

# Pago por servicios ambientales hidrológicos: caso de estudio Parque Nacional del Nevado de Toluca, México

Edgar Brunett \*, José Emilio Baró\*, Edel Cadena\* y María Vicenta Esteller\*\*

Recepción: 30 de julio de 2009

Aceptación: 14 de mayo de 2010

\* Facultad de Planeación Urbana y Regional,  
Universidad Autónoma del Estado de México,  
México.

\*\* Centro Interamericano de Recursos del Agua,  
Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del  
Estado de México, México.

Correos electrónicos: ebrunetz@hotmail.com;  
barosuarez@hotmail.com; ecadenav@uaemex.mx y  
mvestellera@uaemex.mx.

**Resumen.** El potencial hídrico que representa el Parque Nacional Nevado de Toluca se ha visto disminuido por numerosos impactos antrópicos, lo que exige crear estrategias para su conservación. Este estudio tiene como objetivo estimar la disposición a pagar haciendo una encuesta en una muestra de usuarios del Valle de Toluca en el marco de un programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos. Los resultados muestran que los usuarios dispuestos a pagar rebasan el 50%, con cantidades que oscilan entre 30 y 80 pesos mensuales, sin embargo hay un sector de los encuestados que no estarían dispuestos a contribuir, pero realizarían acciones enfocadas al cuidado del medio ambiente.

**Palabras clave:** Nevado de Toluca, servicios ambientales hidrológicos, pago de servicios, valoración contingente.

**Hydrological Ecosystem Service  
Payment: Study Case “National Park  
Nevado de Toluca”, Mexico**

**Abstract.** Nevado de Toluca National Park is an area of vital importance from the hydrological point of view, since it is one of the recharge areas to the aquifer that supplies to the inhabitants of the Toluca Valley and part of Mexico City. Its water potential has been diminished by numerous anthropogenic impacts. We need to search for tools in order to address this problem. The purpose of this study is to estimate the willingness to pay from a sample of users in the Toluca Valley as part of a program of hydrological ecosystem service payment. The results show that the percentage of users willing to contribute surpass 50%, with amounts ranging between 30 and 80 pesos per person per month, but there is a sector of the respondents who would not contribute in cash, but are willing to carry out actions focused in the environmental care.

**Key words:** Nevado de Toluca, hydrological ecosystem services, service payment, contingent valuation

## Introducción

En la actualidad el sistema de agua potable en la ciudad de Toluca, capital del Estado de México, empieza a ser un factor de preocupación tanto para autoridades como para la población. El abastecimiento del líquido a los habitantes es insuficiente, ya que existen zonas que carecen de este servicio con la correspondiente disminución en su calidad de vida.

No obstante, es poco sabido que uno de los factores que causan esta escasez está relacionado con el mal manejo de

las zonas de recarga del acuífero de Valle de Toluca, principal fuente de abastecimiento de esta ciudad (CNA, 2002). Una de estas zonas de recarga es el área natural protegida del Nevado de Toluca, lugar que no sólo cumple con la función de brindar este servicio ambiental, sino que también ofrece otra serie de servicios ambientales dentro de los que destacan: regulación del clima, refugio de especies, fijación de carbono y recreación, entre otras (Rodríguez y Franco, 2003), y que se han visto afectados en los últimos años por la sobreexplotación de los recursos forestales, la extracción selectiva de madera,

los cambios en el uso de suelo y los incendios (Franco *et al.*, 2006a; 2006b y Candeau y Franco, 2007).

Una forma de atacar la problemática de escasez del recurso hídrico sería a través de acciones concretas de la sociedad civil. Por ello se han creado programas enfocados a la restauración y protección de zonas prioritarias para la captación de agua, entre los que se puede mencionar el programa de pago por servicios ambientales hidrológicos.

Este programa está orientado a apoyar las externalidades ambientales positivas por medio de la transferencia de recursos financieros de los beneficiarios de ciertos servicios ambientales, en este caso hidrológicos, hacia quienes proporcionan dichos servicios o son fiduciarios de los recursos ambientales (INE, 2005).

Dada la complejidad del proceso de implementación de un programa de esta naturaleza, el Instituto Nacional de Ecología (INE) ha publicado el *Manual para el Desarrollo del Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos* (INE, 2005), con la finalidad de apoyar a gobiernos estatales o municipales que enfrenten problemas como la sobreexplotación de los acuíferos, la disminución de sus aguas superficiales, o problemas de escasez de agua en general. En concreto, el INE ha apoyado a la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) en el desarrollo del Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos, el cual opera desde el año 2003 en varios estados del país con el objetivo de reducir la tasa de deforestación en zonas críticas para la recarga de agua.

De acuerdo con el manual del INE (2005), en la etapa de diseño del mecanismo para implementar este tipo de programa es necesario calcular la cuota óptima a cobrar a los beneficiarios del servicio en cuestión (en este caso los usuarios del servicio de agua potable). A grandes rasgos, es recomendable establecer una tarifa adicional independiente del pago de agua por cada usuario, bajo el concepto de pago por servicios ambientales hidrológicos. A partir de esta propuesta, se consideró importante conocer la opinión de los beneficiarios sobre la disposición a contribuir en este tipo de programas; por lo que el objetivo de la presente investigación fue llevar a cabo un estudio piloto para estimar la disposición a pagar (DAP) de una muestra de usuarios de tres colonias de la ciudad de Toluca por conservar, mantener y mejorar los bosques del Nevado de Toluca.

## 1. Metodología

Para conocer cuál es la disposición de los usuarios de agua potable a cooperar en un programa de pago por servicios ambientales, existen diferentes técnicas. Una de ellas es el método de valoración contingente (Freeman, 1993 y Riera, 1994), el cual fue utilizado en el presente trabajo.

