en México está subsidiada, es decir que las tarifas aplicadas no cubren los costos reales de extracción y distribución del líquido. Agravantes del problema son la existencia de predios que no tienen instalados

medidores para contabilizar el consumo de agua, o que tienen pozos no registrados. Por ejemplo, en 1998 en Monterrey, únicamente el 77% del agua suministrada fue facturada, el restante 23% no se cobró debido a la falta de un medidor o por pérdidas en las líneas de distribución. Los porcentajes más altos de facturación se presentan en las tomas domésticas, siendo en 1999 del 90%. De otra parte, se cuenta por cientos el número de pozos que funcionan sin los permisos y registros correspondientes.

#### 4.2. La oferta

El Parque Nacional Cumbres de Monterrey es una de las 128 Áreas Naturales Protegidas que existen en México. Cuenta con una superficie de 177,395 hectáreas y comprende 8 municipios del estado de Nuevo León. Forma parte de la región hidrológica de la cuenca alta y media del río Bravo. Esta parte del territorio de la cuenca constituye una de las regiones con mayor escasez de agua y de acuíferos sobreexplotados, amén de formar parte del desierto chihuahuense. Para el 2005 se estimaba una disponibilidad media anual apenas mayor a 1,000m<sup>3</sup> de agua por habitante, y para el 2030 se estima que sea de 900m<sup>3</sup>/hab/año

(CONAGUA, 2007). Ello ubica a esta región como de alto riesgo y estrés hídrico.

De otra parte, gracias a su superficie forestal, constituye la principal zona de recarga y abastecimiento de agua para más de 4 millones de usuarios que habitan en la ZMM. En la actualidad, aparentemente, el mayor problema y restricción en la distribución y suministro del agua potable no es tanto su disponibilidad, sino el gasto y su costo en energía para su extracción y transporte. El agua que se suministra a esta zona se extrae de fuentes superficiales y subterráneas. Actualmente, alrededor del 55% del abastecimiento proviene de las fuentes superficiales, básicamente de las presas La Boca, El Cuchillo y Cerro Prieto, mientras que las fuentes subterráneas aportan un 45% (Tabla 1). Esta relación se invierte según la estación o temporalidad, ya que durante el estiaje el 60% del gasto proviene de los mantos freáticos. Vale decir que las fuentes subterráneas tienen un déficit, resultado de una reducida recarga de los mismos, que los sitúa en una condición de sobreexplotación.

Si bien existe discusión sobre el volumen que aporta Cumbres en la disponibilidad y los abastecimientos hídricos de la ZMM, las opi-

**Tabla 1. Fuentes de Agua Potable de la Zona Metropolitana de Monterrey**

Fuentes de Agua Potable		Aportación (m <sup>3</sup> /s)	%
Subterráneas	Pozos	3.402	37.00
	Galerías	0.637	6.93
	Manantiales	0.138	1.50
Superficiales	Presas	5.018	54.57

Fuente: INEGI, 2002.

niones más optimistas varían entre el 50% y el 70%. Ello permite inferir que, con excepción de los pozos de Mina y Buenos Aires, el resto de la extracción de agua subterránea depende de la infiltración del Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Pero, independientemente de cuál sea el porcentaje, consideramos que la aportación del Parque beneficia no sólo a la ZMM, sino a todo el estado de Nuevo León con su zona citrícola y aún a cuencas regionales como la del Río Bravo.

Otros servicios ambientales identificados dentro del Parque Cumbres de Monterrey son: turismo, recreación, excursión y belleza escénica; resguardo y preservación de la biodiversidad; prevención contra riesgos y contingencias ambientales; provisión de materias primas y; otros servicios, tales como la captura de dióxido de carbono en la atmósfera de la región a través del proceso de la fotosíntesis por el que funcionan como esponjas para limpiar el aire en la región y, sobre todo, en la ZMM.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Disposición a pagar

La estimación de la DAP de la población de la ZMM revela que la media de pago es de seis pesos con ochenta centavos mensuales (aproximadamente 0.60 céntimos de dólar americanos), por lo que, aplicar un pago generalizado de cinco pesos por mes, por cada toma domiciliaria sería aceptado por la población (ver Tabla 2).

