



## VALORACIÓN ECONÓMICA POR LA REHABILITACIÓN DEL RÍO AXTLA, S.L.P.

### ECONOMIC VALUATION FOR THE REHABILITATION OF THE AXTLA RIVER, S.L.P.

Ramón Valdivia-Alcalá<sup>1</sup>; Emiliano García-Avalos<sup>1</sup>; Marco Andrés López-Santiago<sup>2</sup>;  
Juan Hernández-Ortíz<sup>1</sup>; Abraham Rojano-Aguilar<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>División de Ciencias Económico-Administrativas (DICEA). Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5. Carretera México-Texcoco. C. P. 56230, Chapingo, Estado de México. Correo: ramvaldi@gmail.com Tel: 01(595) 95 216 74

<sup>2</sup>Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola. División de Ciencias Económico-Administrativas (DICEA). Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5. Carretera México-Texcoco. C. P. 56230, Chapingo, Estado de México. Correo-e: andmarkos@gmail.com (\*Autor para correspondencia)

<sup>3</sup>Ingeniería y uso Integral del Agua. Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5. Carretera México-Texcoco. C. P. 56230, Chapingo, Estado de México.

#### RESUMEN

Recibido: 30 de julio de 2010  
Aceptado: 16 de junio de 2011  
doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.07.045

En este trabajo se muestran los resultados de la disposición a pagar (DAP) por la protección, mantenimiento y mejora del río Axtla, por parte de los habitantes de Axtla de Terrazas, San Luis Potosí. Esto se llevó a cabo a través del método de valoración contingente con formato referéndum (MVCR). Los resultados obtenidos se analizaron mediante técnicas de regresión logística vía máxima verosimilitud. Se concluye que las variables ingreso familiar, educación y afectación por la contaminación influyen positivamente en la DAP; mientras que el precio ofrecido, la calidad del agua, número de hijos que dependen económicamente del jefe de familia y la edad del jefe familiar, influyen negativamente en la DAP. Los resultados indican una amplia receptividad de la población con respecto a la rehabilitación del río, y están dispuestos a contribuir en promedio con 57 pesos al mes por jefe de familia.

**PALABRAS CLAVE:** Método de valoración contingente con formato referéndum, disposición a pagar, modelo logístico, máxima verosimilitud.

#### ABSTRACT

This paper presents the results of a study to determine the willingness to pay (WTP) for the protection, maintenance and improvement of the Axtla River by the inhabitants of Axtla de Terrazas, San Luis Potosi. For this study, the referendum format contingent valuation method (RCVM) was used. The results were analyzed using logistic regression techniques via maximum likelihood. We conclude that the variables family income, education and pollution damage positively influence WTP, while the bid offered, water quality, number of children who are economically dependent on the household head and age of the household head negatively affect WTP. The study found that residents are broadly receptive to contributing to the rehabilitation of the river, being willing to pay on average 57 pesos per month per household head.

**KEY WORDS:** referendum format contingent valuation method, willingness to pay, logistic model, maximum likelihood.

#### INTRODUCCIÓN

El medio ambiente en general proporciona bienestar a la sociedad a través de diversas funciones que contribuyen al buen desarrollo de las actividades económicas, además de que es el sustento de la vida en el planeta. En la concepción económica, la mayoría de los bienes ambientales se consideran bienes públicos; esto quiere decir que tienen la peculiaridad de que su valor no se refleja en un mercado formal, junto con otras características como la no exclusividad y la no rivalidad en el consumo. En este contexto, la evaluación de las preferencias sociales por este tipo de bienes supone un reto de considerable magnitud a través del desarrollo de métodos de valoración económica de los bienes ambientales (Labandeira, León y Vázquez, 2007).

#### INTRODUCTION

Generally speaking, the environment provides welfare to society through various functions that contribute to the favorable development of economic activities and by sustaining life on the planet. In the economic conception, most environmental goods are considered public goods, meaning they have the peculiarity of their value not being reflected in the formal market, along with other features such as non-exclusivity and non-rivalry in their consumption. In this context, the evaluation of social preferences for these goods is a challenge of considerable magnitude involving the development of methods for economically valuing them (Labandeira León and Vázquez, 2007).

El río Axtla, siendo un recurso natural, constituye un medio de desarrollo económico y social para la población de Axtla de Terrazas, San Luis Potosí, ya que es la principal fuente de abastecimiento de agua para uso doméstico, recreativo y pesca. No obstante los beneficios que genera este recurso hídrico, en la localidad no se le ha dado la importancia que amerita, pues el mal manejo de aguas negras de los hogares ha propiciado el deterioro de la calidad del agua del río Axtla. En virtud de esta problemática, la presente investigación se planteó como objetivo general estimar la disposición a pagar (DAP) por parte de los habitantes de la zona de estudio, por la ejecución de un proyecto de protección, mantenimiento y mejora de la calidad del agua. Los objetivos particulares fueron: el estimar un modelo econométrico de validación de las variables independientes y plantear un proceso de análisis estadístico alternativo para la aplicación a estudios de economía ambiental.

Existen algunos trabajos sobresalientes similares a éste. A nivel nacional, Avilés *et al.* (2010), en el cual se abordó la DAP por el abasto de agua en La Paz, Baja California Sur, concluyeron que una alta DAP depende de la escasez de agua que enfrentan los usuarios. A nivel internacional, Herrador y Dimas (2001) estimaron la DAP de las familias del área metropolitana de San Salvador, por la protección y conservación de los bosques y agroecosistemas de la parte alta de la cuenca del río Lempa, y finalmente, en la ciudad de Puno, Perú, Tudela (2008) estimó la DAP por un proyecto de tratamiento de aguas residuales, y concluyó que las variables significativas para el pago del proyecto fueron: el precio hipotético a pagar, el ingreso, nivel de educación, percepción de malos olores, distancia, padecimiento de enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dermatológicas, género, número de hijos menores de 18 años que viven en el hogar y la edad del jefe de familia.