En México existen varios estudios en donde se emplea este método. Por ejemplo, en el estado de Veracruz se estimó la disposición a pagar por servicios ambientales generados en una zona ganadera con objeto de establecer los mecanismos de apoyo a las comunidades en la parte alta de las cuencas a cambio de sus esfuerzos por mantener y mejorar la calidad ambiental (Del Ángel-Pérez *et al.*, 2006). Otro estudio de interés es el realizado en la zona urbana del municipio de San Luis Río Colorado donde el bien público valorado fueron los caudales del río Colorado con objeto de conservar el ecosistema de los humedales del delta del río (Sanjurjo, 2006).

Este método de valoración contingente consta de varias etapas:

a) *Definición del objeto en estudio*: es importante que al iniciar el estudio se conozca con exactitud lo que se desea valorar en unidades monetarias y, en particular, su cantidad. Para este caso el objeto de estudio es el servicio ambiental que proveen los bosques del Nevado de Toluca, a través de la recarga del acuífero del Valle de Toluca.

b) *Modalidad de la encuestas*: existen básicamente tres modalidades de encuestas: encuesta individual, encuesta telefónica o enviar la encuesta por correo. Estas tres modalidades presentan ventajas e inconvenientes, sin embargo, cuando la naturaleza del bien o el escenario de valoración son algo más complejos de lo habitual, las encuestas individuales son las más aconsejables, ya que permiten resolver dudas que pueden aparecer durante la encuesta, y, al mismo tiempo, permiten la utilización de material de apoyo como fotografías, esquemas o datos que ayuden a comprender el bien y la simulación del mercado que se pretende.

Para diseñar esta encuesta, en primer lugar se definió claramente el problema de valoración y el tipo de encuesta a emplear. En este estudio, el problema de valoración definido fue el servicio ambiental que proveen los bosques del Nevado de Toluca y se utilizó como método las encuestas individuales *in situ*, siendo la encuesta realizada la que se presenta en el cuadro 1.

La encuesta aplicada consistió en 20 preguntas y antes de iniciarla se planteó al encuestado un contexto sobre la problemática del agua para proporcionar una visión total y creíble de la situación hipotética planteada y así obtener valores poco sesgados.

La encuesta se dividió en dos partes: la primera estuvo destinada a familiarizar a los individuos encuestados con el problema, además de servir como fase de preparación. En esta parte de la encuesta se incluyeron las funciones que cumplen el objeto en estudio y las características propias de éste.

Una vez expuesta la primera parte de la encuesta, se abordó la segunda parte que consistió en preguntar a los encuestados

cuánto estarían dispuestos a pagar por obtener un mayor beneficio del bien propuesto, y con ello obtener la valoración del mismo.

c) *Validación de la encuesta:* en esta fase se llevó a cabo una prueba piloto a un grupo aleatorio de individuos en las colonias de estudio, con el propósito de observar posibles deficiencias y enmendarlas. Además, se les pidió a los encuestados comentar sobre las preguntas, con el fin de observar si la encuesta era entendible para los individuos consultados y cumplía con los objetivos planteados.

d) *Definición del tamaño de la muestra:* la muestra se determinó de acuerdo con el método propuesto por Rojas

(1981). El tamaño de muestra para una población finita se calcula con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z^2pq}{E^2}$$

Donde *n* es el tamaño de la muestra inicial, *Z* es igual al nivel de confianza requerido para generalizar los resultados hacia toda la población, *p* y *q* es la variabilidad del fenómeno estudiado y *E* es la precisión con que se generalizarán los resultados. Para el cálculo de la muestra se utilizó un nivel de confianza del 95%, una precisión del 5% y una variabilidad de *p* = 0.5 y *q* = 0.5.

**Cuadro 1.** Encuesta aplicada para estimar la disposición a pagar de los usuarios.

| Datos del usuario  |  |
|--|--|
| Sexo: F ___ M ___  | Edad: ___ Número de individuos que viven en su casa: ___   |
| Escolaridad: _____   |  |
| <b>Abastecimiento y uso del agua</b>   |  |
| 1. ¿A usted le interesa el medio ambiente?   | Bimestral _____ Anual _____  |
| Sí ___ No ___  | \$50- \$100 ___ \$500- \$1000 ___  |
| 2. Si le pidiera calificar la importancia que tiene el medio ambiente para Usted, ¿qué calificación le pondría?                                  | \$100- \$200 ___ \$1000- \$2000 ___  |
| Valioso ___ Muy importante ___ Importante ___  | \$200- \$300 ___ \$2000- \$3000 ___  |
| Poco importante ___ No es importante ___   | \$300- \$400 ___ \$3000- \$4000 ___  |
| 3. Importancia del agua en su hogar:   | \$400- \$500 ___ \$4000- \$5000 ___  |
| Valioso ___ Muy importante ___ Importante ___  | más de \$500 ___ más de \$5000 ___   |
| Poco importante ___ No es importante ___   | No sabe ___  |
| 4. ¿De dónde se abastece de agua?  | 14. ¿A quién se lo paga?   |
| Agua entubada en vivienda Sí ___ No ___  | a) ___ Comisión de Agua del Estado de México   |
| Llave pública o de otra vivienda Sí ___ No ___   | b) ___ Gobierno Municipal  |
| Pozos Sí ___ No ___  | c) ___ Junta Autónoma  |
| Otros (río, manantial, bordo, estanque) _____  | d) ___ Particular  |
| 5. Usos que le da al agua:   | e) ___ No sabe   |
| Para consumo Sí ___ No ___ Lavar Sí ___ No ___   | 15. Está dispuesto a contribuir para que se realicen obras de conservación en el Nevado de Toluca para que haya agua de mejor calidad y en mayor cantidad:   |
| Lavar auto Sí ___ No ___ Bañarse Sí ___ No ___   | Sí ___ No ___ (No, pasar a pregunta 19)  |
| Cocinar Sí ___ No ___ Otros Sí ___ No ___  | 16. ¿Con cuánto estaría dispuesto/a a contribuir mensualmente para llevar a cabo estas mejoras?  |
| Ganado Sí ___ No ___   | \$ _____   |
| Riego Sí ___ No ___  | 17. En caso de no estar dispuesto a pagar mencione los motivos   |
| 6. ¿Cómo considera que es la calidad de agua que utiliza en su casa?   | No le interesa ___ Razones económicas ___ El gobierno debe pagar ___   |
| Muy buena ___ Buena ___ Regular ___ Mala ___ Muy mala ___  | Otras razones (especificar) _____  |
| 7. ¿Ha notado que el agua haya escaseado en los últimos 5 años?  | 18. ¿Qué institución cree usted que es la más adecuada para recibir el aporte económico?   |
| Sí ___ No ___  | a) Organizaciones no Gubernamentales Ambientalistas _____  |
| 8. ¿Tiene actualmente problemas con el suministro de agua?   | b) CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) _____  |
| Sí ___ No ___ (No, pase a pregunta 13)   | c) CAEM Comisión del Agua del Estado de México _____   |
| 9. ¿Cuáles cree que son los motivos de la escasez del agua en los últimos 5 años?  | d) Gobierno Municipal _____  |
| a) _____   | a) Universidades _____   |
| b) _____   | Otros (especificar): _____   |
| c) _____   | 19. En lugar de un pago monetario estaría dispuesto a realizar algún tipo de actividad en el Nevado de Toluca con el fin de darle mantenimiento? (ejemplo: actividades de reforestación y limpieza del bosque) |
| 10. ¿Cuando hay escasez de agua de dónde se abastece?  | Sí ___ No ___  |
| _____  | 20. Piensa que este proyecto podrá ayudar a mejorar la calidad y la cantidad de agua?  |
| 11. ¿Acarrea el agua de algún lugar?   | Sí ___ No ___  |
| Sí ___ No ___ (No, pase a pregunta 12)   | ¿Por qué? _____  |
| 12. ¿Cuántas horas gastan al día para el acarreo del agua?   | ¿Quiere hacer algún comentario respecto al tema?: _____  |
| ½ ___ 1 ___ 1½ ___ 2 ___ 3 ___ más de 3 ___  | _____  |
| 13. ¿Aproximadamente cuánto paga por el agua que usa en su domicilio? (escoja sólo una dependiendo de su forma de pago ya sea anual o bimestral) |  |

