

VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DEL BOSQUE DEL MUNICIPIO DE IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

Bertha Sofia LARQUÉ-SAAVEDRA¹, Ramón VALDIVIA ALCALÁ²,
Fabián ISLAS GUTIÉRREZ¹ y José Luis ROMO LOZANO²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Av. Progreso No. 5 Colonia del Carmen, Coyoacán. 04110 D.F., México. Correo electrónico: besolasa@yahoo.com

² Universidad Autónoma Chapingo. Km. 35.5 Carretera México-Texcoco. C.P. 56230

(Recibido enero 2004, aceptado agosto 2004)

Palabras clave: problemas ambientales, recursos naturales, deforestación, valoración contingente

RESUMEN

La zona metropolitana del valle de México está enfrentando problemas ambientales derivados del deterioro de sus recursos naturales. Al oriente de esta zona, el municipio de Ixtapaluca, Estado de México, cobra importancia por poseer la superficie forestal más grande. Desafortunadamente esta superficie ha venido disminuyendo a causa de incendios, plagas, prácticas de cambios de uso de suelo, pastoreo intensivo y tala clandestina e indiscriminada. Esta tendencia significa un grave problema para la zona, ya que el constante crecimiento de la población y de las actividades urbanas ocurre en el marco de un fuerte desequilibrio con los recursos naturales. Dentro de este contexto se proponen como objetivos, investigar si la población de la zona oriente del Estado de México le reconoce valor económico a los servicios ambientales del recurso forestal, así como generar una estimación monetaria del valor económico de estos servicios. La metodología empleada fue el método de valoración contingente, que permite conocer directamente de la población la valoración económica de los servicios en cuestión así como la particular de cada uno de ellos. Los resultados obtenidos señalan que la población reconoce valor económico a los servicios ambientales del bosque y se indica el orden de las preferencias por cada uno de ellos, en donde el combate a la contaminación del aire tuvo el lugar más importante seguido por la conservación de la flora y la fauna y la conservación del suelo. Se estimó el valor monetario anual aproximado de los servicios ambientales en 36 millones 852,900 pesos, lo que permite tener información para diseñar políticas tendientes a su conservación.

Key words: environmental problems, natural resources, deforestation, contingent valuation

ABSTRACT

The metropolitan area of the Valley of México is facing problems due to the damage of its natural resources and the consequent damage to the environment. Eastward of this zone, the Ixtapaluca municipality in the State of Mexico, is of growing importance because it has the largest forest area in this zone. Unfortunately, this area has been reduced by fire, pests, changes in land use, extensive grazing and indiscriminate clandestine lumbering. This tendency is a threat for the zone because constant population growth and urban activity are generating a severe imbalance between these and the natural resources. In this context, the present study was conducted to investigate whether the population of eastern State of Mexico recognizes the economic value of the environmental services of the forest resource, and to estimate the economic value of these services. The methodol-

ogy used was the contingent valuation method, which uses information gathered directly from the population to obtain the economic valuation of these services. The results show that the population recognizes the economic value of the environmental services of the forest; preferences were obtained for each of these, where combating air pollution was the most important, followed by conservation of flora, fauna, and soil. An approximate monetary value of \$36,852,900.00 (mexican pesos) was estimated for the environmental services, thus providing information to design conservation guidelines.

INTRODUCCIÓN

Se puede asegurar que en México la modernización de la economía que se entendió durante años como el predominio de las actividades industriales y el fortalecimiento del comercio y los servicios sobre las actividades del sector primario generó fuertes problemas, entre otros, el surgimiento de polos de desarrollo que trajeron como consecuencia la inmigración de población rural en busca de trabajo. Desafortunadamente este hecho se concretó en la aparición de poblaciones irregulares, un ejemplo drástico es el de la zona metropolitana del valle de México (ZMVM), conformada por ciudades con serios desequilibrios entre recursos naturales y crecimiento de la población. Muchos poblados que eran rurales fueron sometidos a un proceso de urbanización con base en el cambio del uso del suelo sin ninguna planeación, lo que provocó problemas ecológicos considerables como cambio de clima, incremento de la contaminación del aire, disminución del agua tanto superficial como subterránea y pérdida de suelo. Todos estos, corresponden a servicios ambientales del bosque.

Esta situación la viven los municipios de Chicoloapan, Chimalhuacán, La Paz e Ixtapaluca pertenecientes al Estado de México, ubicados al oriente de la ZMVM. En ellos, el cambio de uso de suelo se ha traducido en la disminución de las áreas naturales; un proceso que parece irreversible y en donde los problemas ambientales son variados.

El municipio de Ixtapaluca cuenta con la superficie forestal boscosa más grande de la zona oriente de la ZMVM: 19,198 ha (PEE 1996) la que, debido a la situación antes descrita, cobra un interés mayor para las autoridades tanto federales como estatales, quienes han mostrado preocupación por su conservación y mantenimiento. Muestra de ello es el Plan del Centro de Población Estratégico de Ixtapaluca (1996) y el Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México (1999) que buscan controlar el crecimiento de la población y conservar los recursos naturales. Asimismo, en julio de 2002 se aprobó el Proyecto Recuperación de Suelos en la Subcuenca del Río La Compañía (GEM 2002), que es de importancia por tener el mayor caudal y el mayor escu-

rimiento de la cuenca tributaria oriental del valle de México. Este río cruza varios centros de población como San Rafael, Miraflores, Ayotla, La Paz, Tlapacoya, Chalco, Tlalpizáhuac, Ciudad Nezahualcóyotl y Chimalhuacán, todos ellos en la parte oriente de la ZMVM. Estas acciones son las más recientes, aunque años atrás, las autoridades del ramo establecieron vedas sobre las zonas forestales de todo el Estado de México.