### **Método de valoración contingente y el formato referéndum**

De acuerdo a Tudela, *et al.* (2009) los métodos de análisis económico para la valoración de bienes y servicios ambientales se pueden agrupar esencialmente en dos tipos: el primero se basa en las preferencias reveladas, dentro del cual se encuentran el método de costos evitados o inducidos, el método de costo de viaje y el método de precios hedónicos; el segundo tipo se sustenta en las preferencias declaradas, englobando los experimentos de elección y el método de valoración contingente en sus diferentes versiones.

Así, el método de valoración contingente plantea la construcción del mercado del bien a valorar mediante el planteamiento de preguntas directas de disponibilidad a pagar por lograr una mejora o aceptar un empeoramiento de la calidad o cantidad de un bien o servicio ambien-

The Axtla River, being a natural resource, constitutes a means of economic and social development for the people of Axtla de Terrazas, San Luis Potosí, as it is the main source of water for domestic use, recreation and fishing. Nonetheless, the benefits generated by this water resource in the town have not been given the importance they deserve, as the mismanagement of household sewage has led to the deteriorating water quality of the Axtla River. In light of this problem, the overall objective of this research was to estimate the willingness to pay (WTP) of the inhabitants of the study area for the implementation of a project to protect, maintain and improve the water quality of the Axtla River. The specific objectives were: to estimate an econometric validation model of the independent variables and propose an alternative statistical analysis process for application to environmental economics study efforts.

There are several studies in this research area that stand out. Nationally, Avilés *et al.* (2010), who looked at the WTP for the water supply in La Paz, Baja California Sur, concluded that a high WTP depends on users facing a water shortage. Internationally, Herrador and Dimas (2001) estimated the WTP of households in the San Salvador metropolitan area for the protection and conservation of forests and agroecosystems in the upper Lempa River Basin, and finally, in the city of Puno, Peru, Tudela (2008) estimated the WTP for a wastewater treatment project, concluding that the significant variables for paying for the project were: the hypothetical price to pay, income, level of education, perception of odors, distance, suffering from gastrointestinal, parasitic and skin diseases, gender, number of children under 18 living at home and age of household head.

### **Contingent valuation method and referendum format**

According to Tudela *et al.* (2009), the economic analysis methods for valuing environmental goods and services can be divided essentially into two types: the first is based on revealed preferences, within which are the cost avoided, travel cost and hedonic pricing methods; the second type is based on stated preferences, encompassing choice experiments and the contingent valuation method in its different versions.

Thus, the contingent valuation method proposes the construction of the good market to value by posing direct questions that ask respondents if they are willing to pay for an improvement in an environmental good or service, or to accept a decline in the quality or quantity of the said good or service; to do so, it offers users two practical situations (initial and final): the initial situation describes current environmental conditions, and the final situation describes conditions in the event that specific measures are taken to improve environmental quality.

tal; para ello, se ofrecen a los usuarios dos situaciones prácticas (inicial y final): la situación inicial describe las condiciones ambientales actuales, y la situación final describe las condiciones en el caso de que se tomen medidas específicas para mejorar la calidad ambiental.

La característica principal del método de valoración contingente con formato referéndum (MVCR), es que se deja al individuo solamente con el problema de decidir si está dispuesto a pagar o no una suma determinada por acceder a los beneficios del programa de conservación que se ofrece. En este evento, todas las posibles posturas o propuestas del encuestador se distribuyen aleatoriamente entre los encuestados; esto es, se determinan previamente las cantidades a ofrecer (Tudela *et al.*, 2009).

De esta manera, los usuarios cambian su nivel de utilidad cuando deciden apoyar el proyecto que se les describe. Debido a que los factores influyentes en la utilidad no pueden ser observables, se asume que la utilidad es una variable aleatoria. Entonces en el modelo básico para el análisis de respuestas de la valoración contingente, se usa un modelo aleatorio de la utilidad. En este caso hay dos alternativas de elección, así que para la utilidad indirecta del encuestado  $j$  puede ser escrito como (Haab y McConnell, 2002):

$$u_{ij}=u_i(y_j, z_j, \epsilon_{ij}) \quad (1)$$

Donde:  $i = 1$  es el estado cuando el planteamiento de la valoración contingente es implementado,  $i = 0$  es el estado sin cambios o *statu quo*, los determinantes de la utilidad son:  $y_j$ , el ingreso del  $j$ -ésimo encuestado,  $z_j$ , un vector de atributos y características socioeconómicas, y  $\epsilon_j$ , un componente de preferencias conocidas para el informador individual pero no observadas por el investigador. Basado en este modelo, el encuestado  $j$  responderá de manera afirmativa a la disposición de pago de  $t_j$  si la utilidad con el planteamiento de valoración excede el *statu quo*; es decir, si la utilidad resultante es mayor, a pesar de que disminuya el ingreso por el pago.

