



VALORACIÓN ECONÓMICA DEL RECICLAJE DE DESECHOS URBANOS ECONOMIC VALUATION OF URBAN WASTE RECYCLING

Ramón Valdivia-Alcalá^{1*}; Gonzalo Abelino-Torres²; Marco A. López-Santiago³; María J. Zavala-Pineda³

¹División de Ciencias Económico-Administrativas. Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5, Carretera México-Texcoco, C. P. 56230, Texcoco, Estado de México. Correo-e: ramvaldi@gmail.com (*Autor para correspondencia). Tel: 01(595) 95 216 74.

²Universidad Tecnológica del Valle de Toluca. km 7.5, Carretera del Departamento del D.F. s/n, Colonia Ejido Santa María Atarasquillo, C. P. 52050, Lerma, Estado de México.
Tel: 728 28 5 99 69.

³Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5. Carretera México-Texcoco, C. P. 56230, Texcoco, Estado de México.

RESUMEN

En este estudio se realizó una valoración económica aplicando el método de valoración contingente referéndum (MVCR), para implementar un sistema de reciclaje. Para ello, la población del municipio de Texcoco, Estado de México, se eligió como caso de estudio. Un muestreo aleatorio simple se aplicó con un nivel de confianza de 95 %, a nivel hogar, obteniendo una muestra total de 402 hogares. Los resultados mostraron que más del 90 % de los jefes de hogar están conscientes del problema de la basura, el 70 % conoce poco sobre el reciclaje y casi el 100 % está de acuerdo en que es necesario implementar un sistema de reciclamiento. La disposición a pagar (DAP) por hogar se estimó con la aplicación del MVCR y mediante un ajuste LOGIT binomial. El monto estimado de la DAP fue igual a \$27.18 semanales, con beneficios totales de \$1,295,915.00 semanales. Los coeficientes del modelo se estimaron con máxima verosimilitud.

Recibido: 04 de agosto de 2010
Aceptado: 27 de mayo de 2012
doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.07.044
[http:// www.chapingo.mx/revistas](http://www.chapingo.mx/revistas)

PALABRAS CLAVE: Método de valoración contingente referéndum, LOGIT, disposición a pagar, excedente del consumidor, máxima verosimilitud.

ABSTRACT

In the present study, using the referendum contingent valuation method (RCVM), an economic valuation was carried out to implement a recycling system. For this, the population of the municipality of Texcoco was taken as a case study, to which a simple random sampling method, at the level of household, was applied with a confidence level of 95 %, resulting in a total sample of 402 households. Results show that more than 90 % of heads of households are aware of the garbage problem. However, 70 % of respondents know very little about recycling and almost 100 % of them think it is necessary to set up a recycling system. Moreover, by applying the RCVM, and by adjusting a binary LOGIT model, a weekly willingness to pay (WTP) per house hold equal to \$27.18 was estimated. As a result, total benefits of \$1,295,915 were calculated per week. The model coefficients were estimated using maximum likelihood.

KEYWORDS: Referendum contingent valuation method, LOGIT, willingness to pay, consumer surplus, maximum likelihood.

INTRODUCCIÓN

El problema de los desechos urbanos se ha acentuado en los últimos años, sobre todo en las grandes urbes. Esto provoca efectos negativos en el medio ambiente y en la sociedad, tales como: insalubridad; enfermedades infectocontagiosas; contaminación de las aguas superficiales, del aire, de los mantos freáticos, de los suelos; y emisión de gases de efecto invernadero, etc. En México, 103,000 t de basura se producen diariamente, de las cuales 60 % se envía a rellenos sanitarios, 10 % se deposita en rellenos de tierra controlados y 30 % restante se arroja en sitios no contro-

INTRODUCTION

The problem of urban wastes has increased in recent years, especially in the big cities. This causes negative effects on the environment and society, such as; unhealthy conditions, infectious diseases, contamination of surface water, air, groundwater, soils, and emission of greenhouses gases, etc. A total of 103,000 tons of garbage are daily produced in México, of which 60 % is sent to landfills, 10 % is deposited in controlled landfills and the remaining 30 % is placed in uncontrolled sites (open dumps) (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 1998-2008). Although it has the capacity to re-

lados (tiraderos a cielo abierto) (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 1998-2008). Aunque se tiene el potencial para reciclar 47 % de los residuos sólidos sólo se logra procesar 15 % de éstos, según lo reconoció el secretario de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (El Universal, 25 de marzo de 2009)

En el municipio de Texcoco y zonas aledañas, el tema de la basura es crítico debido al cierre del basurero Bordo Xochiaca, lo que propicia buscar un nuevo relleno sanitario o alternativas para la eliminación de desechos. Los desechos generados en Texcoco suman alrededor de 180 t·d⁻¹, es decir, entre 0.7 kg y 1 kg de basura *per cápita* (Departamento de Limpia y Sanidad, Comunicación personal, 20 enero de 2010). Del total de estos residuos, 40 % podría reciclarse y 50 % está constituido por materia orgánica, la cual podría aprovecharse para la producción de composta (Dirección de Ecología, Comunicación personal, 25 de enero de 2010). Sin embargo, el municipio no cuenta con suficiente presupuesto para construir plantas tratadoras de basura y dotar de tecnología a los trabajadores de limpia, para dar así un uso correcto a los materiales orgánicos. Otro problema es que la población no está acostumbrada a separar los residuos en orgánicos e inorgánicos y a clasificar estos últimos (Alianzatex, 14 de junio de 2009).

Algunos estudios se han realizado en el ámbito del manejo de residuos sólidos y reciclaje. Ibararán, Islas, y Cuevas (2003) estimaron la disposición a pagar (DAP) de los habitantes de Cholula, Puebla, para mejorar la calidad ambiental con respecto a los residuos sólidos. La estimación se realizó mediante un modelo econométrico de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). El estudio mostró que el ingreso, la edad, y la confianza en el gobierno son las variables determinantes en la DAP. También concluyeron que el medio ambiente es un bien normal para la población. Agüero, Carral, Sauad, y Yazlle (2005) evaluaron el sistema de gestión de los residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Salta, Argentina. Ellos aplicaron el método de valoración contingente con el formato referéndum mediante un ajuste LOGIT. En 20 áreas urbanas de Estados Unidos de América, Jenkins, Martínez, Palmer, y Podolsky (2000) examinaron el impacto de dos programas de reciclaje: el reciclaje a pie de banqueta y el reciclaje con base en el volumen. Estos programas se evaluaron en cinco materiales: botellas reciclables de vidrio, botellas de plástico, aluminio, papel periódico y desechos de jardín. Dicho estudio se llevó a cabo mediante la obtención de estimadores de máxima verosimilitud con la aplicación de un modelo PROBIT ordenado. En el estudio se encontró que el sistema de recolección a pie de banqueta tuvo mejores resultados en el porcentaje de reciclaje con respecto al método basado en la cantidad. Las variables que más influyen en la disposición a pagar por el reciclaje, de acuerdo con

cycle 47 % solid waste only 15 % can be processed, according to the Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (El Universal, March 25, 2009).