De acuerdo a la modelación, se observa una correlación entre el nivel de estudios, el conocimiento de los servicios ambientales y la DAP por la conservación del bosque, es decir, a mayor nivel de estudios o conocimiento de la problemática ambiental mayor disposición a pagar por la conservación del ambiente. Otro resultado interesante del modelo es la importancia de la forma de pago, la cual tiene relación con el grado de confianza de la población en el organismo operador del servicio de agua potable de la ciudad de Monterrey.

De acuerdo con los datos obtenidos, en números redondos el padrón de beneficiarios de los servicios hidrológicos alcanza un millón de usuarios o familias (con servicio medido), incluyendo pequeñas industrias y servicios. A partir de la consulta realizada, se encontró que los usuarios estarían dispuestos a aportar una cuota voluntaria con una periodicidad mensual, a través del recibo de agua potable.

La justificación por la que se determinó este instrumento de recaudación obedece a tres razones: la confianza hacia el organismo operador de Agua (el Servicio de Agua y Drenaje de Monterrey) en la administración de los recursos y en el servicio del agua brindado; el hecho que represente un instrumento eficiente en términos de recaudación para la conformación del fondo de conservación de Cumbres de Monterrey; y finalmente, el hecho que garantizaría el financiamiento del fondo en el largo plazo.

### 5.2. Costo de oportunidad

Las principales actividades económicas que

plantean una amenaza a la cobertura vegetal del Parque Cumbres de Monterrey son las agrícolas, ganaderas y forestales. En la agricultura, los principales cultivos anuales en el área de la montaña Cumbres de Monterrey son maíz, frijol, trigo, avena forrajera, cebada, sorgo y sorgo forrajero. Por su parte la agricultura perenne tiene fines comerciales, produciéndose manzana, nuez, aguacate, durazno, ciruela, chabacano, pastos y cítricos.

En el caso la actividad ganadera, de las 1,394 Unidades de Producción Rural (UPR) con actividad agropecuaria existentes en la Montaña, 1,152 tienen una producción ganadera, (lo que representa el 82%), de las cuales solo el 30% vende su producción (Mejía 2003, p. 28), lo cual permite afirmar que, en su mayoría, la producción ganadera está dedicada a la subsistencia y el ahorro.

En el presente estudio, el monto promedio por el que los agricultores estarían dispuestos a cambiar el uso de suelo a la conservación de sus predios es de \$5,952/hectárea, lo cual indica que la competencia es muy seria frente a otros usos alternativos, lo que es aún más marcado si consideramos el tema del crecimiento de la “mancha urbana” en la región (ver Tabla 3).

### 5.3. Costos de restauración

Dependiendo de las condiciones y el tipo de ecosistema, así como de los precios de mercado de los insumos necesarios, es posible determinar un precio por hectárea restaurada. En la Tabla 4 se muestra que en el caso de los ecosistemas árido y semiárido, así como el templado frío, que son los representativos en Cumbres de Monterrey, el valor puede ascender a \$5,161 y \$9,485 respectivamente.

**Tabla 2. Disposición a pagar para la conservación de Cumbres de Monterrey**

Resultados del Modelo Mutinomial Logit	
Variable	Coefficiente
Intercepto	148.7667
Oferta de pago	-21.95691 (-20.85)
Nivel de estudios	-1.032551 (-2.45)
Conocimiento de los servicios ambientales	-20.31294 (-37.01)
Forma de pago de la Contribución	-18.24712 (-3.94)
Pseudo R <sup>2</sup>	0.9662
<b>Disposición a pagar (expresada en pesos)</b>	<b>6.80</b>

Fuente: Elaboración con datos propios.