Con el interés de contribuir a la comprensión de esta problemática, la presente investigación se propuso valorar económicamente los servicios ambientales que proporciona el bosque del municipio de Ixtapaluca, a través de la cantidad de dinero que la población expresó estar dispuesta a aportar para mantener el recurso forestal y con ello asegurar que este cumpla con sus servicios ambientales. La valoración se realizó aplicando el método de valoración contingente (MVC). Los servicios ambientales tomados en consideración fueron: purificación del aire, conservación de la tierra, conservación de la humedad ambiental, conservación de la flora y la fauna, retención del agua en el subsuelo y paisaje.

Los objetivos que se plantearon fueron:

1. Investigar si la población de los municipios de Chicoloapan, Chimalhuacán, La Paz e Ixtapaluca, pertenecientes a la zona oriente del valle de México, reconoce valor económico a los servicios ambientales del bosque del municipio de Ixtapaluca.
2. Generar una estimación monetaria del valor económico de estos servicios ambientales.
3. Determinar si existen diferencias entre la población de los municipios de Chicoloapan, Chimalhuacán, Ixtapaluca y La Paz, respecto a la valoración económica que hacen del recurso forestal del municipio de Ixtapaluca.
4. Determinar si la percepción de problemas ambientales en sus localidades de origen es una variable que se relaciona con la aceptación o rechazo a cooperar por parte de la población para mantener los servicios ambientales del recurso forestal.
5. Determinar si la percepción de los problemas ambientales en sus lugares de origen es una variable que explique el monto de la disposición a cooperar por parte de la población, para conservar el recur-

so forestal y con ello, los servicios ambientales que ofrece.

Existen algunos estudios en México que han abordado aspectos relacionados con la valoración económica de los servicios ambientales del recurso forestal. Con base en los MVC y costo de viaje, Romo-Lozano (1997) hizo un estudio sobre la Reserva Especial de la Biosfera de la Mariposa Monarca ubicada en el estado de Michoacán. El objetivo fue conocer el valor de la recreación que se genera con la visita de los turistas y el potencial de este valor escénico estimado a través de la disposición a pagar por la conservación de la Reserva. Pérez (1997) realizó un estudio similar en la misma Reserva con la finalidad de calcular el valor económico de la belleza escénica del lugar. Concluyó que el precio del boleto que permite ingresar al lugar, estaba 50% por debajo de lo que la gente declaró estar dispuesta a pagar. Propone que si el costo del boleto se incrementara en ese porcentaje, los ingresos monetarios para las comunidades poseedoras de ese recurso aumentarían de manera considerable, por lo que recomienda crear una política de distribución de esos ingresos.

Tyrväinen y Väänänen (1998) aseguran que han encontrado el MVC en alrededor de 2000 referencias aplicadas a temas como agua, calidad del aire, riesgos a la salud y vida silvestre. Ha sido también aceptado como un método para el cálculo de los impuestos a los daños de los recursos naturales. Estos autores lo utilizaron para valorar áreas forestales urbanas. Su trabajo parte de considerar que la destrucción de los espacios verdes urbanos causa externalidades negativas. El estudio se llevó a cabo en Joensuu, un pueblo de North Carelia, Finlandia y fue diseñado para medir los beneficios de las áreas forestales urbanas, lo que se consideró necesario porque los municipios no tienen una planeación específica sobre el uso de dichas áreas. Los proyectos de desarrollo urbano tienen externalidades negativas ya que no valoran los beneficios ambientales y escénicos de estos espacios. El cuestionario se aplicó a la población que hace uso de estas áreas y a personas de poblados cercanos, conformándose así el muestreo. Fue necesario conocer la frecuencia con la que visitan el área de acuerdo con el tipo de usuario, el tiempo promedio que dura la visita y el empleo que hacen del lugar. Se analizaron las diferentes alternativas de pago y la frecuencia del mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó el MVC, que propone la estimación del valor monetario o precio de bienes sin mercado. Para el logro de esta

estimación, el método se basa en la aplicación de cuestionarios a la población, en que se pregunta cuánto estaría dispuesta a pagar por el “bien” en cuestión. Este puede ser el aire, al que se pretende mejorar en su calidad, el agua, ya sea para aumentar su cantidad y/o mejorar su calidad, la fauna, que se pretende conservar, etc.

En esta investigación, en la que se estudiaron los servicios ambientales del bosque, no se preguntó ¿qué precio estaría dispuesto a pagar (DAP) para conservar los servicios ambientales del bosque del municipio de Ixtapaluca? en su lugar se preguntó, ¿cuánto estaría dispuesto a cooperar por conservar el bosque del municipio de Ixtapaluca y con ello preservar sus servicios ambientales? (DAC). Esta decisión se tomó después de hacer visitas de reconocimiento al lugar de estudio y de aplicar algunos cuestionarios piloto de prueba. Se detectó que ante la pregunta “precio a pagar”, se generó una situación de intimidación y rechazo debido a que se habla de “bienes públicos”, lo que se consideró que influiría en la incidencia de respuesta cero de protesta. En su lugar el planteamiento de una cooperación única anual se vio con más posibilidades de éxito entre la población.

