

Analysis of methods to estimate the mean and variance of the willingness to pay: parametric and non-parametric case

Análisis de métodos para calcular la media y varianza de la disposición a pagar: el caso paramétrico y no paramétrico

Marco A. López-Santiago^{*1}; César A. Meza-Herrera¹; Ramón Valdivia-Alcalá²

¹Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Carretera Gómez Palacio-Chihuahua km 40. C. P. 35230. Bermejillo, Durango, México.

²Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Económico-Administrativas. Carretera México-Texcoco km 38.5. C. P. 56230. Texcoco, Estado de México.

*Corresponding author: marcoandres@chapingo.uruza.edu.mx Tel.: (0052) (872) 7760160

Abstract

Introduction: Contingent valuation (CVM) is the most significant direct method for estimating the total monetary value of ecosystem services.

Objective: The parametric and non-parametric methods of estimation of the willingness to pay (WTP) were compared through the intervals of the mean, to give recommendations of use in the valuation of ecosystem services.

Materials and Methods: In order to provide support for the comparison of the methods, two case studies that applied the CVM were used. Within the non-parametric approach, the mean and variance intervals obtained with the Boman, Bostedt and Kriström formulas were compared with those obtained by the Haab and McConnell method.

Results and Discussion: The parametric and non-parametric methods can be used indistinctly to obtain the mean of the WTP, because no significant differences were observed among the estimated values. In non-parametric methods, the two approaches analyzed do not differ in the estimation of the mean, but there are differences when calculating the variances; the Haab and McConnell method generates relatively larger mean variances.

Conclusion: It is recommended to use the non-parametric method as a complement or validation of the results of the parametric method, since the latter includes socioeconomic explanatory variables of the WTP.

Keywords: Contingent valuation method, ecosystem services, economic valuation, natural resource economics.

Resumen

Introducción: La valoración contingente (MVC) es el método directo más significativo para calcular el valor monetario total de los servicios ecosistémicos.

Objetivo: Los métodos paramétrico y no paramétrico de estimación de la disposición a pagar (DAP) se compararon a través de intervalos de la media, para dar recomendaciones de uso en la valoración de servicios ecosistémicos.

Materiales y métodos: Para proveer soporte a la comparación de los métodos se utilizaron dos casos de estudio que aplicaron el MVC. Dentro del enfoque no paramétrico, los intervalos de la media y varianza obtenidos con las fórmulas de Boman, Bostedt y Kriström se compararon con los obtenidos por el método de Haab y McConnell.

Resultados y discusión: Los métodos paramétrico y no paramétrico se pueden utilizar indistintamente para obtener la media de la DAP, debido a que no existieron diferencias significativas entre los valores estimados. En los métodos no paramétricos, los dos enfoques analizados no difieren en la estimación de la media, pero sí existen diferencias al momento de calcular las varianzas; el método de Haab y McConnell genera varianzas de la media relativamente más grandes.

Conclusion: Se recomienda utilizar el método no paramétrico como complemento o validación de los resultados del método paramétrico, dado que este último incluye variables socioeconómicas explicatorias de la DAP.

Palabras clave:

Método de valoración contingente, servicios ecosistémicos, valoración económica, economía de los recursos naturales.

Introduction

Currently, the valuation of ecosystem services (ES) is important for decision making on natural resources (Tallis & Polasky, 2009). According to De Groot, Wilson, and Boumans (2002), the ES are defined as “the ability of natural processes and components to provide goods and services that directly or indirectly meet human needs”. The same authors indicate that the services can be regulation, habitat, provisioning and cultural services. In short, the importance of the ES lies in providing the sustenance for life on the planet.