$$u_1(y_j - t_j, z_j, \epsilon_{1j}) > u_0(y_j, z_j, \epsilon_{0j}) \quad (2)$$

La probabilidad de una respuesta positiva es la probabilidad de que el encuestado piense que estará en un mejor escenario, incluso con el pago requerido, por tanto  $u_1 > u_0$ . Para el encuestado  $j$ , esta probabilidad es:

$$\Pr(s_j) = \Pr(u_1(y_j - t_j, z_j, \epsilon_{1j}) > u_0(y_j, z_j, \epsilon_{0j})) \quad (3)$$

También (3) puede ser expresado como:

$$\Pr(s_j) = F_n(\Delta U) \quad (4)$$

De acuerdo a Hanemann (1984), si se asume que la función acumulativa de probabilidad de que el consumidor conteste afirmativamente es de tipo logística, entonces la probabilidad de tener una respuesta posi-

The main feature of the referendum format contingent valuation method (RFCM) is that the individual is left only with the problem of deciding if he/she is willing to pay a fixed sum to access the benefits of the conservation program offered. In this event, all of the interviewer's possible positions or proposals are randomly distributed among the respondents, i.e., the set of bids are previously determined (Tudela *et al.*, 2009).

In this way, users can change their level of utility when deciding to support the project described to them. Because the factors influencing utility can not be observed, it is assumed that utility is a random variable. Thus, in the basic model for the analysis of contingent valuation responses, a random utility model is used. In this case there are two choice alternatives, so the indirect utility of respondent  $j$  can be written as (Haab and McConnell, 2002).

$$u_{ij}=u_i(y_j, z_j, \epsilon_{ij}) \quad (1)$$

Where:  $i = 1$  is the state when the contingent valuation approach is implemented,  $i = 0$  is the unchanged state or status quo, and the determinants of utility are:  $y_j$ , the income of the  $j$ th respondent,  $z_j$ , a vector of attributes and socioeconomic characteristics, and  $\epsilon_j$ , a component of preferences known to the individual informant but unobserved by the researcher. Based on this model, the respondent  $j$  will respond positively to the willingness to pay  $t_j$  if the utility with the valuation approach exceeds the status quo, that is, if the resulting utility is greater, despite the fact that the payment reduces income.

$$u_1(y_j - t_j, z_j, \epsilon_{1j}) > u_0(y_j, z_j, \epsilon_{0j}) \quad (2)$$

The probability of a positive response is the likelihood that the respondent thinks that he/she will be in a better scenario, even with the required payment, therefore  $u_1 > u_0$ . For the respondent  $j$ , this probability is:

$$\Pr(s_j) = \Pr(u_1(y_j - t_j, z_j, \epsilon_{1j}) > u_0(y_j, z_j, \epsilon_{0j})) \quad (3)$$

It (3) can also be expressed as:

$$\Pr(s_j) = F_n(\Delta U) \quad (4)$$

According to Hanemann (1984), if one assumes that the cumulative function of probability that the consumer answers affirmatively is logistic, then the likelihood of a positive response is given by:

$$\Pr(s_j) = F_n(\Delta U) = (1 + \exp^{-\Delta U})^{-1} \quad (5)$$

Assuming a linear functional form for utility, one obtains:

$$u = \alpha + \beta p \quad (6)$$

tiva está dada por:

$$Pr(s_i) = F_n(\Delta U) = (1 + \exp^{-\Delta u})^{-1} \quad (5)$$

Suponiendo una forma funcional lineal para la utilidad, se obtiene:

$$u = \alpha_i + \beta p \quad (6)$$

donde  $\alpha_i$  es el cambio en la utilidad y  $\beta$  el cambio en la utilidad marginal.

Por tanto se demuestra que el pago  $p^*$  dejaría indiferente al usuario, ya que el pago es igual al cambio en la utilidad entre la utilidad marginal.

$$p^* = \alpha/\beta \text{ o } DAP = \alpha/\beta \quad (7)$$

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La zona de estudio se localiza en Axtla de Terrazas, S. L.P., a 21° 26' LN y a los 98° 52' LO. Su clima es semicálido húmedo, con abundantes lluvias en verano.

### Materiales

Dentro de los materiales usados en la investigación están las encuestas, el software Statistic Analysis System (SAS) versión 9.0 y el software NLOGIT Versión 4.0.1.

### Diseño de la muestra

Para la determinación del tamaño de muestra se partió de una población de 1891 viviendas registradas por el INEGI (2009) en el municipio; se optó por el número de viviendas para poder entrevistar a los jefes de familia que se encontraron en los hogares. Se utilizó el muestreo aleatorio simple (MAS) mediante la siguiente fórmula (Mendenhall y Reinmuth, 1981):

$$n = \frac{N^* Z^2 \sigma^2}{(N-1)d^2 + Z^2 \sigma^2} \quad (8)$$

Donde:  $n$  = Tamaño de la muestra,  $N$  = Población total,  $Z$  = la Z de tablas que equivale a 1.96 con  $\alpha = 5\%$ ,  $\sigma^2$  = corresponde de la varianza a partir de la DAP (0, 1) y es 0.241,  $d$  = precisión 5.1%. Sustituyendo los datos en la fórmula, resultó  $n=300.1$ ; es decir se aplicaron 300 encuestas. Las viviendas se seleccionaron aleatoriamente de la base de datos del municipio de Axtla de Terrazas, S.L.P.

### Diseño de la encuesta

La encuesta piloto se elaboró en un formato de pregunta abierta (se preguntó sobre la cantidad monetaria que estarían dispuestos a pagar, sin opciones) con la finalidad de determinar los límites superior e inferior de la DAP. Esta etapa previa permitió el diseño de la encuesta

where  $\alpha$  is the change in utility and  $\beta$  the change in marginal utility.