In Texcoco and surrounding areas, the issue of garbage is critical due to the closure of the Bordo Xochiaca landfill, leading the search for a new landfill or an alternative for the wastes. Wastes generated in Texcoco number about 180 t·d⁻¹, in other words, between 0.7 kg and 1 kg of waste per capita (Health and Sanitation Department, personal communication, January 20, 2010). Of the total waste, 40 % could be recycled and 50 % is composed by organic matter, which could be used for compost production (Department of Ecology, personal communication, January 25, 2010). However, the municipality does not have sufficient budget to build waste treatment plants and to provide technology to clean workers, to have a correct use of organic materials. Another problem is that people are not used to separate organic and inorganic waste and to classify them (Alianzatex, June 14, 2009).

Some studies on solid waste management and recycling have been conducted. Ibararán, Islas, and Cuevas (2003) estimated the willingness to pay (WTP) of the inhabitants of Cholula, Puebla, to improve the environmental quality with respect to solid wastes. The estimation was performed using the Ordinary Least Squares (OLS) econometric model. The study showed that income, age and trust in government are the variables in WTP. Studies also concluded that environment is a normal good for population. Agüero, Carral, Sauad, and Yazlle (2005) evaluated the management system of household solid waste in the city of Salta, Argentina, applying the referendum contingent valuation method by adjusting LOGIT. Jenkins, Martínez, Palmer, and Podolsky (2000) evaluated the impact of two recycling programs in 20 urban areas of the Unites States: curbside recycling and recycling base on volume. Five materials were evaluated: recyclable glass, plastic bottles, aluminum, paper, and yard waste. This study was conducted by obtaining maximum likelihood estimators using the application of an ordered PROBIT model. The study showed that curbside recycling had better results in recycling percentages than recycling base on volume. The most influential variables in provision to pay for recycling, according to the authors, are manners, number of children, household size and age of household head.

Given the above, this study aimed to estimate the amount of willingness to pay (WTP) of residents (household) of Texcoco, Estado de México to implement a recycling system. The particular objective was to estimate an econometric validation model of the independent variables. The main hypothesis of this study is that willingness to pay of the people should reflect the value that they consider for the proper treatment of solid waste from this municipality. This is because some families

los autores, son la educación, número de hijos, tamaño del hogar y edad del jefe de familia.

Dado lo anterior, esta investigación tuvo como objetivo general estimar el monto de la disposición a pagar (DAP) de los habitantes (a nivel hogar) de Texcoco, Estado de México, para implementar un sistema de reciclaje. El objetivo particular fue estimar un modelo económico de validación de las variables independientes. La hipótesis central del estudio es que la disponibilidad a pagar de las personas debe reflejar el valor que para ellas tiene el tratamiento adecuado de los residuos sólidos municipales. Esto debido a que algunas familias se ven afectadas por los lixiviados que son arrastrados de los tiraderos no controlados a los hogares en épocas de lluvia, y otras están conscientes del problema ambiental que implica un manejo inadecuado de los residuos sólidos municipales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de la muestra

Un muestreo aleatorio simple se realizó en el municipio de Texcoco. La población de estudio se obtuvo de los datos de INEGI (2005), que registró 47,679 hogares. En este tipo de muestreo, el tamaño de muestra requerido (n) para estimar la media poblacional μ , dada una cota β para el error de estimación, es el siguiente:

$$n = \frac{N\sigma^2}{(N-1)D + \sigma^2} \text{ con } D = \frac{\beta^2}{4}$$

Donde:

σ^2 = Varianza poblacional

N = Número de elementos de la población

β = Cota para el error de estimación de 0.05 (5 %)

En el muestreo aleatorio simple, si N es grande ($N > 30$), el tamaño de muestra es igual a

$$n = \frac{4\sigma^2}{\beta^2}$$

(Mendenhall & Reinmuth, 1981); donde, σ^2 es la varianza poblacional, y β es la cota para el error de estimación (5 %).

La varianza de la población de Texcoco se determinó con una prueba piloto de 40 encuestas categorizadas por unos y ceros, a partir de las respuestas afirmativas y negativas de la DAP para la implementación de un sistema de reciclaje. El resultado de la varianza fue 0.251. Este valor se utilizó en el cálculo del tamaño de muestra n , el cual resultó de 401.6. Un total de 402 encuestas se utilizó para fines prácticos.

Diseño de la encuesta

La encuesta consistió de 20 preguntas divididas en tres secciones. La primera sección se enfocó en la per-

are affected by leachates that are drawn from uncontrolled dumps to households during the rainy season, and others families are aware of the environmental problem involving improper handling of solid waste.

MATERIALS AND METHODS

Sample design

A simple random sampling was conducted in the municipality of Texcoco. Study population was obtained from INEGI data (2005), which recorded 47,679 households. The required sample size (n), in this type of sampling, to estimate the population mean μ , given a β bound for the estimation error, is as follow:

$$n = \frac{N\sigma^2}{(N-1)D + \sigma^2} \text{ con } D = \frac{\beta^2}{4}$$

Where:

σ^2 = Population variance

N = Number of elements in the population

β = Bound for the estimation error of 0.05 (5%)

In the simple random sampling, if N is higher ($N > 30$), the size of the sample is equal to

$$n = \frac{4\sigma^2}{\beta^2}$$

(Mendenhall & Reinmuth, 1981); where σ^2 is the population variance and β is the elevation for the estimation error (5 %).

The population variance of Texcoco was determined with a pilot test of 40 surveys categorized by ones and zeros, from affirmative and negative responses of WTP to implement a recycling system. The result of the variance was 0.251. This value was used in the calculation of the sample size n , which was 401.6. A total of 402 surveys were used for practical purposes.

Survey design

This survey consisted of 20 questions divided into three sections. The first section focused on the perception of people about landfills, the management given to garbage, weekly contributions to pay for the collection garbage service, and their knowledge concerning the separation and recycling of wastes. The second part explained the respondent, the issues choosing not to separate waste or recycling garbage; then a project with the benefits (social, economic and environmental) was proposed, which involved garbage separation and recycling. Once the project was exposed, the weekly WTP for it was asked, in case of negative responses, reasons were questioned. The third and final section showed familiar socio-economic information gathering of the respondent.

cepción de las personas sobre los rellenos sanitarios, el manejo que le dan a la basura, las cuotas semanales que pagan actualmente por los servicios de recolección, y cuál es su conocimiento referente a la separación y reciclaje de los desechos. En la segunda parte se explicó al encuestado, los problemas que implican la no separación y reciclamiento de la basura; después se planteó un proyecto con el escenario de los beneficios (sociales, económicos y ambientales) que implican la separación y reciclaje. Una vez expuesto el proyecto se preguntó la DAP semanal por el mismo, en caso de respuestas negativas, se interrogaron las razones. En la tercera y última sección se recopiló la información socioeconómica familiar del encuestado.