Despite the importance mentioned, ES are difficult to quantify monetarily. The problem of environmental degradation is linked to so-called market failures. One of these are the negative externalities, which originate from the characteristics of public goods; that is, no exclusivity or rivalry in their consumption (Perman, Ma, McGilvray, & Common, 2003). Therefore it is necessary to determine the value of ES from an economic perspective, so that they are known and the cost they represent when used is paid (Azqueta, 1994). In this regard, the contingent valuation method (CVM) is the most significant direct method to estimate the total monetary value of the ES; i. e. the value of use, non-use value and option value. In general terms, CVM is a technique that, through a survey, proposes a hypothetical market to determine monetary willingness to pay (WTP) when there is a change in welfare. There are two ways to ask for the WTP in the survey, the open format (ask directly the maximum amount to pay) and the dichotomous format, also called referendum (a payment is proposed and the respondent decides to accept or reject). Researchers who use the CVM with the dichotomous question face the complex task of estimating useful statistics from a sparse set of information; for this purpose, three procedures have been developed: parametric, non-parametric and semi-parametric.

In the parametric estimates we first assume a functional form of the indirect utility model and then a cumulative distribution function of the errors (Hanemann & Kanninen, 1999). A poor specification of these assumptions results in a biased estimate of welfare measures. In order to overcome the difficulties created by this problem, the use of non-parametric estimation methods has been proposed (Cerdeira & Vásquez, 2005). This type of estimation does not require assumptions on the probability distribution of errors or the functional forms of utility models.

Based on the above, the objective of the study was to compare the parametric and non-parametric methods of estimation of the WTP through mean intervals, in order to give recommendations of use in the valuation of ecosystem services. In addition, in the non-

Introducción

Actualmente, la valoración de los servicios ecosistémicos (SE) es fundamental para la toma de decisiones sobre los recursos naturales (Tallis & Polasky, 2009). De acuerdo con De Groot, Wilson, y Boumans (2002), los SE son definidos como “la capacidad de los procesos y componentes naturales para proporcionar bienes y servicios que satisfagan directa o indirectamente las necesidades humanas”. Los mismos autores indican que los servicios pueden ser de regulación, hábitat, aprovisionamiento y culturales. En suma, la importancia de los SE radica en que proporcionan el sustento para la vida en el planeta.

A pesar de la importancia mencionada, los SE son difíciles de cuantificar monetariamente. El problema de la degradación del medio ambiente se vincula con las llamadas fallas de mercado. Una de éstas son las externalidades negativas, las cuales se originan dadas las características propias de los bienes públicos; esto es, no tienen exclusividad ni rivalidad en su consumo (Perman, Ma, McGilvray, & Common, 2003). Por consiguiente, es necesario determinar el valor de los SE desde una perspectiva económica, de manera que se conozcan y se pague por el costo que representan cuando sean utilizados (Azqueta, 1994). Al respecto, la valoración contingente (MVC) es el método directo más significativo para calcular el valor monetario total de los SE; es decir, el valor de uso, de no uso y de opción. En términos generales, el MVC es una técnica que, a través de una encuesta, plantea un mercado hipotético para determinar la disposición a pagar (DAP) monetaria cuando se da un cambio en el bienestar. En la encuesta se puede preguntar por la DAP tanto en formato abierto (se pregunta directamente la cantidad máxima a pagar) como el dicotómico, también llamado referéndum (se plantea un pago y el encuestado decide aceptar o no aceptar). Los investigadores que utilizan el MVC con el formato de preguntas dicotómico se enfrentan a la tarea compleja de estimar estadísticos útiles a partir de un conjunto de información escasa; para ello, se han desarrollado tres procedimientos principalmente: paramétricos, no paramétricos y semiparamétricos.

En las estimaciones paramétricas primero se asume una forma funcional del modelo de utilidad indirecta y después una función de distribución acumulativa de los errores (Hanemann & Kanninen, 1999). Una mala especificación de estos supuestos resulta en una estimación sesgada de las medidas de bienestar. Con el propósito de superar las dificultades creadas por este problema se ha propuesto el uso de métodos no paramétricos de estimación (Cerdeira & Vásquez, 2005). Este tipo de estimación no requiere supuestos sobre la distribución de probabilidad de los errores ni de las formas funcionales de los modelos de utilidad.

parametric approach, a comparison of the mean and variance estimation of the WTP was proposed, using the formulas of Boman, Bostedt, and Kriström (1999) versus those of Haab and McConnell (2002).