El monto de los costos de restauración mencionados considera diversos componentes o conceptos, como los costos de producción de las plantas necesarias para cubrir una hectárea, los costos de transporte de las mismas, la asesoría técnica y los costos por concepto de pago de jornales para plantar y realizar las obras de conservación de suelo y agua.

## 6. DISCUSIÓN

El reto de conciliar la participación de todos los actores involucrados (usuarios, proveedores, gobierno, instituciones no gubernamentales y sociedad en general), es uno de los más importantes en el diseño e implementación de un mecanismo de PSA. En el caso estudiando, a pesar que se encontró viabilidad económica y social por parte de los usuarios domésticos del agua en la ZMM, para implementar un mecanismo de este tipo, el tema de la voluntad política de los gobiernos muni-

cipal, estatal y federal, en términos generales, no se ha manifestado en un claro y decidido interés en incorporar el tema de la sustentabilidad en las políticas públicas de oferta y gestión del agua.

Se entiende que tanto la implementación de un nuevo canon del agua así como su administración no es tarea fácil, e inclusive se muestran abiertas reticencias y objeciones de parte de las autoridades locales para realizarlo. Esto permite considerar que se trata de un tema de negociación política, de convencimiento y, sobre todo, de la aceptación de una nueva cultura del agua tanto de los habitantes de la ZMM como de los distintos niveles de gobierno.

La participación incluyente y participativa de todos los actores involucrados resulta una tarea importante. El que los ecosistemas ofrezcan un conjunto de servicios, muchos de los cuales son intrínsecamente no-excluibles, puede tener sentido para que las institucio-

**Tabla 3. Ingresos por actividades agropecuarias en Cumbres de Monterrey**

Concepto	Valor del costo de oportunidad
<b>Sector agrícola</b>	<b>(\$/hectárea)</b>
Maíz	373.0
Hortalizas	412.5
Manzana	7,344.0
Nuez	15,681.5
<b>Sector ganadero</b>	<b>Promedio anual de venta (\$)</b>
Ganado caprino	2,840.0
Ganado bovino	5,113.0
<b>Sector forestal</b>	<b>Promedio anual de venta (\$)</b>
Leña	942.0

Fuente: Elaboración a partir de estimaciones propias.

nes tomen la iniciativa, complementados, en la medida de lo posible, con esquemas de mercado. No es ninguna coincidencia que muchos de los esquemas de PSA sean patrocinados por los gobiernos (Farley y Costanza, 2010). En este sentido, los esquemas de PSA serán más eficaces cuando formen parte de un conjunto coherente de políticas para abordar el uso y manejo de ecosistemas. Por el contrario, serán menos efectivos cuando otros instrumentos de política estén proporcionando incentivos contrapuestos tales como subsidios en el consumo de agua y energía o cuando la legislación que controla

la asignación sea inflexible (Farley y Costanza, 2010, p. 2061).

En el caso planteado para Cumbres de Monterrey se encontró que puede ser factible el desarrollo de un mecanismo de PSAH en una modalidad mixta con la participación tanto del Estado como del mercado. Esto es posible ya que los gobiernos pueden gravar a los beneficiarios para recaudar fondos para las políticas de PSA, aunque con posibles consecuencias distributivas de economía y política (Kelsey, Kousky&Sims, 2008, p. 9468.)