Es importante comentar que las respuestas “cero de protesta”, se refieren a la manifestación de rechazo por parte de la población al pago de “bienes públicos”. Estas respuestas son diferentes a la consideración de que estos bienes no tienen valor, por lo que se igualan a cero y se les denomina “valor cero”. Para diferenciar unas de otras, es necesario conocer la argumentación por la cual se califican con cero.

La valoración monetaria se realizó al conjunto de los servicios ambientales que proporciona el bosque y no a cada uno de ellos. Esto se debió a que se conciben como bienes complementarios, ya que si se habla de la conservación de la flora y de la fauna, así como del suelo, se puede hablar del cumplimiento de la captura de agua en el subsuelo, esto es, todos los servicios tienen un mismo origen que es el recurso forestal, y el mantenimiento y conservación de este conlleva al buen cumplimiento de cada uno de los servicios. Hoehn y Randall (en Mitchel y Carson 1993) comentan que cuando se valoran independientemente bienes complementarios como visibilidad de las montañas y calidad del aire, se tiende a subestimar la cantidad total del DAP. En lugar de la valoración particular a estos servicios, se investigó cuáles son las preferencias de los “consumidores” por cada uno de ellos, lo que se logró bajo dos procedimientos: primero, por la numeración en orden de importancia de los servicios aquí estudiados y segundo, de acuerdo con la distribución del dinero donado que se destinaría a los diferentes servicios, de acuerdo con criterio del propio donante.

Cuestionarios y muestreo estadístico

El diseño de los cuestionarios se conformó de las siguientes partes: la primera se destinó a capturar datos personales de la población. La segunda informa acerca de los servicios ambientales a valorar, además de ofrecer información de la situación que hace necesaria dicha valoración. La tercera y última se conformó por preguntas relacionadas directamente con la valoración de los servicios ambientales del bosque, estos es, la DAC. Se plantearon preguntas sobre las preferencias de los consumidores por cada uno de los servicios ambientales que el cuestionario se propuso valorar.

La aplicación del cuestionario se realizó bajo dos procedimientos: en el primero, una persona la dirigió obteniéndose las respuestas de manera inmediata, y en el segundo, el cuestionario se lo llevó el encuestado y después de ocho días se recogió. Ambos sistemas son metodológicamente válidos y se han puesto a prueba para estudiar si por el hecho de tener tiempos diferentes para pensar la respuesta, las personas valoran de manera distinta un mismo bien. Estas pruebas son muy importantes por la dificultad que existe para proponer un precio a los servicios ambientales.

El muestreo estadístico que se aplicó fue el estratificado simple aleatorio. Se generaron cuatro estratos correspondiendo cada uno de ellos a los municipios estudiados. Se decidió estratificar la muestra considerando esta variable ya que se planteó que los municipios pudieran tener problemas ambientales diferentes a pesar de conformar una subregión, lo que probablemente influiría en la DAC.

El tamaño de la muestra se calculó a partir de la población registrada en los censos poblacionales que publicaron información para 1995. Del total de esta población sólo se consideró aquella entre los 20 y 69 años de edad, bajo el supuesto de que en este rango las personas ya perciben ingresos económicos, lo que es una condición necesaria para ser sujeto de estudio. Además, se supuso que en ese rango de edad cuentan con criterio más adecuado para emitir un juicio de valor económico, logrando con ello mayor veracidad en las respuestas.

Para determinar el tamaño de la muestra y de los estratos se aplicó la fórmula siguiente (Richard 1987):

$$n = \left(\frac{\left(Z_{1-\alpha/2} - \frac{\alpha}{2} \right) (\eta)}{dr} \right)^2$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

η = coeficiente de variación. Se tomó 1.0

dr = error relativo, se consideró de 0.10

$Z_{1-\alpha/2}$ = es la desviación estándar, que con base en la distribución “t” con $n - 1$ corresponde en tablas a $Z_{0,975} = 1.96$.

1 - α = nivel de confianza. Se trabajó con 0.95

N = ∞

Sustituyendo en la fórmula, se obtuvo un valor para n de: $n = [1.96 (1.0)/0.10]^2 = 385$

Para determinar el tamaño de los estratos se utilizó la siguiente fórmula:

Wh = nh/N, donde:

h = población entre los 20 y 69 años de edad, por municipio.

N = población total, entre los 20 y 69 años de edad en los cuatro municipios.

Entonces:

Wh Chicoloapan = $385 (31,920/368,529) = 33$

Wh Chimalhuacán = $385 (168,800/386,529) = 176$

Wh Ixtapaluca = $385 (83,980/386,529) = 88$

Wh La Paz = $385 (83,829/386,529) = 87$

De esta manera la muestra se conformó como lo indica la **tabla I**.