Materials and methods

To provide support for the comparison of the parametric and non-parametric methods of estimation of the WTP, databases of two empirical cases were used: Valdivia, García, López, Hernández, and Rojano (2011) and Valdivia, Abelino, López, and Zavala (2012). These authors used the contingent valuation method with the simple dichotomous format.

Valdivia et al. (2011) estimated the WTP of the inhabitants of Axtla de Terrazas, San Luis Potosí, for protection, maintenance and improvement of the Axtla River. The authors used simple random sampling and in the year 2010 they applied 300 surveys to the family heads of households randomly selected from the municipal database. The results were analyzed using logistic regression techniques via maximum likelihood.

Furthermore, the study of Valdivia et al. (2012) had the objective of estimating the amount of the WTP of the inhabitants (household level) of Texcoco, Estado de México, to implement a recycling system. Data were collected in 2010 using simple random sampling with a confidence level of 95 %. The total of the sample was 402 households and the logit binomial econometric model with linear functional form in the income was used.

Estimation of the WTP using the parametric method

According to Haab and McConnell (2002), responses in contingent valuation can be analyzed from a random utility model. Thus, there are two alternatives to choose the consumption of an ecosystem service. The indirect utility of the respondent j can be written as follows:

$$u_{ij} = u_i(y_i, z_j, \varepsilon_{ij})$$

where $i = 1$ is the final state after generating the change in environmental quality; $i = 0$ is the unchanged state or *status quo*. The determinants of utility are: y_i , the income of the j -th respondent; z_j , a m -dimensional vector of the domestic attributes and characteristics of the choice; and ε_{ij} , a component of preferences known for the respondent but not observed by the researcher. In this way, the respondent j will respond positively to the willingness to pay of t_j when the utility with the valuation approach exceeds the *status quo*; that is, when the resulting utility is higher even though the income from the payment decreases.

Con base en lo anterior, el objetivo del estudio fue comparar los métodos paramétrico y no paramétrico de estimación de la DAP a través de intervalos de la media, con el fin de dar recomendaciones de uso en la valoración de servicios ecosistémicos. Además, dentro del enfoque no paramétrico, se planteó la comparación de la estimación de la media y varianza de la DAP, utilizando las fórmulas de Boman, Bostedt y Kriström (1999) versus las de Haab y McConnell (2002).

Materiales y métodos

Para proveer soporte a la comparación de los métodos paramétrico y no paramétrico de estimación de la DAP se utilizaron las bases de datos de dos casos empíricos: Valdivia, García, López, Hernández, y Rojano (2011) y Valdivia, Abelino, López, y Zavala (2012). Estos autores aplicaron el método de valoración contingente con el formato dicotómico simple.

Valdivia et al. (2011) estimaron la DAP de los habitantes de Axtla de Terrazas, San Luis Potosí, por la protección, mantenimiento y mejora del río Axtla. Los autores utilizaron el muestreo aleatorio simple y en el año 2010 aplicaron 300 encuestas a los jefes de familia de las viviendas seleccionadas aleatoriamente de la base de datos municipal. Los resultados fueron analizados mediante técnicas de regresión logística vía máxima verosimilitud.

Por otro lado, el trabajo de Valdivia et al. (2012) tuvo como objetivo estimar el monto de la DAP de los habitantes (a nivel hogar) de Texcoco, Estado de México, para implementar un sistema de reciclaje. Los datos se recolectaron en 2010 mediante un muestreo aleatorio simple con nivel de confianza de 95 %. El total de la muestra fue de 402 hogares y se utilizó el modelo econométrico logit binomial con forma funcional lineal en el ingreso.