**Tabla 4. Costos de restauración por tipo de ecosistema**

Concepto	Ecosistema		
	Templado frío	Árido y semiárido con reforestación	Árido y semiárido con siembra directa
Densidad de plantación (plantas/hectárea)	1,600.00	900.00	-
Costo de producción por planta (\$/planta)	1.30	1.00	-
Producción de planta para reforestación inicial o semilla para siembra en el caso de árido y semiárido (\$/hectárea)	2,080.00	900.00	500.00
Producción de planta para reposición (\$/hectárea)	832.00	360.00	-
Manejo de planta (carga, transporte y descarga) (\$/hectárea)	487.00	487.00	-
Obras de restauración (control de la erosión) o preparación del terreno para reforestación, o mejoramiento de flujos hídricos, desazolve de manantiales (\$/hectárea)	3,500.00	-	3,500.00
Jornales para reforestación (\$/hectárea)	1,280.00	720.00	200.00
Jornales para reposición de planta (\$/hectárea)	512.00	288.00	
Asesoría técnica (\$/hectárea)	300.00	300.00	300.00
Mantenimiento (control de malezas, fertilización, protección, entre otros) (\$/hectárea)	494.00	2,106.00	661.00
Total	9,485.00	5,161.00	5,161.00

Fuente: CONAFOR.

Adicionalmente, Muradian et al (2010) coincide junto con otros autores en que se debe dar una visión alternativa a la visión coasiana de los esquemas de PSA dada la ausencia de mercados, además de los altos costos de transacción entre proveedores y usuarios del servicio, para que se logre el óptimo paretiano. Farley y Costanza (2010) retoman el papel de la adaptación de las instituciones con la finalidad de tratar adecuadamente los servicios de los ecosistemas y las compensaciones entre los servicios a fin de que sus contribuciones al bienestar humano puedan ser sostenidas y mejoradas. Los sistemas de PSA pueden ser un elemento eficaz en estas instituciones.

Como puede apreciarse, el análisis de los esquemas sobre PSA se apoya en los mecanismos de cooperación, la mediación de las instituciones, los derechos de propiedad, el marco legal, así como las percepciones y los valores sociales. En nuestro estudio, hemos visto que estos factores están presentes; si bien no incluimos el factor jurídico-legal, este es imprescindible a efectos de asegurar la permanencia del esquema dentro de un pacto voluntario-normativo. Retomando los elementos de análisis anteriores, se propone el siguiente esquema para la implementación de PSAH en la ZMM.

## 6.1. Mecanismo de operación del PSAH

En el caso de México se han observado dos momentos que vale la pena aclarar. Primero, el esquema se desarrolla gracias al impulso institucional: la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) aporta un fondo "semilla" con más de 200 millones de pesos a partir del año 2001 para que la Comisión Nacional Fores-

tal (CONAFOR) los administre como subsidio para conservación forestal. Después, se le agregan los llamados "fondos concurrentes" con aportaciones de otras instituciones de los distintos niveles de gobierno e internacionales. En nuestro caso, se sugiere un tercer momento, el cual incorpore a los usuarios del agua con la finalidad de hacerlos corresponsables en el tema de la conservación de los ecosistemas y también para desmontar de manera paulatina los subsidios centralizados.

De esta manera, para la conservación del Área Natural Cumbres de Monterrey se proponen dos alternativas o modalidades, dependiendo del origen de los recursos: formar un fondo a través del cobro directo a los usuarios con DAP voluntaria y; cobrar a través del pago por derechos del agua a los organismos operadores municipales y/o a través de los títulos de concesión de agua a empresas. En ambas modalidades deben separarse de manera clara el pago o compensación por conservación, de las tarifas por el suministro de agua.

El diseño del fondo y la propuesta de distribución de los recursos con DAP voluntaria, se propone que sea a través de un consejo de administración integrado por representantes de las siguientes instituciones: Congreso Local del Estado de Nuevo León; Organismos desconcentrados de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en el Estado de Nuevo León como la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el CONAFOR y la CONANP, asimismo del gobierno del Estado (Agencia de Protección al Medio Ambiente del Estado de NL), del Servicio de Agua y Drenaje de Monterrey; Gobiernos Municipales de la ZMM; Representación civil y Organizaciones no Gubernamentales (Prona-

tura, Guardianes de la Huasteca, Parque Chimpinque, etc.); de la Universidad Autónoma de Nuevo León y del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM).