It is thereby shown that the payment  $p^*$  would leave the user indifferent, since the payment is equal to the change in utility between the marginal utility.

$$p^* = \alpha/\beta \text{ o } WTP = \alpha/\beta \quad (7)$$

## MATERIALS AND METHODS

### Study area

The study area is located in Axtla de Terrazas, S.L.P., at 21° 26' NL and 98° 52' WL. The climate is semi-warm humid with abundant rainfall in summer.

### Materials

Among the materials used in the study were surveys, Statistical Analysis System (SAS) software version 9.0 and NLOGIT software version 4.0.1.

### Sample design

To determine sample size, we started from a population of 1,891 households recorded by the National Institute of Statistics and Geography (2009, known by the acronym INEGI in Mexico) in the municipality; we decided to interview the household heads in some of these homes, using simple random sampling (SRS) based on the following formula (Mendenhall and Reinmuth, 1981):

$$n = \frac{N^* Z^2 \sigma^2}{(N-1)d^2 + Z^2 \sigma^2} \quad (8)$$

Where:  $n$  = Sample size,  $N$  = Total population,  $Z$  = Z tables equivalent to 1.96 with  $\alpha = 5\%$ ,  $\sigma^2$  = is the variance from WTP (0, 1) and is 0.241,  $d$  = 5.1% precision. Substituting the data in the formula resulted in  $n=300.1$ ; i.e., 300 surveys were applied. Households were selected randomly from the database of the municipality of Axtla de Terrazas, S.L.P.

### Survey design

The pilot survey was developed in an open-question format (asked about the monetary amount they would be willing to pay, without options) in order to determine the upper and lower WTP limits. This preliminary stage allowed designing the final survey in simple dichotomous or referendum format (willingness to pay questions are asked with options) to minimize potential biases; based on the results of the pilot survey, a series of amounts were determined and then distributed proportionately among the number of surveys completed. The amounts distributed were: 10, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80 and 100 pesos.

The survey consisted of four parts and 29 questions. The first section deals with the control and classifica-

ta definitiva en formato dicotómico simple o de referéndum (se hacen las preguntas de disposición a pagar con opciones) con el fin de minimizar los posibles sesgos, y se determinó, con base en los resultados obtenidos de la encuesta piloto, una serie de montos que fueron distribuidos proporcionalmente entre el número de encuestas aplicadas. Los montos distribuidos fueron: 10, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80 y 100 pesos.

La encuesta se integró de cuatro partes y 29 preguntas. La primera sección se refiere a los datos de control y clasificación de los cuestionarios, en la segunda se indaga sobre cuestiones de uso, pago y cuidado del agua, y adicionalmente se pregunta sobre la percepción de problemas medioambientales. En la tercera parte se explica al entrevistado el problema que acarrea la deforestación, contaminación y degradación de la recarga freática, para después proponerle un proyecto de protección, mantenimiento y mejora del recurso natural en cuestión. Una vez explicado el escenario, se consulta la disposición monetaria a pagar por el proyecto, y en caso de una negativa se interroga sobre las razones. En la última sección se recopila información socioeconómica familiar del encuestado.

### Especificación del modelo econométrico

La función que explica la DAP de los habitantes de Axtla de Terrazas para la mejora y conservación de su río, se puede representar de la siguiente manera:

$$P(SI) = \beta_0 + \beta_1 EDUCA + \beta_2 SEXO + \beta_3 INGFLIA + \beta_4 EDA + \beta_5 HIJOS + \beta_6 CALAGUA + \beta_7 AFEC + \beta_8 MONTO + \epsilon \quad (9)$$

Donde P(SI) es una variable dependiente dicotómica que representa la probabilidad de responder SÍ=1 o NO=0, y las demás variables son independientes (Cuadro 1).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Aspectos generales

De acuerdo a los resultados de campo, se determinó que 59.7 % de los encuestados está dispuesto a pagar por la conservación, protección y mejoramiento del agua del río Axtla, mientras que 40.3 % no está dispuesto a pagar. De este último porcentaje que dijo “no” a la pregunta de la DAP, 11.4 % contestó de forma negativa debido a que no cuenta con los ingresos suficientes para apoyar la propuesta, 4.9 y 4.2 % indicaron que le concierne al gobierno federal y municipal, respectivamente, encargarse de esos asuntos, mientras que el resto basó su negación en la desconfianza del proyecto que se le describió. El formato referéndum utilizado es una técnica que hace referencia específicamente a la forma en la cual se plantea el mercado hipotético; no se incluyó el cero, dado que la prueba piloto se elaboró con un formato abierto para determinar los límites superior e inferior de las cantidades a ofrecer. De las personas

tion data of the questionnaires, while the second delves into issues regarding the use, payment and care of the water resource, and it also asks respondents about their perception of environmental problems. The third part explains to the respondent the problem posed by deforestation, pollution and degradation of groundwater recharge, and then proposes a project for the protection, maintenance and improvement of the natural resource in question. Having explained the scenario, the willingness to pay for the project is questioned, and in case of a negative response the respondent is asked for his/her reasons. In the last section, socioeconomic information concerning the respondent's family is collected.

### Specification of the econometric model

The function that explains the WTP of Axtla de Terrazas residents to improve and conserve their river can be represented as follows:

$$P(SI) = \beta_0 + \beta_1 EDUCA + \beta_2 SEX + \beta_3 FAMINC + \beta_4 AGE + \beta_5 CHILDREN + \beta_6 WATERQUAL + \beta_7 DAM + \beta_8 AMOUNT + \epsilon \quad (9)$$

Where P(SI) is a dichotomous dependent variable that represents the probability of answering YES=1 or NO=0, and the other variables are independent (Table 1).