Estimación de la DAP por el método paramétrico

De acuerdo con Haab y McConnell (2002), las respuestas en la valoración contingente se pueden analizar a partir de un modelo aleatorio de la utilidad. De esta manera, hay dos alternativas de elección del consumo de un servicio ecosistémico. La utilidad indirecta del encuestado j se puede escribir:

$$u_{ij} = u_i(y_i, z_j, \varepsilon_{ij})$$

donde $i = 1$ es el estado final después de generar el cambio en la calidad ambiental; $i = 0$ es el estado sin cambios o *status quo*. Los determinantes de la utilidad son: y_i , 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

$$u_1(y_i - t_j, z_j, \varepsilon_{ij}) > u_0(y_i, z_j, \varepsilon_{0j})$$

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

$$\Pr(s_j) = \Pr[u_1(y_i - t_j, z_j, \varepsilon_{ij}) > u_0(y_i, z_j, \varepsilon_{0j})]$$

This probability statement provides an intuitive basis for the analysis of responses and can be used as a starting point for non-parametric approaches. However, the statement is very general for parametric estimations because two decision models are needed: first, the functional form of $u(y_i, z_j, \varepsilon_{ij})$ should be chosen, and second, the distribution of ε_{ij} should be specified.

The two empirical cases of Valdivia et al. (2011, 2012) assume a logistic probability distribution function:

$$\Pr(s_i) = \frac{1}{1+e^{-x}}$$

If we consider a linear model in the income we obtain:

$$u_q = \alpha_q + \beta_y + \varepsilon_q$$

where α_q is the change in utility and β is the change in marginal utility (Hanemann & Kanninen, 1999). Thus, it is shown that the payment p^* would leave the user indifferent, since the payment is equal to the change in utility between marginal utility. Thus, the mean of the WTP would be:

$$DAP_{MEDIA} = \alpha/\beta$$

Estimation of the WTP using the non-parametric method

In the CVM with referendum format, different $k-1$ payment offers are chosen A_1, A_2, \dots, A_{k-1} , and are administered or divided into $k-1$ subsamples, where $A_1 < A_2, \dots, < A_{k-1}$ y $k \geq 2$; we also obtain the answers of m_1, m_2, \dots, m_{k-1} individuals. For each subsample $i(i = 1, 2, \dots, k-1)$ we obtain the quantity h_i of persons accepting the supply A_i and we can estimate the proportions $p_i = h_i / m_i$. Thus, the responses of a typical discrete survey give a sequence of proportions $p = (p_1, p_2, \dots, p_{k-1})$ (Boman et al., 1999).

It is important to make clear that from the economic principles this sequence of proportions is expected to be monotonically decreasing in A_i ; that is, the proportion of "yes" responses should decrease (or at least not increase) as A increases. However, it is sometimes the case that $p_{i+1} > p_i$. At this point, the theorem of Ayer, Brunk, Ewing, Reid, and Silverman (1955) in the isotonic regression is useful. The theorem

preferencias conocidas para el informador individual pero no observadas por el investigador. De esta manera, el encuestado j responderá positivamente 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 el ingreso por el pago disminuya.

$$u_1(y_i - t_j, z_j, \varepsilon_{ij}) > u_0(y_i, z_j, \varepsilon_{0j})$$

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, así que $u_1 > u_0$. Para el encuestado j dicha probabilidad es:

$$\Pr(s_j) = \Pr[u_1(y_i - t_j, z_j, \varepsilon_{ij}) > u_0(y_i, z_j, \varepsilon_{0j})]$$

Esta declaración de probabilidad provee una base intuitiva para el análisis de respuestas y puede usarse como punto de partida para aproximaciones no paramétricas. No obstante, la declaración es muy general para estimaciones paramétricas pues se necesitan dos modelaciones de decisiones: primero, se debe escoger la forma funcional de $u(y_i, z_j, \varepsilon_{ij})$, y segundo, se debe especificar la distribución de ε_{ij} .