Para la distribución de los recursos obtenidos por el PSAH (ver Tabla 5) se recomienda: 80% en pago a los oferentes de servicios ambientales (conservación y manejo del bosque); 2% a una evaluación anual de los resultados y a la eficiencia del manejo del fondo; entre 5% y 7% para la administración del fondo (gastos operativos y administrativos del fondo), de acuerdo al tamaño del monto; 2% para financiar estudios e investigaciones relacionados a impactos económicos, sociales y ecológicos del fondo en la cuenca baja del Río Bravo; entre 3% y 4% para asesorías legales en relación a disputas o problemas relacionados al uso de suelo y tenencia de la tierra y; 5% para publicar en medios masivos de comunicación, la importancia ecológica y socioeconómica del Parque Nacional Cumbres de Monterrey y la necesidad de generar recursos por los usuarios para su conservación.

En el caso de la administración de los recursos se propone la creación de un fondo cuyo objetivo central sea promover, ejecutar y evaluar acciones de conservación y preservación de los recursos de Cumbres de Monterrey (y en futuro cercano a nivel de la cuenca). Asimismo, crear un órgano autónomo y manejado por instancias locales. Además, la generación de recursos financieros propios y sostenibles en el largo plazo. Finalmente, la formulación y aplicación de una ley orgánica con personalidad jurídica propia (Tabla 5).

Adicionalmente, es posible modificar el pago por derechos del agua. En este caso, se requie-

riría de una modificación de la Ley Federal de Derechos a efecto que, sobre los pagos actuales por concepto de tarifas se cargue entre un 10% y 12% adicional. Esta cuota se "etiquetaría" como uso exclusivo para el fondo de conservación de Cumbres de Monterrey en primer término y se podría extender a nivel de la cuenca en el mediano plazo.

La administración del fondo propuesto podría hacerse a través de un Fideicomiso de tutela local, el mismo que expresaría el interés de la federación para ir al encuentro de las necesidades locales y regionales en términos de la conservación y preservación de un recurso escaso que es de interés nacional. Los montos recaudados por dicho fideicomiso permitirían pagar por la conservación del bosque y el sotobosque de alrededor de 100 mil hectáreas en la región de Cumbres de Monterrey, para realizar labores de restauración en las áreas degradadas.

## 7. CONCLUSIONES

El Parque Cumbres de Monterrey representa una fuente importante para la provisión de servicios ambientales hidrológicos para la ZMM. Sin embargo, el cambio de uso de suelo debido a la presión del crecimiento demográfico, así como las actividades económicas propias de la región, ponen en peligro la provisión de estos servicios para la población. En este sentido, el reto para conciliar la oferta con la demanda del agua en esta región, plantea la necesidad de realizar mayores esfuerzos para asegurar la disponibilidad, preservación y sustentabilidad del recurso, garantizando

su abastecimiento para los diferentes usos y las futuras generaciones. En esta línea de preocupación, un esquema de PSAH podría ayudar en la solución de los problemas de escasez hídrica en la región para el futuro.

La metodología empleada nos permitió obtener los resultados esperados de acuerdo a los objetivos planteados. De esta manera, considerando los resultados obtenidos se concluye que existe anuencia por parte de la población para participar en la conservación de esta área natural a través de su disposición a pagar (DAP), la cual se estimó en 6.80 pesos mensuales (aproximadamente 0.60 centavos de dólar americano) con cargo a su servicio de agua, por lo que podría esperarse una recaudación de alrededor de 12 millones de pesos anuales. Se encontró que la DAP está relacio-

nada con los conocimientos de los usuarios con respecto a los servicios ambientales que le aporta Cumbres de Monterrey, así como su confianza en el organismo operador del agua para que administre dichos recursos. A pesar de que el valor del costo de oportunidad promedio para la conservación de áreas forestales es alto, de acuerdo al valor del costo de restauración para los tipos de ecosistemas que existen en Cumbres de Monterrey, se estima cubrir alrededor de 100 mil hectáreas de cubierta forestal para su conservación (aproximadamente diez veces más a las que actualmente se cubre por esta modalidad).