Como el número de viviendas por colonia es conocido, se empleó el factor de corrección finito y se calculó el valor de la muestra por colonia (que equivale al número de encuestas a aplicar en cada colonia) con la siguiente fórmula:

$$n_i = \frac{n}{1 + \frac{n-1}{N}}$$

Donde  $n_i$  es el valor de la muestra para una colonia dada,  $n$  valor de la muestra inicial y  $N$  es el número total de viviendas en la colonia.

e) *Aplicación de la encuesta*: la encuesta se aplicó durante los meses de julio y agosto del año 2007 en un orden aleatorio de casas en las colonias de estudio.

f) *Tratamiento de la información*: la información recogida mediante la aplicación de las encuestas fue capturada en una hoja de Excel, para posteriormente ser procesada y analizada.

g) *Análisis descriptivo*: este procedimiento fue realizado al total de la muestra, de esta manera fue posible obtener la estadística descriptiva de resultados obtenidos, utilizando programas computacionales como el Sistema para la Consulta de Información Censal SCINCE del INEGI (2002) y Microsoft Excel.

h) *Estimación de la disposición a pagar (DAP)*: para el cálculo de la DAP muestral se contabilizaron por separado las respuestas que dieron un valor positivo a la pregunta número 16 de la encuesta “¿Con cuánto estaría dispuesto/a a contribuir mensualmente para llevar a cabo estas mejoras?”. Siguiendo la metodología de valoración contingente, no se consideraron las respuestas que no otorgaron un valor a la situación hipotética planteada (Freeman, 1993; Riera, 1994).

Las respuestas dadas por los individuos muestreados se agregaron calculando de este modo la disposición a pagar total mensual (DAP<sub>Tm</sub>); posteriormente, este valor fue dividido por el total de respuestas afirmativas (RA), obteniendo así la disposición a pagar promedio al mes por individuo (DAP<sub>pmi</sub>). A continuación, se multiplicó el DAP<sub>pmi</sub> por 12 para estimar la disposición a pagar promedio anual por individuo (DAP<sub>pa</sub>).

Posteriormente, se tomó el valor correspondiente a la DAP<sub>Tm</sub> y se multiplicó por 12 meses, para estimar la disposición a pagar total anual (DAP<sub>Ta</sub>); valor que coincide con el excedente del consumidor (EC), ya que teniendo en cuenta lo que señala Azqueta (1994), el excedente del consumidor está dado por la diferencia entre la máxima disposición a pagar y lo que realmente se paga. Como en este

caso los individuos actualmente no aportan ninguna contribución monetaria a un fondo para la conservación de los bosques del Nevado de Toluca, el EC queda establecido por la DAP<sub>Ta</sub>.