Los dos casos empíricos de Valdivia et al. (2011, 2012) asumen una función de distribución de probabilidad de tipo logística:

$$\Pr(s_i) = \frac{1}{1+e^{-x}}$$

Si se considera un modelo lineal en el ingreso se obtiene:

$$u_q = \alpha_q + \beta_y + \varepsilon_q$$

donde α_q es el cambio en la utilidad y β es el cambio en la utilidad marginal (Hanemann & Kanninen, 1999). 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. De este modo, la media de la DAP sería:

$$DAP_{MEDIA} = \alpha/\beta$$

Estimación de la DAP por el método no paramétrico

En el MVC con formato referéndum se eligen $k-1$ diferentes ofertas de pago A_1, A_2, \dots, A_{k-1} , y se administran o dividen en $k-1$ submuestras, donde $A_1 < A_2, \dots, < A_{k-1}$ y $k \geq 2$; también se obtienen las respuestas de m_1, m_2, \dots, m_{k-1} individuos. Para cada submuestra $i(i = 1, 2, \dots, k-1)$ se obtiene la cantidad h_i de personas que aceptan la oferta A_i y se pueden calcular las proporciones $p_i = h_i / m_i$. Por tanto, las respuestas de una típica encuesta

shows that when the sequence of proportions is smoothed by substituting the proportions p_i and p_{i+1} with $(h_i + h_{i+1}) / (m_i + m_{i+1})$ and this procedure is repeated until a non-increasing of estimates is obtained, then this new sequence $\hat{p} = (\hat{p}_1, \hat{p}_2, \dots, \hat{p}_{k-1})$ provides a nonparametric estimation of maximum likelihood of acceptance probability. This operation is also known as the algorithm PAVA (pool-adjacent-violators) (Boman et al., 1999). The procedure gives a number of points according to the unknown WTP in the sample $\hat{p}(A)$; that is, the demand curve $\hat{p}(A) = \hat{D}(A)$ that is related to the cumulative empirical distribution function, $\hat{F}(A)$, hence $\hat{p}(A) = 1 - \hat{F}(A)$. The function $\hat{p}(A)$ is generally known as a survival function. To estimate the mean WTP, more information is needed on the behavior of $\hat{p}(A)$ among them and in the queues, for this purpose, Boman et al. (1999) use linear interpolation.

Continuing with the method, we should determine an A_0 value to make $\hat{p}(A_0) = 1$. An alternative is to assume that the WTP distribution cannot take negative values; that is, $\hat{p}(0) = 1$ and interpolate linearly \hat{p}_1 . Similarly, the upper limit of distribution should also be established; that is, the maximum possible WTP, where $\hat{p}(A_k) = 0$. A choice of A_k is $A_k = A_{k-1}$, which implies that the estimated proportion of “yes” responses is zero for $A > A_{k-1}$. The choice of A_k can then be based on income levels or income strata. A final possibility is the linear extrapolation to find A_k (Boman et al., 1999). In this way, the expected value of the WTP, μ , can be estimated by:

$$F(A) = \text{Prob}(DAP \leq A)$$

$$D(A) = 1 - F(A)$$

$$\mu = E(DAP)$$

$$\mu = \int_0^{A_k} (1 - F(A)) dA - \int_{A_0}^0 F(A) dA$$

where $A_0 \leq 0$

The above relationship suggests an estimation of mean WTP:

$$\hat{\mu} = \int_0^{A_k} (1 - \hat{F}(A)) dA - \int_{A_0}^0 \hat{F}(A) dA$$

which is equivalent to:

$$\hat{\mu} = \int_0^{A_k} \hat{p}(A) dA - \int_{A_0}^0 (1 - \hat{p}(A)) dA$$

Based on these principles, Boman et al. (1999) propose the formulas for mean and variance summarized in Table 1.

Regarding the formulas of variance of Boman et al. (1999), Vaughan and Rodríguez (2000) argue that they are conceptually incorrect because they treat the

discreta dan una secuencia de proporciones $p = (p_1, p_2, \dots, p_{k-1})$ (Boman et al., 1999).