## RESULTS AND DISCUSSION

### Overview

According to the field results, it was determined that 59.7 % of respondents are willing to pay for the conservation, protection and improvement of the water of the Axtla River, while 40.3 % are not willing to pay. Of this latter percentage who said “no” to the WTP question, 11.4 % answered negatively because they do not have enough income to support the proposal, 4.9 and 4.2 % indicated that it is incumbent upon the federal and municipal government, respectively, to take care of these matters, and the rest based their refusal on distrust of the project described. The referendum format used is a technique that specifically refers to the way in which the hypothetical market is posed; it did not include zero, since the pilot test, or pre-test, was developed with an open format to determine the upper and lower limits of the bids to offer. Of the respondents who answered affirmatively, 54.7 % mentioned that the most appropriate institution to receive the payment would be a committee elected by the participants themselves, 37.9 % said the municipality is the most suitable and the rest favored a federal government agency.

### Validation of the econometric model

To validate the model, we used the SAS Logistic procedure, with the “Event 1” option, which allows calculating the probability of success, i.e., it determines the proba-

**Cuadro 1. Descripción de las variables incluidas en el modelo empírico.**  
**Table 1. Description of the variables included in the empirical model.**

Variable/ Parámetros	Definición	Unidades/ Escala	Signo esperado
EDUCA	Educación	Sin estudio=1, Primaria=2, Secundaria=3, Bachillerato=4, Licenciatura=5, Maestría=6	Positivo
SEXO	Sexo	Hombre=1, Mujer=0	Positivo/negativo
INGFLIA	Ingreso familiar	Menor o igual a \$ 2 000=1, De \$ 2 001 a \$ 3 000=2, De \$ 3 001 a \$ 4 000=3, De \$ 4 001 a \$ 5 000=4, De \$ 5 001 a \$ 6 000=5, De \$ 6 001 a \$ 8 000=6, De \$ 8 001 a \$ 10 000=7, De \$ 10 001 a \$ 15 000=8, De \$ 15 001 a \$ 20 000=9 Mayor a 20 000=10.	Positivo
EDAD	Edad	18 a 29 años= 1, 30 a 39 años =2, 40 a 48 años =3, 49 a 53 años=4, 54 a 69 años =5, 70 años o mayor=6.	Positivo/Negativo
HIJOS	Hijos que dependen del jefe familiar	Numérico	Negativo
CALAGUA	Nivel de calidad del agua que proviene del río	Muy buena=1, Buena =2 Regular=3, Mala=4 Muy mala=5	Positivo/negativo
AFEC	Si le afecta la contaminación	Si=1, No=0	Positivo/negativo
MONTO	Precio de oferta	Pesos por mes que pagaría el encuestado	Negativo
$\varepsilon$	Término de error aleatorio		
$\beta_i$	Parámetros a estimar		

Fuente: Elaboración propia.  
 Source: Authors.

encuestadas que respondieron afirmativamente, 54.7 % mencionó que la institución más adecuada para recibir el pago sería un comité electo por los propios participantes, 37.9 % señaló que el municipio es el más adecuado y el resto, que sea una dependencia del gobierno federal.

**Validación del modelo econométrico**

Para la validación del modelo, se usó el procedimiento Logistic de SAS, con la opción “Event 1”, la cual permite el cálculo de la probabilidad de éxito; es decir, determina la probabilidad de que la respuesta a la DAP sea positiva de acuerdo a las variables seleccionadas.

El mensaje de estado de la convergencia del modelo indica que la solución numérica convergió junto con los criterios de Akaike y Schwartz (Cuadro 2). En tanto -2Log L es usado para la prueba de la relación de verosimilitud (Likelihood Ratio Test).

Para la prueba global del modelo, la hipótesis nula fue que todos los parámetros estimados son iguales a cero,

bility of the WTP response being positive according to the selected variables.

The model’s convergence status message indicates that the numerical solution converged with the Akaike and Schwartz criteria (Table 2), while -2Log L is used to test the likelihood ratio (Likelihood Ratio Test).

For the overall model test, the null hypothesis was that all the estimated parameters are equal to zero, while the alternative hypothesis was that at least one parameter is different from zero. Therefore, at a 5 % confidence level, it was observed that the p value of Chi-squared is equal to 0.0001, which was lower than the confidence level (p value=0.0005 <  $\alpha$ =0.05), so the null hypothesis was rejected; i.e. at least one parameter was significantly different from zero (Table 3).

The individual tests showed that the variables AMOUNT, FAMINC, EDUCA and WATERQUAL were significantly different from zero at a 5 % confidence level, while the variable CHILDREN was significant at a 6 % confidence level; by contrast, the variables AGE and DAM showed

mientras que la hipótesis alternativa fue que al menos un parámetro es diferente de cero. Por lo tanto, a un nivel de confianza del 5 % se observó que el valor P(p value) de Chi cuadrada (Chi Squared) es igual a 0.0001, el cual fue menor que el nivel de confianza (p value=0.0005 < α=0.05), por lo que se rechazó la hipótesis nula; es decir, por lo menos un parámetro fue significativamente diferente de cero (Cuadro 3).

Para las pruebas individuales se observó que las variables MONTO, INGFLIA, EDUCA y CALAGUA fueron significativamente diferentes de cero a un nivel de confianza del 5 %. Mientras que la variable HIJOS fue significativa a un nivel de confianza del 6 %; en cambio las variables EDAD y AFEC no mostraron significancia, pero por presentar el signo esperado se dejaron como variables explicativas de la DAP de las familias de Axtla de Terrazas (Cuadro 3).