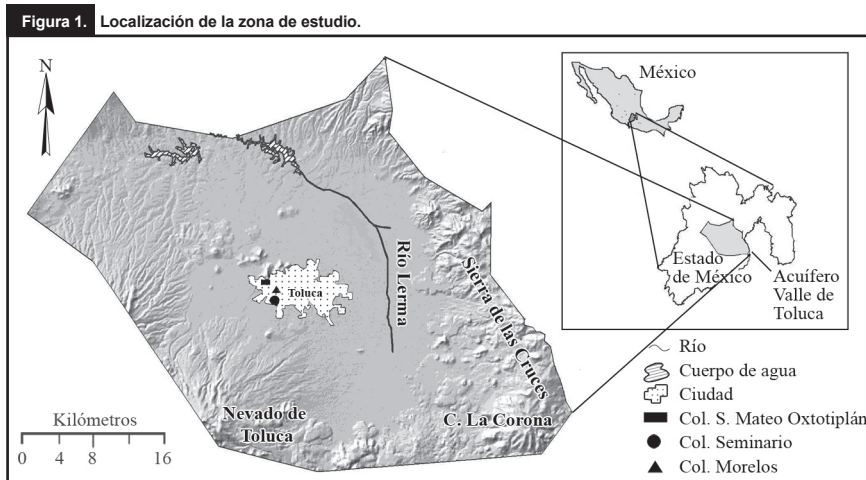
## 2. Zona de estudio

El Parque Nacional Nevado de Toluca fue declarado como tal el 15 de enero de 1936, siendo su elemento más distintivo un enorme y majestuoso volcán, cuyo nombre identifica al parque, el cual también es conocido con el nombre de “Xinantécatl” que en náhuatl significa “Señor desnudo” (Candeano y Franco, 2007). Este parque está ubicado en el Estado de México (figura 1), al sur del Altiplano mexicano, y cuenta con una superficie total de 51 000 hectáreas, con una cima que se encuentra a los 4 660 msnm.

El parque se enmarca dentro de la Región Terrestre Prioritaria (RTP)-109, definida por la Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), la cual se extiende entre los paralelos 18°51'3" y 19°19'03" de latitud norte y los 99°38'54" y 100°09'58" de longitud oeste (CONABIO, 2008). La región ofrece una gran cantidad de servicios ambientales, como son calidad del aire y del agua, fijación de carbono, mantenimiento de la biodiversidad, regulación de mecanismos de control biológico, provisión de biomasa y captación de agua.

De este volcán descienden numerosos arroyos que contribuyen a la formación de dos de las más grandes cuencas de México: la del río “Lerma-Chapala-Santiago” al norte y al oriente (Región Hidrológica RH 12), y la del río “Balsas”, al sur y al occidente (RH 18) (Rojas *et al.*, 2007).

Por otro lado, esta región del Nevado de Toluca representa un área de recarga de las aguas subterráneas que alimentan al acuífero del Valle de Toluca. Este acuífero se localiza dentro de la Cuenca Alta del río Lerma, estando limitado al Norte por el acuífero de Atlacomulco-Ixtlahuaca, al Sur por el cerro de Tenango, al Sur-Poniente del volcán Nevado de Toluca y



al Oriente por la sierras de las Cruces y Monte Alto, respectivamente; cubriendo un área total aproximada de 2 mil 738 km<sup>2</sup>. Con base en estudios hidrogeológicos (CNA, 2002) se sabe que una de las recargas principales proviene del Nevado de Toluca, la cual está cuantificada en 94 Mm<sup>3</sup>/año.

En el acuífero del Valle de Toluca, debido a la fuerte explotación de sus aguas, se han detectado importantes descensos del nivel del agua subterránea, presentando un valor promedio de 1.4 m<sup>3</sup>/año. También se han podido determinar problemas de subsidencia, fracturas y desecación de manantiales y lagunas (Esteller y Díaz-Delgado, 2002).

El volumen de agua extraída del acuífero es de 329.6 Mm<sup>3</sup>/año, destinándose un 88% a uso público-urbano, un 7% a la industria y un 4% para cubrir la demanda agropecuaria. El volumen de agua destinado a uso público-urbano es utilizado para cubrir las necesidades de la población asentada en el valle así como parte de las de la población de la ciudad de México y su área metropolitana, lo cual representa un caudal promedio de exportación de 167 Mm<sup>3</sup>/año (Birkle *et al.*, 1998).

En este acuífero existen un total de 77 pozos de abastecimiento para cubrir las necesidades de agua de la ciudad de Toluca, 35 de ellos se encuentran en la zona urbana y 42 en la zona rural. En estos pozos se ha observado un abatimiento promedio del nivel estático de 50 cm por año (CAEM, 2006).

Para efectos de cobro a los usuarios por el suministro de agua potable, en la ciudad de Toluca, existen dos tipos de tarifas: a) servicio medido, para las que se establece un precio de acuerdo con el volumen de agua que se consume y que se registra con medidor; y b) cuota fija, donde la cantidad a pagar se mantiene constante sin considerar el consumo. Las cuotas fijas por lo general subestiman el consumo real de agua.

En este trabajo sólo se tomó en cuenta la modalidad cuota fija, ya que mediante el servicio medido el porcentaje de usuarios es de sólo el 6%, lo cual no es significativo dentro de la investigación.

Las tarifas de cuota fija se estiman con base en el salario mínimo del Estado de México y en el tipo de colonias. Los criterios que utiliza el Ayuntamiento de Toluca para diferenciar las colonias son los siguientes (Gaceta del Gobierno, 2009):

a) *Popular rural*: viviendas en la zona rural donde el servicio de suministro de agua potable es regular, viviendas deshabitadas y locales desocupados con toma de agua y viviendas en la zona urbana donde el servicio es deficiente.

b) *Popular urbana*: viviendas de las colonias de la zona urbana donde la infraestructura se encuentra en proceso de desarrollo.

c) *Popular media*: viviendas con superficie de construcción menor a 60 m<sup>2</sup> de mala a regular calidad, con medio o un baño completo, 1 o 2 recámaras, comedor y cocina.

d) *Popular alta*: viviendas con superficie de 60 a 100 m<sup>2</sup> de construcción y acabados de mala a regular calidad, un baño completo, 2 o 3 recámaras, sala, comedor, cocina, así como pequeños departamentos.

e) *Residencial baja*: casa habitación con superficie de 101 a 120 m<sup>2</sup> de construcción con acabados de regular calidad con 1 o 2 baños completos, 2 o 3 recámaras, sala-comedor y cocina.

f) *Residencial media*: casa habitación con superficie de construcción de 100 a 200 m<sup>2</sup> en 1 o 2 plantas, con acabados de regular a buena calidad, 1 o 2 baños, 2 o 3 recámaras, sala, comedor y cocina.

g) *Residencial media alta*: residencia con superficie de 200 a 300 m<sup>2</sup> en 1 o 2 plantas y acabados de buena calidad, con 2 o más baños, 3 o 4 recámaras, jardín, sala, comedor, cocina, cuarto de servicio y estudio.

h) *Residencial alta*: residencia de buena calidad, con 3 o más baños, jacuzzi, jardín, 3 o 4 recámaras, sala, comedor, cocina, estancia, cuarto de servicio, sala de televisión, estudio, etcétera.

i) *Residencial especial*: residencia que tiene toma de agua potable con un diámetro de 19 a 26 mm.