Antes de continuar, Es importante aclarar que a partir de los principios económicos se espera que esta secuencia de proporciones sea monótonicamente decreciente en A_i ; es decir, la proporción de respuestas “sí” debe disminuir (o al menos no aumentar) a medida que aumenta A . No obstante, en ocasiones se da el caso de que $p_{i+1} > p_i$. En este punto, es útil el teorema de Ayer, Brunk, Ewing, Reid, y Silverman (1955) en la regresión isotónica. El teorema muestra que cuando la secuencia de proporciones se suaviza mediante la sustitución de las proporciones p_i y p_{i+1} con $(h_i + h_{i+1}) / (m_i + m_{i+1})$ y se repite este procedimiento hasta que se obtenga una secuencia no creciente de estimaciones, entonces esta nueva secuencia $\hat{p} = (\hat{p}_1, \hat{p}_2, \dots, \hat{p}_{k-1})$ proporciona un estimador no paramétrico de máxima verosimilitud de la probabilidad de aceptación. Esta operación también se conoce como el algoritmo PAVA (*pool-adjacent-violators*) (Boman et al., 1999). El procedimiento da un número de puntos en función de la DAP desconocida en la muestra $\hat{p}(A)$; es decir, la curva de demanda $\hat{p}(A) = \hat{D}(A)$ que está relacionada con la función de distribución acumulativa empírica, $\hat{F}(A)$, de ahí que $\hat{p}(A) = 1 - \hat{F}(A)$. La función $\hat{p}(A)$ se conoce generalmente como una función de supervivencia. A fin de obtener la DAP media, se necesita tener más información sobre el comportamiento de $\hat{p}(A)$ entre esos puntos y en las colas, para tal fin, Boman et al. (1999) utilizan la interpolación lineal.

Siguiendo con el método, se debe determinar un valor A_0 que haga $\hat{p}(A_0) = 1$. Una alternativa es asumir que la distribución de la DAP no puede tomar valores negativos; es decir, que $\hat{p}(0) = 1$ e interpolar linealmente \hat{p}_1 . Del mismo modo, también se debe establecer el límite superior de distribución; es decir, la DAP máxima posible, donde $\hat{p}(A_k) = 0$. Una elección de A_k es $A_k = A_{k-1}$, lo que implica que la proporción estimada de respuestas “sí” es cero para $A > A_{k-1}$. La elección de A_k puede entonces estar basada en los niveles de ingreso o estratos de ingresos. Una última posibilidad es la extrapolación lineal para encontrar A_k (Boman et al., 1999). De esta manera, el valor esperado de la DAP, μ , puede ser estimada mediante:

$$F(A) = \text{Prob}(DAP \leq A)$$

$$D(A) = 1 - F(A)$$

$$\mu = E(DAP)$$

$$\mu = \int_0^{A_k} (1 - F(A)) dA - \int_{A_0}^0 F(A) dA$$

donde $A_0 \leq 0$

Table 1. Mean and variance formulas proposed by Boman et al. (1999).

Cuadro 1. Fórmulas de la media y varianza propuestas por Boman et al. (1999).

Measure / Medida	Mean / Media	Variance of mean / Varianza de la media
Lower limit / Límite inferior	$\hat{\mu}_L = \sum_{i=0}^{k-1} \hat{\mu}_{i+1} (A_{i+1} - A_i)$	$\hat{v}ar \hat{\mu}_L = \frac{\sum_{i=0}^{k-1} (A_{i+1} - \hat{\mu}_L)^2 (\hat{p}_i - \hat{p}_{i+1})}{n}$
Intermediate / Intermedia	$\hat{\mu}_I = \sum_{i=0}^{k-1} 1/2 (A_i + A_{i+1})(p_i - \hat{p}_{i+1})$	$\hat{v}ar \hat{\mu}_I = \frac{\sum_{i=0}^{k-1} (A_{i+1} - \hat{\mu}_I)^2 (\hat{p}_i - \hat{p}_{i+1})}{n}$
Upper limit / Límite superior	$\hat{\mu}_P = \sum_{i=0}^{k-1} \hat{\mu}_i (A_{i+1} - A_i)$	$\hat{v}ar \hat{\mu}_P = \frac{\sum_{i=0}^{k-1} (A_{i+1} - \hat{\mu}_P)^2 (\hat{p}_i - \hat{p}_{i+1})}{n}$

supply and not the proportions of the subsamples as random variables. Vaughan and Rodríguez (2000) state that the offers are constant, since they are pre-selected by the designer of the referendum contingent valuation survey, and that the respondents react to the acceptance or rejection of the offer; those reactions are the random variables. On the other hand, the expected value of the non-parametric formulas is only a linear function of the random variables, but the formulas of the variance apparently were not explicitly derived with that fundamental property in mind. Based on the above, these authors propose the generalized formulas of Haab and McConnell as best alternative (summarized in Table 2).