Para estimar la cantidad monetaria destinada a la conservación de los servicios ambientales, se analizó la variable DAC a través de un modelo de regresión lineal, en el que la DAC se manejó como variable cuantitativa y dependiente y como variables independientes se propusieron, sexo, estado civil, edad, años de estudio, ingreso, percepción de los problemas y dependientes económicos. Se hicieron dos ensayos: se corrió una primera regresión con todas las variables independientes, se empleó el procedimiento *forward*. Posteriormente se corrió otra regresión bajo el procedimiento *stepwise* en donde se desecharon las variables que no fueron significativas según la prueba “t”, esto con la idea de confirmar las variables que explicaron el modelo.

Las variables sexo, estado civil y percepción, se

TABLA I. MUESTRA TOTAL Y POR MUNICIPIO

Municipio	Tamaño de muestra
Chicoloapan	33
Chimalhuacán	176
Ixtapaluca	88
La Paz	88
Total de la muestra	385

Fuente: elaborado con base en la información obtenida de Cuaderno No. 1. Estadísticas vitales del Estado de México. INEGI. México 1998. pp. 10-13 y a la aplicación de la fórmula para calcular la muestra total y por municipio.

manejaron como categóricas quedando de la siguiente manera: sexo: masculino = 0, femenino = 1. Estado civil: soltero = 0, casado = 1. Percepción: sí percibe problemas ambientales = 0, no percibe problemas ambientales = 1. Las otras variables independientes se trabajaron como numéricas, y para facilitar su manejo, se organizaron por grupos, estos fueron los casos de las variables: edad, años de estudio, ingresos. En cuanto a la edad: de 20 a 39 años = 0, y, 40 y más años = 1. La variable años de estudio: de 0 a 9 años de estudio = 0, y más de 9 años = 1. La agrupación se hizo de esta manera porque la mayor frecuencia se encuentra hasta 9 años de estudio. En cuanto al ingreso de las personas, se formaron también dos grupos: el primero con las que perciben hasta 2000 pesos y el segundo por quienes perciben más de 2000 quincenales. Los grupos se integraron así, ya que el ingreso medio se ubicó en 1485 pesos quincenales y la mayor frecuencia en 2000 pesos quincenales.

El modelo quedó de la siguiente manera:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + E_i$$

Donde:

Y_i = Disposición a cooperar

X_1 = Percepción

X_2 = Edad

X_3 = Ingreso

X_4 = Sexo

X_5 = Dependientes niños

X_6 = Años de estudio

E_i = Término de error

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Datos generales de la muestra. Las características personales de la población que integró la muestra fueron: el 59.6 % de la población se compone de hombres; en cuanto al nivel de estudios, el 84.4 % han cursando hasta 12 años que corresponde a preparatoria o preparación técnica. Del total de la muestra, el 72 % declararon estar casados, el 67.6 % se registraron como personas entre los 20 y 40 años de edad; el 51.8 % dijeron tener niños como dependientes económicos (de 0 a 13 años de edad), ubicándose la mayor frecuencia en quienes dijeron mantener hasta 2 niños.

El 32.9 % de la muestra son pequeños comerciantes y el 29.8 % son empleados de comercios, lo que dio un total de 62.2 %. Esta información concordó con los bajos ingresos quincenales que declararon ya que el 74.8 % de la población dijo obtener a la quincena, ingresos entre 501 a 2000 pesos, también estuvo

acorde con los datos proporcionados por el INEGI (2002), en donde se apunta que los cuatro municipios aquí estudiados se ubican dentro del área geográfica "C" con un salario mínimo diario de 38.3 pesos.

Valoración de los servicios ambientales y comportamiento de la variable percepción en relación con la variable disposición a cooperar

La investigación planteó como conjetura que si la población percibe problemas ambientales en su lugar de residencia, ello influiría en la valoración económica de los servicios ambientales, y con ello, en el monto de la DAC destinada a conservar el bosque del municipio de Ixtapaluca. Los resultados que se obtuvieron fueron: del total de la población de la muestra, el 90.93 % contestó que sí perciben problemas ambientales en su lugar de residencia, ubicando 12 problemas, y de ellos, cuatro como los principales: contaminación del aire; fuertes y constantes corrientes de viento que levanta polvo y basura, falta de árboles y parques y problemas con el agua de uso doméstico referidos a su escasez y mala calidad dado su color y olor.

Resultó muy interesante que en el caso de los cuatro municipios se mencionara como un problema ambiental, la falta de árboles urbanos, tal es su preocupación, que se cita entre los de mayor frecuencia. Este punto llamó la atención ya que socialmente se establece una relación directa entre la presencia de los árboles y un ambiente libre de problemas de contaminación; motivo por el cual, el combate a la contaminación ambiental, fue el servicio que mayor peso recibió (Tabla II).