En los modelos de elección binaria discreta es común utilizar un concepto análogo al coeficiente de determinación  $R^2$ , para explicar el ajuste global del modelo. Este estadístico es llamado pseudo  $R^2$  de McFadden. El cual se calcula de la siguiente manera (Valdivia, et al., 2009):

$$pseudoR^2 = 1 - \frac{LnL}{LnL_0} \quad (10)$$

**CUADRO 3. Resultados de la regresión logística usando el software SAS.**

**Table 3. Parameters estimated with maximum likelihood**

Prueba global de la hipótesis nula :Beta=0			
Prueba(test)	Chi-cuadrada	Grados de libertad (DF)	Pr>ChiSq
Relación de verosimilitud (likelihood ratio)	149.5878	7	<0.0001
Puntaje (Score)	123.3326	7	<0.0001
Wald	76.1333	7	<0.0001

**(Continuación del Cuadro 3)  
(Continued from Table 3)**

Parámetro	Grados de libertad (DF)	Estimación	Error estándar	Chi-cuadrada de Wald	Pr>Chisq
Ordenada al origen	1	3.0865	1.1073	7.7704	0.0053
CALAGUA	1	-0.5966	0.2564	5.4134	0.0200
AFEC	1	0.2882	0.3729	0.5971	0.4397
EDUCA	1	0.4665	0.1563	8.9053	0.0028
HIJOS	1	-0.2469	0.1291	3.6577	0.0558
EDAD	1	-0.1545	0.1248	1.5328	0.2157
INGFLIA	1	0.4410	0.0911	23.4513	<0.0001
MONTO	1	-0.0636	0.00785	65.7641	<0.0001

Fuente: Elaboración propia con base en la salida de SAS.  
Source: Authors' calculations based on SAS output.

**CUADRO 2. Criterios de ajuste estadístico del modelo logístico con el software SAS**

**TABLE 2. Criteria for statistical fitting of the logistic model with SAS software.**

Estado de la convergencia del modelo		
Criterio de convergencia (GCONV=1E-8) satisfecho		
Estadísticos de ajuste del modelo		
Criterio	Sólo términos independientes	Términos independientes y variables adicionales
Criterio de información de Akaike (AIC)	406.604	271.016
Criterio de Schwartz (SC)	410.308	300.647
-2 Log L	404.604	255.016

Fuente: Elaboración propia con base en la salida de SAS.  
Source: Authors' calculations based on SAS output.

no significance, but by presenting the expected sign they were left as explanatory variables of the WTP of Axtla de Terrazas families (Table 3).

In binary discrete choice models, it is common to use a concept similar to the coefficient of determination  $R^2$  to explain the overall fit of the model. This statistic is called McFadden's pseudo  $R^2$ , which is calculated as follows (Valdivia et al., 2009):

$$pseudoR^2 = 1 - \frac{LnL}{LnL_0} \quad (10)$$

Where  $LnL$  is the likelihood function with the constraint that all parameters are null and  $LnL_0$  the same function for an unconstrained model calculated by the expression:

$$LnL_0 = n[PLnP+(1-P)Ln(1-P)] \quad (11)$$

Where  $P$  is the proportion of affirmatively-answered responses in the survey to the question about willingness to pay and  $n$  the sample size.

Donde  $LnL$  es la función de verosimilitud con la restricción de que todos los parámetros sean nulos y  $LnL_0$  la misma función para un modelo sin restringir y fue calculada mediante la expresión:

$$LnL_0 = n[PLnP + (1-P)Ln(1-P)] \tag{11}$$

Donde  $P$  es la proporción de respuestas contestadas afirmativamente en la encuesta respecto a la pregunta de la disponibilidad a pagar y  $n$  el tamaño de muestra.

Haciendo los cálculos pertinentes resultó que:  $LnL_0 = -202.302039$ , en tanto  $LnL$  se obtuvo a partir del resultado de SAS de  $-2LogL=255.016$ . Al despejar  $LogL$ , el valor fue:  $LnL = -127.508$ .

Sustituyendo los datos en (10), se obtuvo la *pseudo*  $R^2 = 0.3697 \approx 0.37$ . Por lo tanto el modelo fue aceptable, ya que un ajuste por arriba de 0.1 es satisfactorio (Bateman citado por Valdivia et al., 2009).

El modelo de probabilidad [P(SI)] fue:

$$P(SI) = 3.0865 - 0.5966CALAGUA + 0.2882AFEC + 0.4665EDUCA - 0.2469HIJOS - 0.1545EDAD + 0.4410INGFLIA - 0.0636MONTA \tag{12}$$

Para analizar cada parámetro del modelo (12), se tomaron en cuenta los efectos marginales, que son una medida del efecto instantáneo ante un cambio unitario en alguna variable dependiente que tiene sobre la predicción de la probabilidad de que  $P_i$  sea igual a uno, cuando todas las variables permanecen constantes.