For the statistical comparison of welfare measures, confidence intervals were built. The intervals for the non-parametric method were shown in Table 1, while for the parametric method, the procedure developed by Krinsky and Robb (1986) was applied. This bootstrap process simulates the probability distribution from repeated random extractions of the parametrized multivariate normal distribution, based on estimates of coefficients and the covariance matrix of the estimated

La relación anterior sugiere un estimador de la media de la DAP:

$$\hat{\mu} = \int_0^{A_k} (1 - \hat{F}(A))dA - \int_{A_0}^0 \hat{F}(A)dA$$

el cual es equivalente a:

$$\hat{\mu} = \int_0^{A_k} \hat{p}(A)dA - \int_{A_0}^0 (1 - \hat{p}(A))dA$$

A partir de estos principios, Boman et al. (1999) proponen las fórmulas para la media y varianza que se resumen en el Cuadro 1.

Respecto a las fórmulas de varianza de Boman et al. (1999), Vaughan y Rodríguez (2000) sostienen que son incorrectas conceptualmente porque tratan a la oferta y no a las proporciones de las submuestras como variables aleatorias. Vaughan y Rodríguez (2000) afirman que las ofertas son constantes, ya que son preseleccionadas por el diseñador de la encuesta de valoración contingente de tipo referéndum, y que los encuestados reaccionan a la aceptación o rechazo de la oferta; esas reacciones son las variables aleatorias. Por otra parte, el valor

Table 2. Generalized formulas of Haab and McConnell (2002) for non-parametric means and their variances.

Cuadro 2. Fórmulas generalizadas de Haab y McConnell (2002) para las medias no paramétricas y sus varianzas.

Measure / Medida	Mean / Media	Variance of mean / Varianza de la media
Lower limit / Límite inferior	$\sum_{j=1}^{M+1} b_{j-1} p_j$	$\sum_{j=1}^{M+1} (b_{j-1})^2 [V(F_j) + V(F_{j-1})] - 2 \sum_{j=1}^M b_j b_{j-1} V(F_j)$
Intermediate / Intermedia	$\sum_{j=1}^{M+1} [kb_{j-1} + (1-k)b_j] p_j$	$\sum [kb_{j-1} + (1-k)b_j]^2 [V(F_j) + V(F_{j-1})] - 2 \sum [kb_{j-1} + (1-k)b_j] \cdot [kb_j + (1-k)b_{j+1}] V(F_j)$
Upper limit / Límite superior	$\sum_{j=1}^{M+1} b_j p_j$	$\sum_{j=1}^{M+1} (b_j)^2 [V(F_j) + V(F_{j-1})] - 2 \sum_{j=1}^M b_j b_{j+1} V(F_j)$

Source: Vaughan and Rodríguez (2000). N_j represents the number of “no” answers and Y_j the “yes” answers in each group j , $F_j = N_j / (N_j + Y_j)$. There are $j = 1 \dots M$ different payment offers specified in the survey; the supply $j = M + 1$ is the last level of supply that the researcher should assume, presumably carries F_j to 1. The variance of each proportion F_j is equal to $V(F_j) = [F_j * (1-F_j)] / [N_j + Y_j]$.