En la prueba piloto se identificó que la basura se entrega a nivel hogar, ya sea al servicio de limpia pública o al particular (donde no pasa el servicio de limpia pública o cuando el horario de trabajo de las familias no les permite entregar la basura). En el caso donde la basura se entrega al servicio particular, las familias deben dar una propina estipulada por los dueños de los vehículos particulares. Esta varía de 10 a 40 pesos por semana, dependiendo de la cantidad de bolsas de basura que se tiren.

El método de valoración contingente con formato referéndum (MVCR)

El problema de la contaminación del medio ambiente se vincula con las llamadas fallas de mercado. Una de estas fallas son las externalidades negativas que aparecen cuando debido a la estructura de los derechos de propiedad, las relaciones entre los agentes económicos no pueden ser reguladas por el propio mercado (Perman, Ma, McGilvray, & Common, 2003). Otro punto de vista acerca de la existencia de estas externalidades es que aparecen debido a que el medio ambiente es un bien público que no tiene mercado. Por consiguiente, es necesario determinar el valor del medio ambiente desde una perspectiva económica, de manera que cuando éste sea utilizado, se conozca y se pague por el costo que ello representa (Azqueta, 1994). La valoración económica de dichos bienes públicos requiere de mercados hipotéticos, para lo cual existen los métodos de valoración ambiental. De acuerdo con López, Valdivia, Romo, Sandoval, y Larqué (2010), el método de valoración contingente (MVC) se circunscribe dentro de los métodos directos o hipotéticos. Estos buscan que la persona revele directamente su valoración mediante encuestas, cuestionarios, votaciones, etc. El MVC trata de valorar monetariamente la DAP y la disposición a ser compensado (DAC) sobre alguna externalidad que se genera, suponiendo un mercado hipotético. Una variante del MVC es el método de valoración contingente con formato referéndum (MVCR). Su característica principal es que deja al individuo, solamente, con el problema de decidir si está o no dispuesto a pagar una suma determinada para acceder a los beneficios del programa de

The pilot test identified that garbage was delivered by people from their homes, either to public sanitation services or to another sanitation service (when the public sanitation services don't come or when work schedule does not allow families to be at home when this service come). In the case of another sanitation service, families should give a tip stipulated by the owners of these private vehicles. This varies from 10 to 40 pesos per week, depending on the amount of garbage bags.

Referendum contingent valuation method (RCVM)

Environmental pollution is associated with so-called market failures. One of these faults are negative externalities that appear when due to the structure of ownership rights, the relations between economic agents cannot be regulated by the same market (Perman, Ma, McGilvray, & Common, 2003). Another view of the existence of these externalities is because they show that the environment is a public good that has not market. Therefore, it is necessary to determine the value of the environment from an economic perspective, so when it is used, it is known and the cost for using it be paid (Azqueta, 1994). The economic valuation of these public goods requires hypothetical markets, for that there exist environmental valuation methods. According to López, Valdivia, Romo, Sandoval, and Larqué (2010), the contingent valuation method (CVM) is confined within the direct or hypothetical methods, which seek that people directly reveal their valuation by surveys, questionnaires, votes, etc. CVM is a valuation on the WTP and willingness to be compensated (WTC) on any externality that is generated, assuming a hypothetical market. A CVM variant is the referendum contingent valuation method (RCVM). Its main characteristic is that it leaves the individual with the problem to decide whether or not he is willing to pay a given sum to access the benefits of the conservation program offered. In this method, all possible positions and proposals of the interviewer are randomly distributed among the respondents; this is, the amount provided is predetermined (Tudela, Martínez, Valdivia, Portillo, & Romo, 2009). A last RCVM element consists of how to formulate questions. These should be simple and open, or dichotomous (Haab & McConnell, 2002). The basic model to analyze dichotomous responses is the random utility model. In this case, there are two options or alternatives, so that the indirect utility of the respondent j can be written as follows:

$$u_{ij} = \mu_i(y_j, z_j, \mathcal{E}_{ij})$$

Where: $i = 1$ is the status or condition which is reached when the contingent valuation approach is implemented (integrated collection system), $i = 0$ is the state without changes or *statu quo*. Utility determinants are: y_j the entry of the j -th respondent; z_j an m -dimensional vector of domestic attributes and characteristics of choice, and \mathcal{E}_{ij} a component of known preferences for the single

conservación que se ofrece. En este método, todas las posibles posturas o propuestas del encuestador se distribuyen aleatoriamente entre los encuestados; esto es, las cantidades a ofrecer se determinan previamente (Tudela, Martínez, Valdivia, Portillo, & Romo, 2009). Un último elemento del MVCR consiste en el método para hacer las preguntas. Éstas deben ser simples y abiertas, o dicotómicas (Haab & McConnell, 2002). El modelo básico para analizar las respuestas dicotómicas es el modelo de utilidad aleatoria. En este caso hay dos elecciones o alternativas, de modo que la utilidad indirecta del encuestado j se puede escribir:

$$u_{ij} = \mu_i(y_j, z_j, \varepsilon_{ij})$$

Donde: $i = 1$ es el estado o condición a la que se llega cuando el planteamiento de la valoración contingente es implementado (sistema de reciclaje integral), $i = 0$ 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 m -dimensional de los atributos y características domésticas de la elección; y ε_{ij} , 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:

$$u_i(y_j - t_j, z_j, \varepsilon_{ij}) > \mu_0(y_j, z_j, \varepsilon_{0j})$$

Cuando ε tiene distribución logística, la probabilidad de que la persona j responda con un si es igual a:

$$Pr(s_j) = \left[1 + \exp \left\{ - \left[\frac{\alpha z_j}{\sigma_L} - \frac{B z_{tj}}{\sigma_L} \right] \right\} \right]^{-1}$$

Donde α_i es un vector de parámetros m -dimensional (Haab & McConnell, 2002), de modo que:

$$\alpha_i z_j = \sum_{k=1}^m \alpha_{ik} z_{jk}$$

El cambio del bienestar producido por la mejora ambiental planteada, se evalúa cuando los parámetros del modelo se obtienen. En este caso, la medida de bienestar está representada por la variación compensatoria (VC) que es la respuesta a la pregunta de disponibilidad a pagar (DAP). Para estimar la VC se debe definir el cambio de la utilidad de un modelo lineal:

$$V_1(Q = 1, y - p; z) + \varepsilon_1 = V_0(Q = 0, y; z) + \varepsilon_0$$

Donde; $Q = 0$ representa el estado actual, $Q = 1$ representa la situación final al implementarse el reciclaje, y p es la cantidad de dinero para mantener el escenario propuesto. Si el vector z_0 no se considera se tiene:

informant but not observed by the researcher. Based on this model, the respondent j will answer positively to the willingness to pay of t_j if the utility along with the valuation approach exceeds the *statu quo*; in other words, if the resulting value is higher, although the income per payment decreases:

$$u_i(y_j - t_j, z_j, \varepsilon_{ij}) > \mu_0(y_j, z_j, \varepsilon_{0j})$$

When ε has logistic distribution, the probability that person j responds with a yes is equal to:

$$Pr(s_j) = \left[1 + \exp \left\{ - \left[\frac{\alpha z_j}{\sigma_L} - \frac{B z_{tj}}{\sigma_L} \right] \right\} \right]^{-1}$$