De acuerdo a las características socioeconómicas de la ZMM y por los resultados logrados en este estudio, se considera factible la instrumentación de un mecanismo mixto de

**Cuadro 5. Diseño y distribución de recursos del PSAH para Cumbres de Monterrey**

Escenario	Disposición apagar (\$)	Usuarios del agua	Monto anual (\$)	Distribución de Gastos											
				Restauración de barrancas			Conservación de bosque			Conservación de chaparral			Administrativos, legales e investigación		
				Costo total (\$/hectárea)	Porcentaje del Fondo	Cobertura (hectárea)	Costo (\$/hectárea)	Porcentaje del fondo	Cobertura (hectáreas)	Costo (\$/hectárea)	Porcentaje del fondo	Cobertura (hectáreas)	Porcentaje del fondo	Monto (\$)	
1	5	880,876	52,852,560	5,100	20%	2,073	375	50%	70,470	200	10%	6,426	20%	10,570,512	
2	6	880,876	63,423,072	5,100	20%	2,487	375	50%	84,564	200	10%	31,712	20%	12,684,614	
3	6.8	880,876	71,879,481	5,100	20%	2,819	375	50%	95,839	200	10%	35,940	20%	14,375,896	

Fuente: Elaboración a partir de estimaciones propias.

PSAH, bajo una modalidad voluntaria y normada. Voluntaria en el sentido de que existe anuencia por parte de la población usuaria para participar y normada porque es necesario dar certeza institucional, jurídica y de largo plazo para recabar e invertir los recursos generados y manejados a través de un Fideicomiso. Sin embargo, es preciso señalar que, infortunadamente, no existe la voluntad política e institucional necesaria para asumir dicho compromiso e impulsar el esquema propuesto.

En este sentido, retomamos el argumento de que la responsabilidad para conservar Cumbres de Monterrey requiere ser compartida entre usuarios y proveedores del recurso hídrico, por lo que se debe impulsar un esfuerzo y trabajo bajo los principios de apoyo mutuo, solidaridad, confianza y determinación ética, de voluntad política e institucional –tal y como fue señalado por autores ya citados–. Se trata, en última instancia, de brindar a la comunidad un servicio que garantice el objetivo de agua segura, agua para siempre.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Azqueta, D. (1994). *Valoración económica de la calidad ambiental*, España, McGraw-Hill Interamericana de España, S. A.

Bishop, R. C., Heberlein, T. A. (1979). "Measuring values of extramarket goods: are indirect measures biased?" *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 61, No. 5, pp. 926-930.

Bulte, E. H., Lipper, L., Stringer, R., Zilberman, D. (2008). "Payments for ecosystem services and poverty reduction: concepts, issues, and empirical perspectives", *Environment and Development Economics*, 13(3), pp. 245-254.

Cameron, R., Carson, R. T., (1989). *Using surveys to value public goods: the contingent valuation method*, Washington Dc., Resources for the Future.

Cameron, T., (1988). "A new paradigm for valuing non-market goods using referendum data: maximum likelihood estimation by censored logistic regression", *Journal of Environmental Economics and Management*, 15, pp. 355-379.

CONAGUA (2004). *Situación del subsector de agua potable, alcantarillado y saneamiento*, México, D. F., SEMARNAT.

CONAGUA (2006). *Cuarto Foro Mundial del agua. Informe final*. México, D. F., SEMARNAT.

CONAGUA (2006) *Cuenca del río Bravo: diag-*

*nóstico y participación social*, Monterrey, México, CONAGUA, Gerencia Regional Río Bravo.

CONAGUA (2007). *Estadísticas del agua en México*, México D. F., SEMARNAT.

CONANP (2007). *Programa de conservación y manejo del Parque Nacional Cumbres de Monterrey*, Monterrey, México, CONANP.