### 3. Resultados y discusión

Para realizar las encuestas se eligieron tres colonias: Seminario, Morelos y San Mateo Oxtotitlán (figura 1). Las colonias en estudio presentan diferencias significativas en sus características, por un lado la colonia Seminario está catalogada como Popular Urbana, mientras que la colonia Morelos está categorizada como Residencial Media. La colonia San Mateo Oxtotitlán no está catalogada, ya que el servicio de agua potable en esta colonia no es ofrecido por Agua y Saneamiento de Toluca, sino que los usuarios pagan directamente a una junta autónoma denominada "Junta de Administración de Agua Potable San Mateo Oxtotitlán, A.C."

Una vez identificadas las colonias en estudio, se calculó el tamaño de la muestra, la cual fue estimada en 384, lo que permitió estimar el valor de la muestra para cada una de las colonias en estudio. En la colonia Seminario se estimó una muestra de 336 encuestas, en la colonia Morelos de 307 encuestas y en San Mateo Oxtotitlán de 345 encuestas.

Los encuestados se eligieron de manera aleatoria. Hay que mencionar que, en un principio, en los criterios de selección se consideró que sólo fueran jefes de familia los que contestaran la encuesta y que su casa fuera propia. Sin embargo, durante las visitas domiciliarias fue difícil que se cumplieran esas condiciones, ya sea por desinterés o negarse a contestar preguntas de carácter confidencial; por lo que se optó por encuestar a individuos adultos hombres o mujeres que estuvieran interesados en participar a fin de recabar la información requerida.



#### 4. Características sociodemográficas de la muestra

El 54% de los encuestados fueron de sexo masculino mientras que el sexo femenino estuvo representado por el 46% del total de la muestra (cuadro 2). Sobre la edad, hay que señalar que las 3 colonias presentan diferencias. Por un lado, la colonia Morelos es en donde existe una mayor cantidad de individuos adultos mayores, 43% de la población encuestada, mientras que en las colonias San Mateo Oxtotitlán y Seminario, la mayor población encuestada presenta un rango de edad de 30 a 50 años, lo cual representa poco más del 50% en ambas colonias.

Con respecto al número de individuos que habitan en una vivienda, las tres colonias presentan valores de 3 o 4 habitantes por vivienda. Sin embargo, a diferencia de las colonias Morelos y San Mateo Oxtotitlán, en la colonia Seminario se puede apreciar que hay un 12% de viviendas donde habitan más de 7 individuos.

En cuanto al nivel de escolaridad, son claras las diferencias entre colonias. Por un lado, la colonia Seminario tiene el nivel de escolaridad más bajo, ya que la mayoría de los encuestados (35%) solamente estudiaron hasta el nivel medio superior, y un 10% no cuenta con estudios; por otro lado, la colonia Morelos refleja un mejor nivel de educación, ya que un 52% cuenta con estudios de nivel superior y menos del 2% de los encuestados no tiene estudios; y, por último, en San Mateo Oxtotitlán se puede apreciar que una parte considerable de los encuestados cuenta con estudios de nivel superior (39%) y el número de individuos que no tienen estudios también es bajo (3%). Cabe resaltar que, a diferencia de las colonias Morelos y Seminario, en San Mateo Oxtotitlán podemos observar un porcentaje de 7% de individuos que estudiaron maestría o doctorado, fenómeno explicable por su cercanía a Ciudad Universitaria.

Se preguntó a los encuestados si conocían de qué tipo es el abastecimiento de agua de su colonia, confirmándose que en San Mateo Oxtotitlán es abastecida por pozos particulares, mientras que la colonia Seminario y Morelos son abastecidas por los pozos administrados por Agua y Saneamiento de Toluca (cuadro 2).

Respecto al pago anual del servicio de agua potable, se le preguntó a los encuestados si sabían cuánto pagaban. En la colonia el Seminario, por ejem-

plo, los resultados reflejan un pago anual de entre \$1 000 a \$2 000 pesos, lo que demuestra que dicho pago coincide con la tarifa vigente.

##### 4.1. Percepción sobre el medio ambiente

A los encuestados se les preguntó, en primera instancia, si a ellos les interesaba el medio ambiente, a lo que el 99% de los encuestados en las tres colonias contestaron que sí, también se les pidió que dijeran cuál era la percepción que tenían sobre el medio ambiente, a lo que la mayoría de los individuos respondió "Valioso" (Seminario 51%, Morelos 58%, San Mateo Oxtotitlán 78%). Cabe resaltar que en ninguna de las colonias los encuestados reflejaron un interés menor a la respuesta de "Importante".

Asimismo, se les pidió que dieran su percepción sobre el agua. La mayoría de los encuestados de las tres colonias respondió "Valioso", y en un porcentaje pequeño contestó: "Poco importante" o "No es importante". Por lo tanto, la población está consciente que dicho recurso es un elemento indispensable y primordial.

Se preguntó sobre los usos que le dan al agua. Los resultados reflejan un patrón similar en las tres colonias estudiadas con altos valores en: consumo, lavar, cocinar, bañarse y valores muy bajos o nulos dentro de los aspectos de riego y ganado (cuadro 2).