Where α_i is a vector of m -dimensional parameters (Haab & McConnell, 2002), so that:

$$\alpha_i z_j = \sum_{k=1}^m \alpha_{ik} z_{jk}$$

Welfare change caused by the raised environmental improvement, is evaluated when the parameter of the model are obtained. In this case, the extent of well-being is represented by the compensating variation (CV) that is the answer to the question of willingness to pay (WTP). Utility change of a linear model has to be defined to estimate CV:

$$V_1(Q = 1, y - p; z) + \varepsilon_1 = V_0(Q = 0, y; z) + \varepsilon_0$$

Where; $Q = 0$ represents the current state, $Q = 1$ represents the final state when recycling is implemented, and p is the amount of money to keep the proposed stage. If vector z is not considered we have:

$$\alpha_1 + \beta(y - p) + \varepsilon_1 = \alpha_0 + \beta \varepsilon_1 + \varepsilon_0$$

Because errors are distributed as a logistic, CV is:

$$CV = DAP = \frac{\alpha}{\beta}$$

In linear models, mean and median are equal. If the procedure is generalized and includes the vector of socioeconomic variables z ; welfare is expressed as:

$$CV = DAP_i = \left(\frac{\alpha_0 + \sum_{i=1}^k \alpha_i z_i}{\beta} \right)$$

Where z is a vector of socioeconomic characteristics, α_i is the parameter of the variable z , and β is the coefficient of the variable 'price'. Operationally, parameters α_i and β are estimated by maximum likelihood (Hanemann, 1984).

$$\alpha_1 + \beta (y - p) + \varepsilon_1 = \alpha_0 + \beta_y + \varepsilon_0$$

Dado que los errores se distribuyen como una logística, la VC es:

$$VC = DAP = \frac{\alpha}{\beta}$$

En los modelos lineales, la media y la mediana son iguales. Si el procedimiento se generaliza y se incluye el vector de variables socioeconómicas z; la medida de bienestar se expresa como:

$$VC = DAP_i = \left(\frac{\alpha_0 + \sum_{j=1}^k \alpha_j z_j}{\beta} \right)$$

Donde; z_i es un vector de características socioeconómicas, α_i es el parámetro respectivo de la variable z, y β es el coeficiente de la variable precio. Operativamente, los parámetros α_i y β se estiman por máxima verosimilitud (Hanemann, 1984).

Modelo econométrico

Del procedimiento anterior se deriva:

$$Pr ob(s_i) = F(\Delta V) \Rightarrow Prob(y_i = 1) = F(\beta'x_i)$$

Donde; F es la función de distribución acumulada de η y Pr ob(y_i=0)=1 - F(β'x_i),

$$L = \prod_{i=1}^n (1-F(\beta'x_i))^{1-y_i} (F(\beta'x_i))^{y_i}$$

la cual también se puede expresar en forma logarítmica:

$$\ln L = \sum_{i=1}^n \{ (1-y_i) \ln [1-F(\beta'x_i)] + y_i \ln F(\beta'x_i) \}$$

Para estimar la probabilidad en un modelo logit, la función de verosimilitud también se escribe de la siguiente manera:

$$L = \prod_{i=1}^n \left(\frac{1}{1+\exp(\beta'x_i)} \right)^{1-y_i} \left(\frac{\exp(\beta'x_i)}{1+\exp(\beta'x_i)} \right)^{y_i} =$$

$$\frac{\exp(\beta') \sum_{i=1}^n x_i y_i}{\prod_{i=1}^n [1+\exp(\beta'x_i)]}$$

Definiendo:

$$t^* = \sum_{i=1}^n x_i y_i$$

Econometric model

The above procedure is derived as follows:

$$Pr ob(s_i) = F(\Delta V) \Rightarrow Pr ob(y_i = 1) = F(\beta'x_i)$$

Where; F is the cumulative distribution function of η and Pr ob(y_i=0)=1 - F(β'x_i),

$$L = \prod_{i=1}^n (1-F(\beta'x_i))^{1-y_i} (F(\beta'x_i))^{y_i}$$

which also can be expressed in logarithmic form:

$$\ln L = \sum_{i=1}^n \{ (1-y_i) \ln [1-F(\beta'x_i)] + y_i \ln F(\beta'x_i) \}$$

Likelihood function is also written follows to estimate likelihood in a logit model:

$$L = \prod_{i=1}^n \left(\frac{1}{1+\exp(\beta'x_i)} \right)^{1-y_i} \left(\frac{\exp(\beta'x_i)}{1+\exp(\beta'x_i)} \right)^{y_i} =$$

$$\frac{\exp(\beta') \sum_{i=1}^n x_i y_i}{\prod_{i=1}^n [1+\exp(\beta'x_i)]}$$

Defining:

$$t^* = \sum_{i=1}^n x_i y_i$$

to find the maximum likelihood estimator of β and applying logarithms again, we have:

$$\log L = \beta t^* - \sum_{i=1}^n \log [1+\exp(\beta'x_i)]$$

Maximizing the log likelihood function we obtained:

$$\frac{\delta \log L}{\delta \beta} = S(\beta) = \sum_{i=1}^n \frac{\exp(\beta'x_i)}{1+\exp(\beta'x_i)} x_i + t^* = 0$$

Given that we have a nonlinear equation in β, non-linear methods such as Newton-Raphson algorithm or the Gauss-Newton algorithm (iterative procedure to achieve convergence) should be used. The specialized softwares to perform these operations are: N-Logit, the Statistical Analysis System (SAS), or the Stata (Tudela, 2008). In this case we used N-Logit version 4.0 and Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 18 for Windows, known as PASW. In this way, the econometric model to be estimated is:

$$Pr(Y=1) = \beta_0 + \beta_1 PREC + \beta_2 PROBAS + \beta_3 PAGSER + \beta_4 AMRECI + \beta_5 SEPBAS + \beta_6 GENE + \beta_7 PERSHO + \beta_8 CAS + \beta_9 EDAD + \beta_{10} EDUC + \beta_{11} INGRE + \varepsilon$$

para encontrar el estimador de máxima verosimilitud de β y aplicando nuevamente logaritmos, se tiene:

$$\log L = \beta' t^* - \sum_{i=1}^n \log [1 + \exp(\beta' x_i)]$$

Maximizando el logaritmo de la función de verosimilitud se tiene:

$$\frac{\partial \log L}{\partial \beta} = S(\beta) = \sum_{i=1}^n \frac{\exp(\beta' x_i)}{1 + \exp(\beta' x_i)} x_i + t^* = 0$$