Es importante hacer notar que en contraste con los resultados obtenidos en este trabajo, para las autoridades del Distrito Federal y del Estado de México, el problema principal no se refiere a los niveles de contaminación registrados en la zona, sino más bien a la escasez del agua en el subsuelo, y aunque es obvio que las funciones que cumple el bosque se dan de manera conjunta y que los problemas ambientales que genera el deterioro del bosque coinciden en el mismo origen, no quiere decir con ello que cada uno de estos problemas tengan el mismo nivel de gravedad ni la misma facilidad o dificultad en su solución. Es evidente que tanto la contaminación ambiental como la escasez del agua son problemas graves, y es evidente también que su solución no es fácil, sin embargo, la falta de agua se constituye en un problema social y político de mayores alcances, y a pesar de que actualmente se registran deficiencias en su abastecimiento y en su calidad, todavía no es percibido por la población como el principal problema. Esto hace plantear la posibilidad de que la población en general no asocia de manera directa (como sí lo hace con la contaminación) la presencia del bosque con el abastecimiento

TABLA II. ORDEN DE IMPORTANCIA DE LAS FUNCIONES AMBIENTALES DEL BOSQUE DE ACUERDO CON LA OPINIÓN DE LA POBLACIÓN

Funciones	General	Orden de importancia Municipios			
		Chicoloapan	Chimalhuacán	Ixtapaluca	La Paz
- Purificación del aire	1	1	1	1	1
- Conservación del suelo	4	4	3	3	5
- Conservación de la flora y de la fauna					
- Conservación de la humedad ambiental	5	4	5	5	6
- Retención del agua en el subsuelo	3	2	4	4	3
- Paisaje	6	4	6	5	4

Nota: el orden se presenta de la siguiente manera: el 1 es la función que consideraron más importante y el nivel de importancia va descendiendo hasta llegar al 6 que es la función que consideraron de menor importancia.

Fuente: elaborado con base en la información ofrecida por la población que conformó la muestra

del agua de uso doméstico; lo que seguramente influye en la valoración económica que se hace en general del bosque y en particular de cada servicio.

En cuanto a la valoración que se hizo de la función “paisaje” que fue la de menor peso, se podría entender como una conducta esperada de acuerdo con los problemas ambientales que declararon, de lo que se deduce que no representa para esta población una necesidad de primer orden.

Un último comentario respecto al comportamiento de la variable percepción, es que no fue estadísticamente significativa para explicar el monto de la DAC.

Estimación del valor económico monetario de los servicios ambientales del bosque de Ixtapaluca

Antes de apuntar el valor económico de los servicios ambientales del bosque, es importante hablar del comportamiento de esta variable. A la pregunta de si estaría dispuesto a cooperar para la conservación del recurso forestal del municipio de Ixtapaluca de las 386 personas que conformaron el total de la muestra, 316 (81.9 %) se manifestaron por sí cooperar, 68 (17.61 %) por no cooperar y dos datos se perdieron (0.51 %).

Las 68 personas (17.61 %) que manifestaron que no cooperarían, se registraron con cero de cooperación, de estos se deben distinguir dos situaciones: quienes dijeron cero porque no reconocen valor económico en los servicios ambientales del recurso forestal, nombrándoles “cero de valor”, y aquellos que dijeron cero porque no están de acuerdo con la cooperación, denominados “cero de protesta”. De los primeros se presentaron sólo cinco casos, argumentando que no les interesan los problemas ecológicos ni el bosque.

De los que se consideraron “cero de protesta” se

registraron 63 casos, dando como argumentos, de mayor a menor frecuencia los siguientes: porque el gobierno roba, porque no tengo confianza en las organizaciones no gubernamentales, porque el cuidado del bosque es responsabilidad del gobierno, porque el cuidado del bosque debe ser una acción civil. De manera particular, en el municipio de Ixtapaluca dijeron que el pueblo está organizado para cuidar el bosque cuando hay incendios, comentaron que las campañas de reforestación las realiza el gobierno a través del ejército. Esta información puede explicar el hecho de que en este municipio se registraran la mayor cantidad de ceros de protesta (**Tabla III**).

TABLA III. NÚMERO DE CASOS QUE DECLARARON CERO DE VALOR A LOS SERVICIOS AMBIENTALES DEL BOSQUE

Municipios	Cero de protesta	Cero de valor	Total
Chicoloapan	1	-	1
Chimalhuacán	28	1	32
Ixtapaluca	32	3	32
La Paz	2	1	3
Total	63	5	68

Fuente: Elaborado con información obtenida de los cuestionarios aplicados en campo

Las 316 personas que dijeron que sí cooperarían (81.9 %), manifestaron cantidades que variaron de 1 hasta 14,400 pesos, ubicándose la mayor frecuencia en el rango de 1 hasta 500 pesos (**Tabla IV**).

Para calcular el valor monetario anual promedio de los servicios ambientales que genera el recurso forestal de Ixtapaluca, se procedió de la siguiente ma-

TABLA IV. RANGOS DEL MONTO DE LA DISPOSICIÓN A COOPERAR

Disposición a Cooperar Pago anual (pesos)	Total	%	Municipios			
			Chicoloapan	Chimalhuacán	Ixtapaluca	La Paz
0 de protesta	63	16.3	1	28	32	2
0 de valor	5	1.3	-	1	3	1
1 a 500	265	68.7	26	125	47	67
501 a 1000	29	7.5	2	9	5	13
1001 a 2000	14	3.6	3	5	1	5
2001 y más	8	2.0	1	4	3	-
No respondió	2	0.5	-	-	1	1
Total	386	100.0	33	175	89	89

Fuente: cálculos elaborados con base en la información obtenida de los cuestionarios aplicados en campo

nera: se eliminaron los casos cero de protesta y los casos de quienes declararon cantidades mayores a 2000 pesos. La eliminación de las respuestas mayores a 2000 pesos se debió a su baja frecuencia y a la distorsión que generaron. Estos casos en total sumaron 8 y se ubicaron dentro del rango de quienes declararon una cooperación de 2001 y más, donde se encontraron cantidades entre 3000 y 14,400 pesos. Finalmente también fueron eliminados dos casos más de quienes no respondieron a esta pregunta.