Asumiendo la distribución logística como:

$$P_i = \frac{e^{z_i}}{1 + e^{z_i}} \tag{13}$$

De esta manera, la tasa marginal de cambio en la probabilidad de ocurrencia del evento ante cambios en las variables explicativas fue (Gujarati, 2004):

$$\frac{dP_i}{dX_i} = \beta_i P_i (1 - P_i) \tag{14}$$

### Interpretación de los parámetros estimados

Después de vaciar la información de las encuestas en el software NLOGIT, se obtuvieron los efectos marginales; con base en la salida del software, la variable más influyente en la DAP fue la calidad del agua del río CALAGUA; esto es, si aumenta en una unidad adicional la calificación de la calidad del agua, la probabilidad de una respuesta afirmativa disminuye un 13.8 %. En cambio, por cada nivel de educación que aumenta del entrevistado, la probabilidad de la DAP aumenta en 10.8 %. En cuanto a la variable ingreso familiar INGFLIA, si el nivel de ingreso aumenta (dentro de la escala descrita en el cuadro 1), la probabilidad de una respuesta afirmativa aumenta en 10.2 %. Con respecto a la variable de afectación AFEC, si el entrevistado percibe la contaminación del río, la probabilidad positiva de participación aumenta un 6.8 %.

Making the relevant calculations, it turned out that:  $LnL_0 = -202.302039$ , while  $LnL$  was obtained from the SAS result of  $-2LogL=255.016$ . By solving  $LogL$ , the value was:  $LnL = -127.508$ .

By substituting the data in (10), we obtained the pseudo  $R^2 = 0.3697 = 0.37$ . Therefore, the model was acceptable as a fit above 0.1 is satisfactory (Bateman quoted by Valdivia et al., 2009).

The probability model [P(SI)] was:

$$P(SI) = 3.0865 - 0.5966WATERQUAL + 0.2882FAMINC + 0.4665EDUCA - 0.2469CHILDREN - 0.1545AGE + 0.4410INGFLIA - 0.0636AMOUNT \tag{12}$$

To analyze each model parameter (12), we took into account marginal effects, which are a measure of the instantaneous effect that a unit change in one dependent variable has on the prediction of the likelihood that  $P_i$  is equal to one when all variables remain constant.

The logistic distribution is assumed as:

$$P_i = \frac{e^{z_i}}{1 + e^{z_i}} \tag{13}$$

Thus, the marginal rate of change in the occurrence probability of the event due to changes in the explanatory variables was (Gujarati, 2004):

$$\frac{dP_i}{dX_i} = \beta_i P_i (1 - P_i) \tag{14}$$

### Interpretation of the estimated parameters

After entering the survey information into the NLOGIT software, the marginal effects were obtained. Based on the software output, the most influential WTP variable was the river water quality (WATERQUAL); i.e., if the water quality rating increases by an additional unit, the probability of a positive response decreases by 13.8 %. On the other hand, for each additional educational level possessed by the respondent, the WTP likelihood increases by 10.8 %. With regard to the family income variable (FAMINC), if the income level increases (within the range described in Table 1), the probability of a positive response increases by 10.2 %. As for the damage variable (DAM), if the respondent perceives the river pollution, the positive probability of participation increases by 6.8 %.

In reference to the variable number of dependents (CHILDREN), it turned out that with an additional economic dependent, the probability of a positive response decreases by 5.7 %. This behavior is because the total income must be divided up among the members' expenses, so it is difficult to allocate a sum of money to rehabilitate the river. Also, for every age level increase, the probability of a positive WTP response decreases by 3.5 %. Finally, the AMOUNT variable indicates that for



En referencia a la variable de dependientes económicos (HIJOS), resultó que con un dependiente económico adicional, la probabilidad de una respuesta positiva disminuye en 5.7%, este comportamiento es debido a que el ingreso total se tiene que dividir entre los gastos de los integrantes, por lo que se dificulta destinar una cantidad monetaria a la rehabilitación del río. También por cada nivel que aumente la edad, la probabilidad de una respuesta positiva en la DAP, disminuye 3.5%. Por último la variable MONTO, indica que por cada peso que aumente el precio ofrecido, la DAP disminuye 1.4%.

### Cálculo de la media de la disposición a pagar

La media de la DAP se calculó por:

$$DAP_{media} = -\frac{\alpha}{\beta} = -\frac{3.635}{-0.0636} = 57.15 \approx 57$$

Donde  $\alpha$  es la sumatoria de los coeficientes de las variables independientes multiplicadas por su media incluyendo la ordenada al origen o  $\beta_0$ , y  $\beta$  es el coeficiente de la variable MONTO con signo negativo (Cuadro 3).

La cantidad 57, indica la variación compensada o la disposición a pagar en pesos máxima que estarían dispuestos a ofrecer mensualmente cada uno de los hogares (ya que se entrevistó a los jefes de familia) de Axtla de Terrazas para la conservación, restauración y mejoramiento del río Axtla. Extrapolando a todos los jefes de familia de los hogares existentes en el municipio, se obtuvo un flujo de ingreso para el pago del proyecto de \$107 787 por mes. Así, la cantidad anual ascendería a \$ 1,293,444.00.

Un caso similar a la presente investigación fue abordado por Avilés *et al.* (2010) en la Paz, Baja California Sur, donde reportaron una media individual de la DAP para ingresos bajos de 115.38 pesos y para ingresos altos de 136.96 pesos por mes; también López, González, Valdez y De los Santos (2007) determinaron que la DAP por el recurso hídrico para el sector doméstico es de 103 pesos por mes en la cuenca Tapalpa, Jalisco. La diferencia de la DAP calculada en este trabajo (\$57) quizá se deba a que el salario mínimo es diferente, además de la marginalidad que presenta el municipio de la zona de estudio en relación a la zona económica donde trabajaron Avilés *et al.* (2010) y López *et al.* (2007).