**Cuadro 2.** Resultados, por colonia, de las preguntas más relevantes de la encuesta (valores en %).

|  | Seminario | Morelos | San Mateo Oxtotitlán |
|--|-----------|---------|----------------------|
| <b>Porcentaje de hombres encuestados</b>         | 68        | 53      | 41                   |
| <b>Porcentaje de mujeres encuestadas</b>         | 32        | 47      | 59                   |
| <b>Formas de abastecimiento</b>                  |           |         |                      |
| Tubería  | 91        | 100     | 70                   |
| Llave pública                                    | 6         | 0       | 3                    |
| Pozo   | 3         | 0       | 27                   |
| <b>Usos del agua</b>                             |           |         |                      |
| Consumo  | 18        | 21      | 20                   |
| Lavar  | 23        | 22      | 22                   |
| Cocina   | 23        | 22      | 22                   |
| Baño   | 23        | 21      | 21                   |
| Auto   | 11        | 9       | 14                   |
| Otro (riego, ganado)                             | 2         | 5       | 1                    |
| <b>Percepción sobre la calidad del agua</b>      |           |         |                      |
| Muy buena  | 0         | 13      | 2                    |
| Buena  | 45        | 65      | 59                   |
| Regular  | 54        | 18      | 35                   |
| Mala   | 1         | 4       | 4                    |
| <b>Problemas con el suministro de agua</b>       |           |         |                      |
| No   | 49        | 33      | 22                   |
| Sí   | 51        | 67      | 78                   |
| <b>Motivos de la escasez de agua</b>             |           |         |                      |
| Aumento de la población                          | 47        | 30      | 24                   |
| Falta de mantenimiento en pozos y tuberías       | 4         | 19      | 10                   |
| Mala administración por parte de las autoridades | 9         | 19      | 14                   |
| Desperdicio                                      | 15        | 10      | 23                   |
| Otro (contaminación, sequía, deforestación)      | 25        | 22      | 29                   |

#### 4.2. Problemas con el suministro de agua

Las respuestas referentes a este tema permitieron conocer la problemática que tienen los habitantes de las colonias en estudio respecto al servicio de agua potable.

Al consultar a los encuestados sobre la calidad del agua que llega a su hogar, los resultados son diversos (cuadro 2), ya que se observa que en la colonia Seminario la mayoría de los encuestados contestó que el agua tiene una calidad buena o regular y un porcentaje inferior al 5% de los encuestados contestó que es mala. Cabe hacer mención que no hubo encuestados que respondieran que la calidad de agua sea muy buena. Para el caso de las colonias Morelos y San Mateo Oxtotitlán, los resultados demuestran que la mayoría de los encuestados se encuentran satisfechos con la calidad de agua.

Se preguntó si en los últimos 5 años se había percibido una escasez de agua, a lo que la mayoría de los encuestados en las tres colonias contestó con una respuesta afirmativa, (Seminario 84%, Morelos 67%, San Mateo Oxtotitlán 91%). Asimismo, se preguntó si tenían problemas actualmente con el suministro de agua (cuadro 2), contestando un alto porcentaje de los encuestados que sí (Seminario 51%, Morelos 67%, San Mateo Oxtotitlán 78%). Cabe señalar que el servicio de agua en la colonia San Mateo Oxtotitlán es administrado por una junta autónoma, y es en donde se presentan los valores más altos tanto de percepción de escasez de agua, como de problemas con el suministro de agua potable.

A los individuos que contestaron afirmativo a la pregunta anterior también se les preguntó cuáles creían que eran los motivos de dicha escasez (cuadro 2). La mayoría de los encuestados en las tres colonias contestaron que el crecimiento acelerado de la población era el principal motivo. Sin embargo, también mencionan otros motivos tales como el desperdicio, la falta de mantenimiento en pozos y tuberías, infraestructura obsoleta, mala administración por parte de las autoridades, fugas, contaminación, sequía y deforestación. Hay que resaltar que esta última respuesta se encuentra ubicada dentro de los motivos con menor valor (Seminario 1%, Morelos 2%, San Mateo Oxtotitlán 3%).

A los encuestados que respondieron que tenían problemas con el suministro de agua se les preguntó la manera en que solucionaban esta situación mientras el servicio se

restablecía. En las tres colonias la solución predominante fue utilizar el servicio de “pipa” particular; si contaban con cisterna la utilizaban; o bien se planteaban otras soluciones como recurrir a vecinos o familiares, así como utilizar baños públicos y servicios de lavandería. La variable de “espero”, denota a aquellos encuestados que contestaron que cuando había escasez, esperaban hasta que el servicio se restableciera para realizar sus actividades.

Con respecto a la pregunta si se acarrea agua, los resultados fueron iguales para las tres colonias con un 14% de respuestas afirmativas y un 86% de respuestas negativas. Del 14% que contestó que sí, se les preguntó el tiempo que ocupaban en el acarreo, lo cual dio como resultado un valor que oscila desde media hora hasta tres horas.

#### 4.3. Disposición a contribuir para la conservación, mantenimiento y mejora de los bosques del Nevado de Toluca

Una vez contestadas las preguntas correspondientes a la percepción sobre el medio ambiente, agua y problemas con el suministro de agua, se plantearon las preguntas relacionadas con la disposición por conservar, mantener y mejorar los bosques del Nevado de Toluca.

En el cuadro 3 se expone dicha disposición por parte de los encuestados. De este cuadro se desprende que la disposición para contribuir a la conservación del Nevado de Toluca es positiva en las tres colonias (Seminario 79%, Morelos 79%, San Mateo Oxtotitlán 73%), siendo esta contribución bien de carácter monetario o bien prestando servicios a través de campañas de reforestación o limpieza del bosque, por ejemplo. Cabe aclarar que el resto del porcentaje de la población no necesariamente está en la postura opuesta, sino que simplemente no contestaron la pregunta. El porcentaje que contestó que no estarían dispuestos a contribuir (Seminario 8%, Morelos 7%, San Mateo Oxtotitlán 10%), sus principales argumentos fueron que no existe la certeza de que estos proyectos sean serios, y de ahí la desconfianza sobre los mismos, y el desinterés a contribuir.