Dado que se tiene una ecuación no lineal en β los métodos no lineales como el algoritmo de Newton-Raphson o el algoritmo Gauss-Newton (procedimiento iterativo hasta lograr la convergencia) deben ser utilizados. Los software especializados para realizar estas operaciones son: N-Logit, The Statistical Analysis System (SAS), o el Stata (Tudela, 2008). En este caso se utilizó el programa N-Logit versión 4.0 y Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versión 18 para Windows, también conocido como PASW. De esta manera el modelo econométrico a estimar es:

$$Pr(Y=1) = \beta_0 + \beta_1 PREC + \beta_2 PROBAS + \beta_3 PAGSER + \beta_4 AMRECI + \beta_5 SEPBAS + \beta_6 GENE + \beta_7 PERSHO + \beta_8 CAS + \beta_9 EDAD + \beta_{10} EDUC + \beta_{11} INGRE + \varepsilon$$

Donde; $[Pr ob(Y = 1)]$ es la probabilidad de una respuesta afirmativa a la DAP, β_i son los parámetros a estimar, ε es el término de error aleatorio, y el resto son las variables socioeconómicas (Cuadro 1).

Where; $[Pr ob(Y = 1)]$ is the probability of an affirmative answer to WTP, β_i are the parameters to be estimated, ε is the random error, and the rest are socioeconomic variables (Table 1).

RESULTS AND DISCUSSION

Descriptive variables analysis

According to the descriptive analysis of the variables, 59 % of household heads agreed to accept the proposed price for improved environmental quality with respect to the garbage problem. Moreover, 99 % agreed that it is necessary to implement a recycling system but, 63 % know very little about this activity. Household heads (94 %) of Texcoco perceive the problem the problem of garbage in landfills, as serious and very serious. 59 % of them are willing to contribute a weekly payment for the establishment of a recycling system. However, 41 % do not agree to make any payment for recycling, because this people do not have the sufficient financial resource and because they consider this is the duty of the municipal authorities. Also, 31 % of the respondents mentioned that the lack of culture is the main reason for not separating solid waste at home; the second cause with 29 % is because wastes are mixed again when they are deposited in garbage truck. Based on waste composition 29 % of the total municipality waste corresponds to inorganic material that can easily be recycled, such as paper, glass, iron, copper, aluminum and PET (Polyethylene terephthalate) among others; 34 % is made

CUADRO 1. Variables socioeconómicas del modelo econométrico.

VARIABLE	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN	CATEGORIA DE LA VARIABLE
Y	Probabilidad	Probabilidad de que las familias implementen un sistema de reciclaje. El valor es 0 si no hay disponibilidad para pagar, y 1 cuando hay disponibilidad.	Dicotómica
PREC	Precio	Monto propuesto al entrevistado para saber si estaba dispuesto a pagar esa cantidad. Los precios propuestos fueron 10, 15, 20, 25, 30 y 40 pesos semanales.	Discreta
PROBAS	Problema de la basura	Percepción ambiental del problema de la basura: Normal y grave = 0, muy grave = 1.	Dicotómica
PAGSER	Pago por servicio	Monto que los entrevistados pagan semanalmente por tirar su basura	Continua y cuantitativa
AMRECI	Amigo que recicle	Si el entrevistado conoce a un familiar o amigo que recicle: Si conoce = 1, si no conoce = 0.	Dicotómica
SEPBAS	Separación de basura	Si separa la basura: Nunca = 1, A veces = 2, Siempre = 3.	Ordenada categóricamente
GENE	Género	Indica el género del entrevistado: 1 = mujer, 0 = hombre.	Dicotómica
PERSHO	Personas en el hogar	Número de personas en el hogar	Discreta
CAS	Casa	Si la casa es propia = 1, rentada, prestada u otro = 0.	Dicotómica
EDAD	Edad	Edad de quien toma la decisión a pagar. En este caso, sólo de jefes de familia	Discreta
EDUC	Educación	Nivel de estudios del jefe del hogar: 1 = ninguno, 2 = primaria, 3 = secundaria, 4 = preparatoria, 5 = licenciatura, y 6 = posgrado.	Ordenada categóricamente
INGRE	Ingreso	Ingreso mensual del entrevistado. Toma valores de 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7.	Ordenada categóricamente

Fuente: Elaboración propia

TABLE 1. Socioeconomic variables of the econometric model.

VARIABLE	DEFINITION	DESCRIPTION	VARIABLE CATEGORY
Y	Probability	Probability that families implement a recycling system. Value is 0 if there is not willingness to pay, and 1 when there is willingness to pay.	Dichotomous
PREC	Price	Amount proposed to the respondent to know if he/she was willing to pay that amount. The proposed prices were 10, 15, 20, 25, 30 and 40 pesos weekly.	Discrete
PROBAS	Garbage problem	Garbage environmental perception: Normal and severe = 0, very serious = 1	Dichotomous
PAGSER	Service payment	Amount that respondents pay weekly to garbage collection service	Continuous and quantitative
AMRECI	Friend who recycles	The respondent knows a relative or friend who recycle: If he/she knows = 1, if he/she does not know = 0	Dichotomous
SEPBAS	Garbage separation	Garbage is separated: Never =1, Sometimes = 2, Always =3	Categorical ordered
GENE	Gender	Indicate the gender of the respondent: 1 = female, 0 = male	Dichotomous
PERSHO	persons in the household	number of persons in the household	Discreta
CAS	Home	home ownership = 1, rented, borrowed or other = 0	Dicotómica
EDAD	Age	Age of who makes the decision to pay. In this case, only householders	Discrete
EDUC	Studies	Educational level of household head: 1 = none, 2 = primary, 3 = junior high school, 4 = high school, 5 = bachelor, and 6 = postgraduate.	Categorical ordered
INGRE	Income	Monthly income of the respondent. Take values of 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7	Categorical ordered

Source: own elaboration

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de las variables descriptivas

De acuerdo con el análisis descriptivo de las variables, 59 % de los jefes de familia estuvo de acuerdo en aceptar el precio propuesto para una mejora en la calidad ambiental con respecto al problema de la basura. Por otra parte, 99 % está de acuerdo en que es necesario implementar un sistema de reciclaje; sin embargo, 63 % conoce muy poco sobre esta actividad. El 94 % de los jefes de familia de Texcoco perciben el problema de la basura en los tiraderos, como grave y muy grave. El 59 % de ellos están dispuestos a aportar una cuota semanal para que se establezca un sistema de reciclaje. No obstante, 41 % no está de acuerdo en que se realice algún pago por el reciclaje, debido a que no cuentan con suficientes recursos económicos y porque consideran que es obligación de las autoridades municipales. Asimismo, 31 % menciona que la falta de cultura es la causa principal de que la separación de los desechos urbanos en los hogares no se lleva a cabo; la segunda causa, con un 29 %, es porque los desechos se revuelven nuevamente al ser vaciados en los camiones. Con base en la composición de los materiales de desecho presentes en los hogares se obtuvo que del total de los desechos urbanos, 29 % corresponde a materiales inorgánicos que pueden ser fácilmente reciclados, tales como papel, vidrio, fierro, cobre, aluminio y PET (Polietileno Tereftalato), entre otros; 34 % está constituido por materia orgánica y 37 % por materiales no reciclables.

up organic matter and 37 % corresponds to non-recyclable materials.