Entre los casos que sí fueron considerados, se incluyeron cinco de quienes declararon cero de valor, además de todos aquellos que se ubicaron entre 1 hasta 2000 pesos, sumando un total de 313.

Una vez seleccionados los casos, se obtuvieron las medidas de tendencia central de la variable DAC para el total de la muestra, siendo las siguientes:

Media = 272 pesos

Mediana = 100 pesos

Como se puede ver estas dos medidas son muy distantes, lo que llamó la atención, sobre todo porque la desviación estándar fue de 380.21. Con estos datos se hicieron dos interpretaciones: la primera, es que el modelo no tuvo un buen ajuste, y la segunda, que más de la mitad de la población no estaría dispuesta a cooperar con los 272 pesos que indica la media, por lo que ésta no se consideró como un indicador adecuado.

Ante la primera de estas interpretaciones, es conveniente apuntar que normalmente en las investigaciones de valoración contingente se trabaja con datos estadísticos que presentan una varianza muy grande, lo que de acuerdo con Mitchel y Carson (1993), se puede deber a varias causas: a la varianza propia del azar, otras que pueden estar relacionadas con el tipo y diseño del instrumento que se utilice para obtener la información, o bien al hecho de que al encuestado le pueda parecer poco realista dar un precio a un “bien

público” y que por ello mencione cualquier cantidad, así como la dificultad de mencionar un precio sin tener algún parámetro que le guíe. Un cuestionario de valoración contingente puede estar diseñado de tal manera que deje en la persona encuestada una sensación de confusión, de incertidumbre o de irrealidad, por lo que el error en las respuestas será sistemático. Por lo que respecta al comportamiento de la media y la mediana, Mitchel y Carson (1993) apuntan que la distribución de la variable DAC (para el caso de esta investigación), se obliga a cero en su límite bajo pero no hay un límite superior, ya que seguramente por lo irreal e hipotético del mercado, el encuestado llega a aportar datos muy elevados. Proponen que para dar confiabilidad al modelo estadístico, éste debe estar respaldado teóricamente de una manera correcta y los instrumentos empleados para capturar la información (cuestionarios) deben ser diseñados adecuadamente.

En cuanto a la segunda interpretación relacionada con la selección de la medida de tendencia central para calcular el valor monetario de los servicios ambientales, para el caso de esta investigación, se consideró a la mediana como la medida más confiable. Para respaldar esta decisión, se procedió a conocer con más detalle el comportamiento de la variable DAC, para ello se desglosaron los datos de cooperación del rango que obtuvo la más alta frecuencia (1 a 500 pesos), que es donde se ubican los valores de la media 272 y de la mediana, 100.

Se puede observar que las dos frecuencias más altas se ubicaron en 100 pesos seguida de 50 pesos (Tabla V). El total de la población dispuesta a cooperar cuando más con 100 pesos, es de 159 personas que representan el 60.0 % de las 265 que están dispuestas a cooperar hasta con 500 pesos; y el 50.8 %, del total de personas de la muestra dispuestas a colaborar que son de 313 casos.

Tomando en cuenta el valor de la mediana que fue de 100 pesos, se multiplicó esta cantidad por el total

TABLA V. RANGOS DE LA DISPOSICIÓN A COOPERAR DENTRO DEL RANGO 1 A 500 PESOS

Cooperación que declaró la población (pesos)	Número de casos	Porcentaje
1	2	0.8
3	1	0.4
5	11	3.0
7	1	0.4
10	17	6.4
20	21	8.0
25	1	0.4
30	8	3.0
40	2	0.8
50	42	15.8
60	6	2.3
80	1	0.4
100	46	17.4
120	10	4.0
150	5	2.0
180	5	2.0
200	26	10.0
240	9	4.0
300	14	5.3
350	1	0.4
360	5	2.0
365	1	0.4
400	5	2.0
420	2	0.8
432	1	0.4
480	1	0.4
500	21	8.0
Total	265	100.0

Fuente: elaborado con base en la información obtenida en los cuestionarios aplicados en campo

de la población entre los 20 y 69 años de edad que fueron los considerados en este estudio (ver apartado de materiales y método) y de este modo se estimó el valor monetario de los servicios ambientales para el total de los cuatro municipios, obteniéndose como resultado un valor anual para 2002 de 36 millones 852,900 pesos.

Diferencias municipales de la valoración económica de los servicios ambientales del bosque

El comportamiento de la variable DAC por municipio fue el siguiente: en cuanto a la participación relativa del total de personas dispuestas a cooperar, los que presentaron mayor porcentaje fueron: Chicoloapan con 97 % y La Paz con 96.2 %, seguidas de Chimalhuacán con 82.2 % e Ixtapaluca con 63.0 %. Cada uno de los municipios mostró comportamientos similares en cuanto a las cantidades declaradas de contribución. Otro aspecto, fue que la variable DAC marcó una misma tendencia en su comportamiento, en cuanto la cantidad declarada a apoyar aumentó, el número de casos disminuyó.