En las tres colonias en estudio, los habitantes encuestados respondieron que la entidad más adecuada para recibir el aporte recaudado es una organización no gubernamental. Cabe hacer mención que también tienen un porcentaje significativo la Comisión Nacional Forestal y la Comisión del Agua del Estado de México, y, para el caso de la respuesta “otros”, son principalmente los encuestados que no contestaron dicha pregunta, o bien, contestaron que no sabían.

**Cuadro 3.** Porcentaje de encuestados dispuestos a contribuir en la conservación del Nevado de Toluca.

| Colonia              | Disposición a contribuir | Disposición a contribuir monetariamente | Disposición a contribuir con L. M.* |
|----------------------|--------------------------|---|-------------------------------------|
| Seminario            | 79%                      | 57 %                                    | 84 %                                |
| Morelos              | 79%                      | 56 %                                    | 77 %                                |
| San Mateo Oxtotitlán | 73%                      | 53 %                                    | 63 %                                |

\*L. M. = labores de mantenimiento.

#### 4.4. Cálculo de la disposición a pagar (DAP) de la muestra

En el cuadro 4 se presentan los resultados en cada una de las colonias con respecto al cálculo de la disposición a pagar (DAP). Como ya se reseñó en el epígrafe de metodología, para el cálculo de la disposición a pagar se contabilizaron solamente las respuestas que dieron un valor positivo a la pregunta de valoración en pesos.

Como ejemplo de la manera en que se llevaron a cabo los cálculos, cuyos resultados se exponen en el cuadro 4, se presenta a continuación la información referente a la colonia Seminario, en donde las respuestas afirmativas (RA) fueron 121 y la sumatoria del valor monetario definido por cada uno de los encuestados en relación con su pago mensual (DAPTm) fue de \$4 225. Este valor se dividió entre el número de respuestas afirmativas (RA = 121), lo que permitió estimar el valor del pago promedio al mes por individuo (DAPPmi), el cual fue de \$35. Este valor de \$35 se multiplicó por los 12 meses para obtener el pago promedio anual individual (DAPPai), cuya cuantía fue de \$419. Este valor a su vez se multiplicó por el número de respuestas afirmativas (RA = 121) para estimar el pago total anual (DAPTa), siendo este pago de \$50 700, que equivale al excedente del consumidor.

Analizando en conjunto los resultados expuestos en los cuadros 3 y 4, cabe resaltar que los individuos encuestados en la colonia Morelos, presentaron la disposición a pagar más alta (DAPPmi) con un valor de \$80 por individuo al mes y una disposición a contribuir con labores de mantenimiento del 77%. En la colonia Seminario, la disposición a pagar mensualmente es la más baja de las tres colonias, \$35, siendo su disposición a contribuir monetariamente del 57% y en obras de mantenimiento del 84%. Por su parte, en la colonia de San Mateo Oxtotitlán, cuyo servicio de agua potable es administrado por la junta autónoma, presenta una media de \$68 mensuales de disposición a pagar por individuo y el porcentaje más bajo de las tres colonias en cuanto a la realización de actividades de mantenimiento en el Nevado de Toluca, siendo una de las razones que manifestaron para no cooperar la de que contaban con pozos en la colonia.

Al final se preguntó a los encuestados si creían que un programa de esta naturaleza podría ayudar a mejorar la calidad y cantidad de agua, a lo que la gran mayoría contestó afirmativamente (Seminario 94%, Morelos 97%, San Mateo Oxtotitlán 91%).

En líneas generales se puede señalar que con ayuda del método de valoración contingente fue posible conocer la disposición a contribuir de los usuarios, tanto con una contribución monetaria como con actividades de mantenimiento y limpieza del bosque. Los resultados

varían en las tres colonias, pero el porcentaje de usuarios dispuestos a contribuir rebasa el 50%, lo cual demuestra el interés de la población encuestada. Sin embargo, los resultados también muestran que hay un sector de los encuestados que no estarían dispuestos a contribuir de manera monetaria, por razones económicas principalmente. Pero externaron estar dispuestos a realizar acciones individuales en busca del cuidado del medio ambiente y en apoyar proyectos como éste.

De los resultados de las encuestas, es importante retomar que según los encuestados el aumento desmedido de la población en relación con el consumo de agua es la principal causa del problema de escasez de agua. Hay que resaltar que, si bien es cierto que en los últimos años éste ha sido un factor clave para el abastecimiento del líquido, también es cierto que no es la única causa por la que el recurso hídrico sea un problema actualmente.

#### Conclusiones

En este trabajo se ha aplicado el método de valoración contingente, con la intención de conocer la disposición de pago por los servicios ambientales hidrológicos brindados por el Nevado de Toluca.

Los resultados obtenidos permitieron conocer las opiniones de algunos habitantes de tres colonias de la ciudad de Toluca con diferentes características socioeconómicas y distinto organismo encargado de la distribución de agua potable. En términos generales, los habitantes en las colonias de estudio presentan un alto grado de interés por el medio ambiente y asignan un gran valor al agua, considerándola valiosa y necesaria para satisfacer sus necesidades básicas.

En relación con la aplicación del método de valoración contingente, hay que reseñar la dificultad que existe a la hora de elaborar los instrumentos de recolección de información (en este caso, la encuesta) y es por ello que tal vez no se hicieron algunas preguntas que reflejaran lo que se quería o se hayan planteado otras que no hayan tenido gran utilidad. Sin embargo, la prueba piloto realizada y las revisiones por expertos permitió contar con un diseño del cuestionario adecuado y los resultados correspondientes permitieron lograr los objetivos planteados.