Econometric model

A regression for the dependent variable WTP was carried out using the binary choice model Logit. The most significant variables were identified from this estimation, form the application of statistical tests and the combination of different variables. Least significant variables were eliminated.

The estimated model has the following expression:

$$Pr(Y=1) = - 0.677 - 0.134PREC + 0.360PROBAS + 0.057PAGSER + 0.274AMRECI + 0.344SEPBAS + 0.385GENE + 0.062PERSHO + 0.474CAS - 0.323EDAD + 0.19EDUC + 1.33INGRE$$

Variables included in the regression are shown in Table 2.

The following tests were used to corroborate that the probability of accepting a recycling system by means of a payment, can be explained by the variables included in the regression.

Statistical Analysis

Relevance. Since value P obtained from the chi square is equal to 0.00 (equivalent to the calculated F); the null hypothesis that state that parameters are equal to 0 is rejected and we conclude that at least one coefficient is different from zero (Table 3).

Modelo econométrico

Una regresión para la variable dependiente DAP se hizo utilizando un modelo de elección binaria Logit. Las variables más significativas se identificaron a partir de esta estimación, de la aplicación de pruebas estadísticas y de la combinación de diferentes variables. Las variables menos significativas se eliminaron.

El modelo estimado tiene la siguiente expresión:

$$Pr(Y=1) = -0.677 - 0.134PREC + 0.360PROBAS + 0.057PAGSER + 0.274AMRECI + 0.344SEPBAS + 0.385GENE + 0.062PERSHO + 0.474CAS - 0.323EDAD + 0.19EDUC + 1.33INGRE$$

Las variables incluidas en la regresión se muestran en el Cuadro 2.

CUADRO 2. Parámetros obtenidos en el modelo econométrico

Variable	Coefficiente	Error estándar	Coefficiente/ Error estándar	P[Z > z]
Constante	-0.677523	0.91503689	-0.74	0.4590
PREC	-0.134906	0.01759564	-7.667	0.0000
PROBAS	0.3600127	0.27227783	1.322	0.1861
PAGSER	0.0574478	0.01990937	2.885	0.0039
AMRECI	0.2741676	0.28619684	0.958	0.3381
SEPBAS	0.3443949	0.16485272	2.089	0.0367
GENE	0.3858217	0.28043787	1.376	0.1689
PERSHO	0.0624469	0.06799835	0.918	0.3584
CAS	0.4744556	0.32836263	1.445	0.1485
EDAD	-0.323001	0.13122507	-2.461	0.0138
EDUC	0.1900665	0.14963612	1.27	0.2040
INGRE	1.3302948	0.22216329	5.988	0.0000

Fuente: Elaboración propia con datos de la salida del programa N-logit

Las siguientes pruebas se aplicaron para corroborar que, la probabilidad de aceptar un sistema de reciclaje mediante una cuota se puede explicar por las variables incluidas en la regresión.

Análisis estadístico

Relevancia. Dado que el valor P obtenido de la chi cuadrada es igual a 0.00 (lo que equivale a la F calculada); la hipótesis nula de que los parámetros son iguales a 0 se rechaza y se concluye que como mínimo un coeficiente es distinto de cero (Cuadro 3).

Dependencia. La función de máxima verosimilitud es alta (-177.5856) y estadísticamente significativa. Igualmente, el modelo predice correctamente 315 (114 + 201) de 402 observaciones o 78.3 %, lo cual indica una buena capacidad de predicción (Cuadro 3).

Ajuste. En esta prueba se utilizó la Pseudo-R² de McFadden, la cual considera valores entre 0.20 y 0.40

TABLE 2. Parameters obtained in the econometric model

Variable	Coefficient	Standard error	Coefficient/ Standard error	P[Z > z]
Constant	-0.677523	0.91503689	-0.74	0.4590
PREC	-0.134906	0.01759564	-7.667	0.0000
PROBAS	0.3600127	0.27227783	1.322	0.1861
PAGSER	0.0574478	0.01990937	2.885	0.0039
AMRECI	0.2741676	0.28619684	0.958	0.3381
SEPBAS	0.3443949	0.16485272	2.089	0.0367
GENE	0.3858217	0.28043787	1.376	0.1689
PERSHO	0.0624469	0.06799835	0.918	0.3584
CAS	0.4744556	0.32836263	1.445	0.1485
EDAD	-0.323001	0.13122507	-2.461	0.0138
EDUC	0.1900665	0.14963612	1.27	0.2040
INGRE	1.3302948	0.22216329	5.988	0.0000

Source: Based on data from the output of N-logit program

Dependence. Maximum likelihood is high (-177.5856) and statistically significant. The model correctly predicts 315 (114 + 201) of 402 observations or 78.3 %, indicating a good predictive ability (Table 3).

Adjustment. In this test we used the Pseudo-R² of McFadden, who found values between 0.20 and 0.40 as highly satisfactory. In this study the value was 0.34 (Table 3).

Economic-environmental analysis

Model signs are consisted with the theory. For example, the negative sign of the variables PREC and EDAD, shows the inverse relationship between the value of the payment for the implementation of a recycling system and the probability of answering affirmatively to the question of payment. These variables are significant with 99 % and 95 % respectively. The positive sign of the variable PROBAS indicates that the probability of accepting a recycling system increases as people consider that the garbage problem is very serious. The same applies to the variable PAGSER, because if more families pay the garbage service, better the chance to answer yes to the question of WTP. The variable PAGSER is significant with 99 % confidence. The positive sign of the variables SEPBAS, GENE, PERSHO and CAS indicate that the answer of respondents about WTP will be affirmative, as long as the following is true: people have the habit of separating garbage at home, the family head is a woman, these persons have a large family and they own the house. The variable SEPBAS is significant with 95 % confidence. The positive sign of the variable EDUC means that with higher education level, higher is the probability of and affirmative answer to the question of WTP.