Engel, S., Pagiola, S., & Wunder, S. (2008). "Designing payments for environmental services in theory and practice: an overview of the issues", *Ecological Economics*, 65(4), pp. 663-674.

Farber, S., Costanza, R., Wilson, M. (2002). "Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services". *Ecological Economics*, Vol. 41, No. 3, pp. 375-392.

Farley, J., Costanza, R. (2010). "Payments for ecosystem services: from local to global", *Ecological Economics*, 69(11), pp. 2060-2068.

Freeman, A. M. (1993). *The measurement of environmental and resource values: theory and methods*, Washington, Dc., Resources for the Future.

Hanemann, M.W. (1984). "Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses", *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 66, No. 3, pp. 103-118.

Hanemann, W., Loomis, J. & Kanninen, B. (1991). "Statistical efficiency of double-bounded dichotomous choice contingent valua-

tion", *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 73, No. 4, pp. 1255-1263.

Hanneman, W.M. (1991). "Willingness to pay and willingness to accept: how much can they differ?" *American Economic Review*, Vol. 81, No.3, pp. 635-647.

INE (2012). *Proyecto de valoración económica de los bienes y servicios ambientales provistos por el Golfo de México. Términos de referencia del Estudio*, México, D. F., Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE), p. 20.

INEGI (2002) *Estadísticas del Medio Ambiente de la ZMM 2001*, Aguascalientes, México, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI (2006). *Anuario Estadístico del Estado de Nuevo León*, Aguascalientes, México, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

Kelsey Jack, B., Kousky, C. & Sims, K. R. E. (2008). "Designing payments for ecosystem services: lessons from previous experiences with incentive-based mechanisms", *PNAS*, 105(28), pp. 9465-9470.

Mathews, E., Johnson, R., Dunford, W., Desvousges H. (1995). "The potential role of conjoint analysis in natural resource damage assessments", *Triangle Economic Research*, TER technical working Paper No. G-9503, Durham, NC.

McConnell, E. (1990). "Models for referendum data: the structure of discrete choice models

for contingent valuation", *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 18, No. 1, pp. 19-34.

Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystem and human well-being. Biodiversity Synthesis*, Washington, Dc., World Resources Institute.

Mejía, M. J. L. (2003). *Programa de manejo montaña Cumbres de Monterrey*, Monterrey, México.

Mitchell, R., Carson, R. (1989). Using surveys to value public goods: the contingent valuation method. Washington D. C., Estados Unidos, Resources for the Future.

Muradian, R., Corbera, E., Pascual, U., Kosoy, N. & May, P. H. (2010). "Reconciling theory and practice: an alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services", *Ecological Economics*, 69(6), pp. 1202-108.

Noriega, J., Enkerlin-Hoeflich (2000). *Ordenamiento ecológico y modelos para el desarrollo sostenible de la Sierra Madre Oriental para los estados de Coahuila y Nuevo León*, Monterrey, México, Centro de Calidad Ambiental, ITESM.

Pagiola, S., Bishop J. & Landell Mills, N., (comps). (2006). *La Venta de servicios ambientales forestales. Mecanismos basados en el mercado para la conservación y el desarrollo*. México, D. F., SEMARNAT, INE, CCMSS.

Riera, P. (1994). *Manual de valoración contin-*

gente. Madrid, España, Instituto de Estudios Fiscales.

Riera, P., Descalzi, C., Ruiz, A. (1994). "El valor de los espacios de interés natural en España. Aplicación de los métodos de valoración contingente y coste de desplazamiento", *Revista Española de Economía*, número monográfico recursos naturales y medio ambiente, pp. 207-229.

Saldívar, V. A. (2007). *Las aguas de la ira: economía y cultura del agua en México. ¿sustentabilidad o gratuidad?*, México D. F., Facultad de Economía, UNAM.

Tacconi, L. (2012). Redefining payments for environmental services, *Ecological Economics*, 73, pp. 29-36.