**Cuadro 4.** Disposición a pagar de los encuestados.

| Parámetro                                   | Seminario | Morelos    | San Mateo Oxtotitlán |
|---|-----------|------------|----------------------|
| Total de encuestas                          | 336       | 307        | 345                  |
| Respuestas afirmativas (RA)                 | 121       | 136        | 112                  |
| Pago Total Mensual (DAPTm)                  | \$ 4 225  | \$ 10 875  | \$ 7 590             |
| Pago Promedio al mes por individuo (DAPPmi) | \$35      | \$80       | \$ 68                |
| Pago Promedio Anual individual (DAPPai)     | \$ 419    | \$ 960     | \$ 813               |
| Pago Total Anual (DAPTa)                    | \$ 50 700 | \$ 130 500 | \$ 91 680            |
| Excedente del Consumidor (EC)               | \$ 50 700 | \$ 130 500 | \$ 91 680            |



Es importante aclarar que los resultados que arroja la aplicación del método de valoración contingente, son sólo una aproximación a un precio real, ya que se está valorando una situación hipotética planteada.

Por otra parte, es importante destacar la disposición de los encuestados para contribuir a la creación de un fondo administrado por un organismo independiente del sector gubernamental, cuyo objetivo central sería promover estrategias a favor del Parque Nacional del Nevado de Toluca.

Este trabajo permitió reflexionar sobre otras opciones para incrementar el abastecimiento del agua ya que no sólo hay que pensar en proyectos costosos con alto impacto ecológico, sino

también en atender los servicios ambientales hidrológicos a través de proyectos para el manejo adecuado de cuencas y acuíferos.

Cuando se trató de realizar un análisis comparativo, con otros trabajos de valoración económica a través del método de valoración contingente, fue difícil, ya que son escasas las variables que son comunes en los trabajos realizados. Por tanto, es necesario, incrementar el número de trabajos de esta naturaleza, como así también su calidad y variedad de la información. Por ello, los estudios futuros deberán proporcionar información empírica de mayor calidad que permita llevar a cabo con éxito el tipo de estudio que aquí se ha propuesto.

obje

## Bibliografía

- Azqueta, D. (1994). *Valoración económica de la calidad ambiental*. McGraw-Hill, Madrid.
- Birkle, P.; V. Torres-Rodríguez y E. González-Partida (1998). "The Water Balance for the Basin of the Valley of Mexico and Implications for Future Water Consumption", *Hydrogeology Journal*. 6.
- CAEM (Comisión del Agua del Estado de México) (2006). *Documento interno*.
- Candeau R. y S. Franco (2007). "Dinámica y condiciones de vida de la población del Parque Nacional Nevado de Toluca (PNNT) en la generación de presión a los ecosistemas circundantes", *Investigaciones Geográficas*. 62.
- CNA (Comisión Nacional del Agua) (2002). *Informe de disponibilidad de agua en el acuífero del Valle de Toluca, Estado de México*. Reporte Técnico CNA. México, D.F.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad) (2008). *Regiones Terrestres Prioritarias de México*. <[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doc-tos/RIP\\_109.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doc-tos/RIP_109.pdf)> (13 de marzo de 2009).
- Del Ángel Pérez, A. L.; J. L. Villagómez; M. A. Mendoza y A. Rebolledo (2006). "Valoración de recursos naturales y ganadería en la zona centro de Veracruz, México", *Madera y Bosques*. 12(2).
- Esteller, M. V. y C. Díaz-Delgado (2002). "Environmental effects of aquifer overexploitation: a case study in the Highlands of Mexico", *Environmental Management*. 29(2).
- Franco, S.; H.H. Regil y J.A.B. Ordoñez (2006a). "Dinámica de recuperación-perturbación de las zonas forestales en el Parque Nacional del Nevado de Toluca", *Madera y Bosques*. 12(1).
- Franco, S.; H. H. Regil; C. González y G. Nava (2006b). "Cambios en el uso de suelo y vegetación en el Parque Nacional del Nevado de Toluca para el periodo 1972-2000", *Investigaciones Geográficas*, 61.
- Freeman, A. M. (1993). *The Measurement of Environmental Benefits: Theory and Methods, Resources for the Future*. Ramsar, Gland, Suiza.
- Gaceta del Gobierno (2010). *Decreto número 29.- con el que se aprueba el establecimiento de las tarifas aplicables a los derechos de agua potable drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales*. Gobierno del Estado de México, 17 de diciembre.
- INE (Instituto Nacional de Ecología) (2005). *Manual para el desarrollo del programa de pago por servicios ambientales hidrológicos locales*. Instituto Nacional de Ecología. Dirección General de Investigación y Política y Economía Ambiental, México D.F., México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2002). *SCINCE Sistema para la Consulta de Información Censal 2000*, En CD. INEGI. México.
- Riera, P. (1994). *Manual de valoración contingente*. Instituto de Estudios Fiscales. Madrid. España
- Rodríguez, B. y S. Franco (2003). "La identificación de servicios ambientales entre zonas urbanas y agrícolas: Captura de carbono en el Parque Nacional del Nevado de Toluca", en Carreño, F.; R. M. Sánchez; P. A. Vinageras; J. Tapia y B. Rodríguez (eds.). *Planeación del territorio y ambiente en América Latina, Tomo II*. UAEM, Toluca México.
- Rojas, E. E.; M. E. Valdez; P. Mireles; A. Reyes y P. Pastor (2007). "Estimación de la producción de agua superficial del Parque Nacional Nevado de Toluca, para el año 2006", *Quivera* 9(1).
- Rojas, R. (1981). *Guía para realizar investigaciones sociales*. UNAM, México.
- Sanjurjo, E. (2006). "Aplicación de la metodología de Valoración Contingente para determinar el valor que asignan los habitantes de San Luis Río Colorado a la existencia de flujos de agua en la zona del Delta del Río Colorado". *Documento de investigación. Dirección de Economía Ambiental. Instituto Nacional de Ecología*, México. <[http://www.ine.gob.mx/dgipea/val\\_eco\\_contingente.html](http://www.ine.gob.mx/dgipea/val_eco_contingente.html)> (10 de abril de 2007).