CUADRO 3. Análisis del modelo econométrico Logit.

Estimación de parámetros obtenidos por máxima verosimilitud	
Variable dependiente	Y
Variable de peso	Ninguna
Número de observaciones	402
Iteraciones completadas	7
Función de máxima verosimilitud	-177.5856
Número de parámetros	12
Criterio de información: AIC	0.94321
Muestra finita AIC	0.94521
Criterio de información: BIC	0.99045
Criterio de información: HQIC	0.99045
Máxima verosimilitud restringida	-272.1625
Pseudo-R ² de McFadden	0.3475015
Chi cuadrada	189.1537
Grados de libertad	11
Prob[Chi cuadrada > valor] =	0
Chi cuadrada Hosmer-Lemeshow	7.90835
Valor de $P = 0.34075$ con siete grados de libertad	

Fuente: Elaboración propia

como muy satisfactorios. En este estudio el valor fue 0.34 (Cuadro 3).

Análisis económico-ambiental

Los signos del modelo son consistentes con la teoría. Por ejemplo, el signo negativo de las variables PREC y EDAD, señala la relación inversa entre el valor de la tarifa a pagar para la implementación de un sistema de reciclaje y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago. Estas variables son significativas con 99 % y 95 %, respectivamente. El signo positivo de la variable PROBAS indica que la probabilidad de aceptar el sistema de reciclaje, aumenta a medida que las personas consideran que el problema de la basura es muy grave. Lo mismo sucede con la variable PAGSER, ya que entre más paguen las familias por tirar su basura, mayor será la probabilidad de responder SI a la pregunta de la DAP. La variable PAGSER es significativa con un 99 % de confianza. El signo positivo de las variables SEPBAS, GENE, PERSHO y CAS indican que la respuesta del encuestado sobre la DAP será afirmativa, siempre y cuando se cumpla lo siguiente; que se tiene el hábito de separar la basura en el hogar, que el jefe de familia es mujer, que se tiene una familia numerosa, y que la casa es propia. La variable SEPBAS es significativa con 95 % de confianza. El signo positivo de la variable EDUC significa que a mayor nivel de estudios, más alta es la probabilidad de responder SI a la pregunta de la DAP.

TABLE 3. Logit econometric model analysis

Estimation of parameters obtained by maximum likelihood	
Dependent variable	Y
variable weight	Ninguna
Number of observations	402
Iterations completed	7
Maximum likelihood function	-177.5856
Number of parameters	12
Information Criterion: AIC	0.94321
Finite sample: AIC	0.94521
Information Criterion: BIC	0.99045
Information Criterion: HQIC	0.99045
Restricted maximum likelihood	-272.1625
Pseudo-R ² of McFadden	0.3475015
Chi squared	189.1537
Degrees of Freedom	11
PProb [Chi square > value] =	0
Chi cuadrada Hosmer-Lemeshow	7.90835
Value of $P = 0.34075$ with seven degrees of freedom	

Source: own elaboration

Marginal effects analysis

The marginal effects of independent variables on the dependent variable should be considered to determine the effect of each of these on the probability of accepting payment (Table 4). This is because a linear model was not used. Income is the most influential variable on the probability to accept the payment for recycling. The ranges of the variable 'income' (pesos) were as follows: $\leq 4,000$; $\geq 4,001 \leq 7,000$; $\geq 7,001 \leq 10,000$; $\geq 10,001 \leq 15,000$; $\geq 15,001 \leq 20,000$; $\geq 20,001 \leq 25,000$; and $>25,000$. For this variable, the probability changes 29.6 % per range of ascendant income that the head of household has. This means that the WTP, to implement a recycling system, increases with better income levels.

Obtaining willgness to pay

An average household WTP of \$27.18 per week was calculated from 402 surveys conducted in the study area. The calculation of the benefits was obtained by multiplying the mean WTP obtained per household (47,679 households) (INEGI, 2005). The estimated total benefits were \$1,295,915 per week. This calculation is an assessment of the waste environmental problem by the inhabitants of Texcoco, and represents what people would be willing to pay for better environmental quality.

Traditional methods to obtain confidence intervals are based on the fact that population is distributed as

Análisis de efectos marginales

Los efectos marginales de las variables independientes sobre la variable dependiente se deben considerar para determinar el efecto de cada una de éstas sobre la probabilidad de aceptar el pago (Cuadro 4). Esto es debido a que no se utilizó un modelo lineal. El ingreso es la variable más influyente en la probabilidad a aceptar el pago por el reciclaje. Los rangos utilizados de la variable ingreso (pesos) fueron los siguientes: $\leq 4,000$; $\geq 4,001 \leq 7,000$; $\geq 7,001 \leq 10,000$; $\geq 10,001 \leq 15,000$; $\geq 15,001 \leq 20,000$; $\geq 20,001 \leq 25,000$; y $> 25,000$. Para dicha variable, la probabilidad cambia un 29.6 % por cada rango de ingreso ascendente que tenga el jefe de familia. Esto significa que la DAP para implementar un sistema de reciclaje, aumenta a medida que se tienen niveles mejores de ingreso.

CUADRO 4. Efectos marginales de las variables independientes del modelo econométrico

VARIABLE	EFEECTO MARGINAL
PREC	-0.03007
PAGSER	0.03007
PROBAS	0.01281
AMRECI	0.07966
SEPBAS	0.06086
GENE	0.08673
PERSHO	0.01392
CAS	0.10977
EDAD	-0.072
EDUC	0.04237
INGRE	0.29655

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la disposición a pagar

Una DAP promedio por hogar de \$27.18 semanales se calculó a partir de 402 encuestas aplicadas en la zona de estudio. El cálculo de los beneficios generados se obtuvo multiplicando la DAP media calculada por hogar, por el total de hogares (47,679) (INEGI, 2005). Los beneficios totales estimados fueron \$1,295,915 semanales. Este cálculo es una valoración del problema ambiental de la basura por parte de los habitantes de Texcoco, y representa lo que las personas estarían dispuestas a pagar para tener una mejor calidad ambiental.

Los métodos tradicionales para el cálculo de los intervalos de confianza se basan en el hecho de que la población se distribuye como una normal. Sin embargo, cuando la población no se comporta de esta forma o se desconoce dicha distribución, es necesario usar otros métodos como el remuestreo o el *bootstrap*. Además, estos son más precisos que los métodos clásicos (Cook,

CUADRO 4. Efectos marginales de las variables independientes del modelo econométrico

VARIABLE	MARGINAL EFFECT
PREC	-0.03007
PAGSER	0.03007
PROBAS	0.01281
AMRECI	0.07966
SEPBAS	0.06086
GENE	0.08673
PERSHO	0.01392
CAS	0.10977
EDAD	-0.072
EDUC	0.04237
INGRE	0.29655

Source: own elaboration

a normal. However, when population does not behave this way or this distribution is not known, it is necessary to use other methods such as resampling or bootstrap. Furthermore, these methods are more accurate than traditional methods (Cook, Duckworth, Kaiser, Meeker, & Stephenson, 2001). By means of nonparametric bootstrap, the interval is between \$25.8 and 28.5 per week. In order to carry out this procedure, a simple random sample of 5,000 iterations was performed using the percentile method and a confidence level of 95 %.