Con la intención de conocer con mayor detalle las cantidades a cooperar que se declararon por municipio, se calcularon medianas, modas y desviaciones estándar de cada uno de los municipios, obteniéndose los resultados que se presentan en la **tabla VI**.

TABLA VI. VALORES DE LA MEDIA, MEDIANA Y MODA POR MUNICIPIO

Municipio	Media	Mediana	Moda	Desviación
Chicoloapan	318.4	120	100	469.0
Chimalhuacán	240.3	100	50	398.1
Ixtapaluca	283.7	100	100	367.8
La Paz	292.5	180	600	316.5
General	272	100	100	380.2

Fuente: realizado con datos de los cuestionarios aplicados en campo

Con base en esta información se puede resaltar lo siguiente:

1. En cada uno de los municipios, la media se registró como un valor mayor a la mediana por lo que son datos que se definen con sesgo positivo, dada la presencia de valores altos.
2. Del total de los cuatro municipios, el de Chicoloapan fue el que presentó la mayor dispersión de datos, seguido por Chimalhuacán, Ixtapaluca y finalmente La Paz, esto es, Chicoloapan y Chimalhuacán, revelaron datos más dispersos, no obstante, al igual que el resto de los municipios, la mitad de la población está dispuesta a colaborar con valores sensiblemente abajo de la media de cada municipio.
3. Los municipios de Chicoloapan, Chimalhuacán e Ixtapaluca se apegaron más al comportamiento de mediana y moda registradas para el total de la muestra, de tal manera que se puede decir que ellos tuvieron una fuerte influencia en la determinación del comportamiento del total de la muestra.
4. El municipio La Paz presentó datos diferentes ya que arrojó una mediana de 180 pesos, una moda que ascendió a 600 pesos y la menor desviación estándar. De acuerdo con los datos obtenidos para este municipio, la mitad de la población está dispuesta a cooperar arriba de 180 pesos, cantidad mayor a la declarada por los otros tres municipios. La cantidad más frecuente arriba de esos 180 pesos fue 600 pesos. Este hecho hizo que el municipio de La Paz haya sido el que tuvo la valoración más alta considerando los valores de la mediana y de la moda.
5. Es importante aclarar que esta situación se observó aún y cuando La Paz fue el municipio que registró el menor rango de la cantidad en DAC, como lo muestran los datos de la **tabla VII**.

6. Otro dato que resaltó el comportamiento del municipio de La Paz, fue que junto con el de Chicoloapan, evidenciaron el mayor porcentaje de personas dispuestas a cooperar.
7. El municipio de Chimalhuacán fue el que declaró la cantidad más baja a cooperar, ya que su mediana se ubicó en 100 pesos y su moda en 50 pesos, el 65.2 % de esta población está dispuesta a aportar cuando más 100 pesos.
8. De esta información se pudo constatar que la distancia de los municipios con respecto a la superficie boscosa que se valoró, no fue una variable que influyera en la cantidad de dinero que se declaró como DAC, ya que tanto La Paz como Chimalhuacán se encuentran cercanos y mostraron un comportamiento distinto en esta variable.
9. Es importante comentar que se encontraron diferencias en los resultados de la variable DAC relacionados con el método utilizado en la aplicación de los cuestionarios. Tanto en el municipio de La Paz como en el de Chicoloapan, los encuestadores se ubicaron en la cabecera municipal y aplicaron el cuestionario a personas que aceptaron, quienes contestaron de manera inmediata. Para los casos de Ixtapaluca y Chimalhuacán, además de aplicar los cuestionarios bajo el método ya descrito para los otros, se contó con el apoyo de personas que viven en los diversos poblados de estos municipios, lo que garantizó que fuera respondido también por personas que viven en las orillas de estas demarcaciones. En esos casos, el cuestionario se les dejó algunos días para que lo contestaran, por lo que contaron con mayor tiempo para pensar sus respuestas. Para el caso de estos dos últimos municipios, se pudo notar que el número de personas dispuestas a cooperar fue menor, además que la cantidad indicada por la moda, al menos para el caso de Chimalhuacán, fue la más baja.

TABLA VII. VALORES MENORES Y MAYORES DE LAS CANTIDADES DE COOPERACIÓN

Municipio	Menor	Mayor
Chicoloapan	1	2000
Chimalhuacán	0	2000
Ixtapaluca	0	2000
La Paz	0	1212

Fuente: realizado con datos de los cuestionarios aplicados en campo

Análisis del monto de la cantidad a cooperar

Con el fin de conocer qué variables se podrían relacionar con el monto de la cantidad a cooperar, se

corrió una regresión lineal donde la cantidad declarada como cooperación se manejó como la variable dependiente y las características personales de la población fueron las variables independientes.