### CONCLUSIONES

Los habitantes de Axtla de Terrazas perciben y están conscientes del problema de la contaminación del río Axtla, por lo que están dispuestos a pagar por el mejoramiento y conservación del río; siendo las variables que explican más la probabilidad de una respuesta afirmativa a la DAP: la calidad del agua, la afectación directa de la contaminación, la escolaridad, los dependientes econó-

every peso increase in the bid offered, WTP decreases by 1.4 %.

### Calculation of the average willingness to pay

Average WTP was calculated by:

$$WTP_{mean} = -\frac{\alpha}{\beta} = -\frac{3.635}{-0.0636} = 57.15 \approx 57$$

Where  $\alpha$  is the sum of the coefficients of the independent variables multiplied by their mean including the intercept or  $\beta_0$ , and  $\beta$  is the coefficient of the variable AMOUNT with negative sign (Table 3).

The number 57 represents the offset variation or maximum willingness to pay in pesos that each household (since the household heads were interviewed) in Axtla de Terrazas would be willing to contribute monthly for the conservation, restoration and improvement of the Axtla River. Extrapolating to all household heads of the homes in the municipality, we obtained an income flow of \$107,787 per month to pay for the project. Thus, the annual amount would be \$1,293,440.00.

A similar case was studied by Avilés *et al.* (2010) in La Paz, Baja California Sur, where an average individual WTP of 115.38 pesos was recorded for low-income families and 136.92 for high-income families per month; in addition, López, González, Valdez and De los Santos (2007) determined that residents' WTP for their water resource is 103 pesos per month in the Tapalpa watershed, Jalisco. The difference in the WTP calculated in this study (\$57) may be because the minimum wage is different and because of the marginalization of the study area compared to the economic zone where Avilés *et al.* (2010) and López *et al.* (2007) worked.

### CONCLUSIONS

Axtla de Terrazas residents perceive and are aware of the Axtla River pollution problem, so they are willing to pay for the improvement and conservation of the river. The variables that most explain the probability of an affirmative response to the WTP question are: water quality, the direct impact of pollution, schooling, dependents, age, income and the contribution amount. The economic valuation by household head was \$57. Extrapolating to all household heads in the community, the willingness to pay amounts to \$107,787 monthly.

There is little trust in the municipality to correctly manage funds for the improvement of the river, and the institutions responsible for protecting natural resources have not adequately disseminated information about their activities in the community.

The estimation of the Axtla River's economic value helps embed an economic approach in the implementation of

micos, la edad, el ingreso y el monto de colaboración. La valoración económica por jefe de familia fue de \$57. Extrapolando a los jefes de familia de la localidad, la disposición a pagar ascendería a \$107,787 mensuales.

Existe poca confiabilidad hacia el municipio para manejar fondos de mejoramiento del río, y en la localidad no se ha dado la debida difusión de las instituciones encargadas de proteger los recursos naturales.

La estimación del valor económico del río Axtla contribuye a proporcionar un criterio económico en la implementación de políticas de uso y manejo del recurso agua, ya que la disposición a pagar calculada puede constituir fondos para implementar políticas y acciones de manejo del río.

water use and management policies, as the calculated willingness to pay can constitute a funding source for implementing river management policies and actions.

End of English Version

### LITERATURA CITADA

- Avilés P., G. L.; Huato S., E.; Troyo D., B.; Murillo A., J. L.; García H., & Beltrán M., L. F. (2010). *Valoración económica del servicio hidrológico del acuífero de la Paz, B.C.S.: Una valoración contingente del uso de agua municipal*. Frontera Norte, (22) 43,103-128.
- Gujarati, D. (2004). *Econometría*. Cuarta Edición. Mc.Graw Hill. México. 595p.
- Haab, T. C. & McConnell, K. E. (2002). *Valuing Environmental and Natural Resources*. Edward Elgar Publishing. Cheltenham, UK.
- Hanemann, M. (1984). *Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses*. American Journal of Agricultural Economics. 66(1),332-341.
- Herrador, D. & Dimas, L. (2001). *Valoración económica del agua para el área metropolitana de San Salvador*. Programa Salvadoreño de investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente (PRISMA). El salvador. 65p
- INEGI. (2009). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <http://www.inegi.gob.mx> (consultado el 24 de octubre de 2009).
- Labandeira, X.; León, C. & Vázquez. M, X. (2007). *Economía Ambiental*. Pearson educación, S.A., Madrid, España. pp. 95-97.
- López P., C.; González G., M. J.; Valdez L., J.R.; De los Santos P., H. M. (2007). *Demanda, disponibilidad de pago y costo de oportunidad en la Cuenca Tapalpa, Jalisco*. INE. Madera y Bosques. (13)1,3-23.
- Mendenhall W. & Reinmuth, J.E. 1981. *Estadística para Administración y Economía*. Primera edición. California, Estados Unidos de América. Grupo editorial Iberoamérica.
- Tudela M., J.W. (2008). Estimación de la disponibilidad a pagar de los habitantes de la ciudad de Puno por el tratamiento de aguas servidas. *CIES. Economía y Sociedad*, 69,73-83.
- Tudela M., J. W.; Martínez D., M. A.; Valdivia A., R.; Portillo V., M. & Romo L., J. L. (2009). Modelos de elección discreta en la valoración económica de áreas naturales protegidas. *Rev. Mex. Ec. Agríc. Rec. Nat.* 2,7-29
- Valdivia A., R.; Cuevas A., C. M.; Sandoval V., M. & Romo L., J.L. (2009). Estimación econométrica de la disponibilidad a pagar por los consumidores de servicios recreativos turísticos. *Terra Latinoamericana*, 27, 227-235.