In this paper, the flow of weekly benefits of WTP is very high compared to those obtained by Ibararán et al. (2003) in a similar study. They obtained benefits of \$ 4.2 million annually by a WTP of a collection and recycling project in San Pedro Cholula, Puebla, Mexico. Furthermore, it is agreed that the most significant variables are income and age. In our study, 41 % refused to contribute financially to carry out a recycling project or environmental improvement. Agüero et al. (2005) found a rejection of 52 % and concluded that income level is directly related to this result. On the other hand, Jenkins et al. (2000) concluded that variable EDUC and EDAD are the most influential in WTP for recycling.

CONCLUSIONS

Based on the results of the econometric model, the most significant variables of the model were: price, income, payment for a garbage service, waste separation and age. This fee established to implement a recycling system should be available to householder, because if this payment is very high, the expected results will not be achieved. According to the variable 'payment for a garbage service', families that do not receive a public garbage service or have a deficient service, are the families that are willing to implement a recycling system. More-

Duckworth, Kaiser, Meeker, & Stephenson, 2001). Mediante el *bootstrap* no paramétrico, el intervalo se encuentra entre \$25.8 y \$28.5 semanales. Para llevar a cabo este procedimiento, un muestreo simple con 5,000 iteraciones se realizó usando el método del percentil y un nivel de confianza de 95 %.

En este trabajo, el flujo de beneficios semanales de la DAP es muy alto comparado con los que obtuvo Ibararán et al. (2003) en un trabajo similar. Ellos calcularon beneficios de \$4.2 millones anuales por la DAP de un proyecto de recolección y reciclado en San Pedro Cholula, Puebla, México. Por otro lado, se coincide que las variables más significativas son el ingreso y la edad. En esta investigación el 41 % rechazó contribuir monetariamente para llevar a cabo un proyecto de reciclaje o mejoramiento ambiental. Agüero et al. (2005) encontraron un rechazo del 52 % y concluyen que el nivel de ingreso está relacionado directamente con este resultado. Por otro lado, Jenkins et al. (2000) llegan a la conclusión de que las variables de educación y la edad son las que más influyen en la DAP por el reciclaje.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados del modelo econométrico, las variables más significativas del modelo fueron: el precio, el ingreso, el pago que se realiza por algún servicio de recolección, la separación de basura y la edad. La cuota establecida para implementar un sistema de reciclaje debe estar al alcance de los jefes de hogar, ya que si es muy elevada no se tendrán los resultados esperados. De acuerdo con la variable "pago que se realiza por algún servicio de recolección", los hogares o familias que no cuentan con el servicio de limpia pública o aquellos en los que el servicio es deficiente, son los que están dispuestos a que se implemente el sistema de reciclaje. Así también, las familias que separan la basura respondieron afirmativamente a la propuesta. La variable edad tiene una relación inversa entre el valor de la tarifa a pagar por la implementación de un sistema de reciclaje y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago. Es necesario implementar programas de educación ambiental en las escuelas desde el preescolar hasta el nivel licenciatura, para concientizar a la población en temas ambientales de gran relevancia como lo es el reciclaje.

REFERENCIAS

- Agüero, A. A., Carral, M., Sauad, J. J., & Yazlle L. L. (2005). Aplicación del método de valoración contingente en la evaluación del sistema de gestión de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Salta, Argentina. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 2, 37–44. Obtenido de ddd.uab.cat/pub/revibec/13902776v2a4.pdf
- Alianza Tex (14 de junio de 2010). Obtenido de <http://www.alianzatex.com>

over, families that separate the garbage responded positively to the proposal. Variable 'age' has an inverse relationship between the value of the payment to implement a recycling system and the probability of responding affirmatively to the question of the payment. It is necessary to implement environmental education programs, from kindergarten to university, to raise public awareness on highly relevant environmental issues such as recycling.

End of English Version

- Azqueta, O. D. (1994). *Valoración económica de la calidad ambiental* (1a ed.). Madrid, España: Ed. McGraw-Hill.
- Cook, D., Duckworth, W. M., Kaiser, M. S., Meeker, W. Q., & Stephenson, W. R. (2001). *Resampling methods for inference*. USA: Iowa State University
- El Universal (25 de marzo de 2009). Obtenido de <http://www.eluniversal.com.mx/ciudad/93721.html.com>
- Haab, T. C., & McConnell, K. E. (2002). *Valuing Environmental and Natural Resources*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- Hanemann, M. (1984). Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses. *American Journal of Agricultural Economics*, 66(1), 332–341. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/1240800>
- Ibararán, V. M. E., Islas, C. I., & Cuevas, E. M. (2003) Valoración económica del impacto ambiental del manejo de residuos sólidos municipales: Estudio de caso *Gaceta Ecológica*, abril-junio, 67, 69–82. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=53906706>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2005). *Principales resultados por localidad*. Consultado 08-01-2010 en <http://inegi.org.mx>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Base de datos (1998-2008). *Medio ambiente, asentamientos y actividades humanas, residuos, sólidos urbanos, recolección*. Página consultada el 19 de marzo de 2010 en <http://inegi.org.mx>
- Jenkins, R. R., Martínez, S. A., Palmer, K., & Podolsky, M. J. (2000). *The determinants of household recycling: A material specific analysis of recycling program features and unit pricing. Resources for the Future*. Washington, D.C.
- López, S. M. A., Valdivia, A. R., Romo, L. J. L., Sandoval, V. M., & Larqué, S. B. S. (2010). Valoración económica de una mina de arena. *Terra Latinoamericana*, 28 (3), 255–263. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57316064008>
- Mendenhall, W., & Reinmuth, J. E. (1981). *Estadística para Administración y Economía* (1a ed.). California, EUA: Grupo editorial Iberoamérica.
- Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J., & Common, M. (2003). *Natural Resource and Environmental Economics* (3a ed.). United Kingdom: Pearson Education Limited.
- Tudela, M. J.W. (2008). Estimación de la disponibilidad a pagar de los habitantes de la ciudad de Puno por el tratamiento de aguas servi-

das. *CIES. Economía y Sociedad*, 69, 73–83. Obtenido de <http://cies.org.pe/files/economia-sociedad/E-y-S-69-09-tudela.pdf>

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. *Revista Mexicana de Economía Agrícola y de los Recursos Naturales*, 2, 7–29. Obtenido de chapingo.mx/revistas/9c9d272f268b5cc60fe689f5a5af7c0e.pdf