Es importante comentar que antes de calcular la regresión, fue necesario normalizar la distribución de los datos de la variable DAC, ya que no mostraron un comportamiento normal, posteriormente, se corrieron diferentes regresiones en donde la variable DAC siempre fue la dependiente y las independientes se fueron eliminando a través de los procedimientos *forward* y *stepwise* con la intención de encontrar el mejor modelo. De esta manera, el modelo que finalmente quedó, manejó solamente dos variables independientes para explicar a la variable DAC: el ingreso y los años de estudio. Los resultados fueron:

Variables independientes β t

X1 = ingreso	0.095	1.685
X2 = años de estudio	0.318	5.654

El nivel de significación se elevó en comparación con el de los otros modelos que manejaron más variables independientes, aunque los coeficientes de regresión tuvieron valores más bajos:

$$R^2 = 0.126 \text{ y } R^2 = 0.120$$

Es importante comentar que debido a los resultados obtenidos, fue difícil explicar estadísticamente el monto de la DAC. Sin embargo, se pudo reconocer cuales variables son las que se relacionan con la variable dependiente, así como el tipo de relación (positiva o negativa) que se establece con ésta, siendo éste el sentido que se le ha dado a la utilización de la regresión lineal y no el de validar el método. En cuanto a la R^2 que arrojó un valor bajo, es conveniente comentar que en este tipo de estudios es común obtener esos niveles. Por ejemplo, Boxall *et al.* (1996) registraron un valor de 0.05, Tyrväinen y Väänänen (1998) obtuvieron un valor de 0.15 y Mitchel y Carson (1993) afirmaron al respecto que el empleo de los modelos de regresión no busca darle validez al método de valoración, sino encontrar qué variables son las que tienen relación con la variable DAC.

Para este estudio se obtuvo como resultado que a mayor nivel de educación y mayor ingreso, la población estará en disposición de cooperar con una cantidad mayor.

CONCLUSIONES

La primera y más importante conclusión fue que la preocupación que la población manifestó por la des-

trucción del bosque se reflejó en su disposición a cooperar por la conservación del mismo. El 81 % del total de la muestra declaró interés por conservar el recurso debido a los servicios ambientales que éste genera, servicios que reconocen como necesarios.

El valor que se dio a los servicios ambientales osciló entre 1 y 2000 pesos como pago único anual, obteniéndose un dato promedio de 272.49 pesos y como mediana 100 pesos. En cuanto a la selección de alguna de estas dos medidas para realizar la estimación del valor monetario de los servicios ambientales, se concluyó que la mediana era más adecuada estadísticamente, además de que se apejó de mejor manera al rango de ingresos que declaró la población estudiada.

Los resultados que se obtuvieron en esta investigación en cuanto a la valoración monetaria de los servicios ambientales se consideraron aceptables, ya que el modelo estadístico propuesto indicó que el ingreso es una variable independiente que explica el monto de la variable DAC, lo cual se apejó correctamente al sustento teórico que afirma que la demanda de un bien se determina entre otros aspectos, por el presupuesto y los gustos y preferencias de los consumidores. Se concluyó entonces que la cantidad de 100 pesos se ajustó a esta propuesta.

De acuerdo con la relación positiva que se estableció en la regresión lineal entre la DAC y el ingreso, se verificó que los servicios ambientales se comportan como bienes normales.

El desarrollo de esta investigación, permitió conocer la preferencia de la población de estos municipios por el servicio ambiental del combate a la contaminación del aire. Dentro de ellos, la purificación del aire fue el que marcó la preferencia más alta.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer de manera muy especial al Dr. Gerardo Terrazas González, profesor de la Dirección Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, al Lic. Alberto Nieves Escudero y al Ing. Ricardo Rodríguez Piña, por sus invaluable apoyos

en el análisis estadístico y de muestreo que se requirió para el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS

- Boxall P.C., Adamowicz W. L., Swait J., Williams M. y Louviere J. (1996). A comparison of stated preference methods for environmental valuation. *Ecological Economics* 18, 243–253.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática)(1998). *Estadísticas vitales del Estado de México*. Cuaderno No. 1. México. D.F.
- Gilbert Richard O. (1987). *Statistical methods for environmental pollution*. Van Nostrand Reinhold. Nueva York, EUA, 320 p.
- DOF (Diario Oficial de la Federación)(1999). Segunda Sección. Secretaría de Desarrollo Social. Acuerdo de la Comisión Metropolitana de Asentamientos Humanos por el que se aprueba el Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México. Lunes 1 de marzo. México. D.F.
- Mitchell C.R. y Carson R.T. (1993). *Using surveys to value public goods: The contingent valuation method*. Resource for the Future. Washington, D.C., 463 p.
- Pérez Septién G. (1998). Turismo y mariposa monarca: valuación económica de los beneficios recreativos del santuario El Campanario. *Gaceta Ecológica* 48, 46-60
- PEE (Poder Ejecutivo del Estado) (1996). Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de México. 5ª. Sección. Febrero. Plan del Centro de Población Estratégico de Ixtapaluca. 29 de agosto de 1996. Toluca, Estado de México.
- Romo-Lozano J.L. (1997). Valuing migration of monarch butterflies. Tesis Doctoral, Yale University.
- GEM (Gobierno del Estado de México) 2002. Proyecto de recuperación de suelos en la sucuencia del río La compañía. <http://www.edomexico.gob.mx/se/resuelos/recuperacion.htm> (consultado en septiembre de 2003).
- Tyrväinen L. y Väänänen H. (1988). The economic value of urban forest amenities: an application of the contingent valuation method. *Landscape and urban planning* 43, 105-118