Fuente: Vaughan y Rodríguez (2000). N_j representa el número de respuestas “no” y Y_j las repuestas “sí” en cada grupo j , $F_j = N_j / (N_j + Y_j)$. Hay $j = 1 \dots M$ distintas ofertas de pago especificadas en la encuesta; la oferta $j = M + 1$ es el último nivel de oferta que el investigador debe asumir, presumiblemente lleva F_j a 1. La varianza de cada proporción F_j es igual a $V(F_j) = [F_j * (1-F_j)] / [N_j + Y_j]$.

logit model (Mogas & Riera, 2003). The Krinsky and Robb procedure is found in the WTPCIKR command (Abdullah & Jeanty, 2011; Jeanty, 2008), a special module of the program Strata (StataCorp LLC, 2015). A total of 5,000 iterations were applied with a confidence level of 95 %.

Results and Discussion

The data showed situations of proportions in which $p_{i+1} > p_i$ (Annexes 1 and 2), for which the theorem of Ayer et al. (1955) was applied to fit and find a non-parametric estimate of maximum likelihood of acceptance probability; in other words, the PAVA algorithm was used. After adjusting the proportions and obtaining the monotonically decreasing survival function, we had the conditions to calculate the estimators of interest (mean and variance). Thus, Tables 3 and 4 shows the results using the formulas of Boman et al. (1999) and those of Haab and McConnell (2002).

Table 3 shows the parametric and non-parametric estimates, based on data from the economic valuation for the rehabilitation of the Axtla River, in San Luis Potosí, Mexico, by Valdivia et al. (2011). The intermediate WTP estimated by the parametric method, with a linear functional form in the income (57.15, estimated and reported by Valdivia et al., 2011), does not shows significant difference compared to that obtained through the two non-parametric methods (57.72 and 56.67). Regarding the intervals (lower and upper limits), the non-parametric methods show a slightly wider range with respect to the intervals of the parametric method; however, it is also not possible to say that it is an important discrepancy. Regarding the variances

esperado de las fórmulas no paramétricas son solo una función lineal de las variables aleatorias, pero las fórmulas de la varianza aparentemente no se derivaron explícitamente con esa propiedad fundamental en mente. Con base en lo anterior, tales autores proponen las fórmulas generalizadas de Haab y McConnell como mejor alternativa (resumidas en el Cuadro 2).

Para la comparación estadística de las medidas de bienestar, se construyeron intervalos de confianza. Los intervalos para el caso no paramétrico fueron presentados en el Cuadro 1, mientras que para el método paramétrico se aplicó el procedimiento desarrollado por Krinsky y Robb (1986). Este proceso *bootstrap* simula la distribución de probabilidad a partir de extracciones aleatorias repetidas de la distribución normal multivariante parametrizada, a partir de las estimaciones de los coeficientes y la matriz de covarianzas del modelo logit estimado (Mogas & Riera, 2003). El procedimiento Krinsky y Robb se encuentra en el comando WTPCIKR (Abdullah & Jeanty, 2011; Jeanty, 2008), un módulo especial del programa Stata (StataCorp LLC, 2015). Se aplicaron 5,000 iteraciones con un nivel de confianza de 95 %.

Resultados y discusión

Los datos presentaron situaciones de proporciones en las cuales $p_{i+1} > p_i$ (Anexos 1 y 2), por lo que se aplicó el teorema de Ayer et al. (1955) para ajustarlas y encontrar un estimador no paramétrico de máxima verosimilitud de la probabilidad de aceptación; en otras palabras, se empleó el algoritmo PAVA. Después de ajustar las proporciones y obtener la función de supervivencia monótonicamente decreciente se

Table 3. Comparison of the parametric and non-parametric estimates of the mean and variance, from the “Economic valuation for the rehabilitation of the Axtla River, in San Luis Potosí, Mexico” of Valdivia et al. (2011).

Cuadro 3. Comparación de las estimaciones paramétricas y no paramétricas de la media y varianza, a partir de la “Valoración económica para la rehabilitación del río Axtla, en San Luis Potosí, México” de Valdivia et al. (2011).

Welfare measures/ Medidas de bienestar	Parametric mean/ Media paramétrica	Non-parametric mean/ Media no paramétrica		Variance of the non-parametric mean/ Varianza de la media no paramétrica	
		Boman et al. (1999)	Haab and McConnell (2002)	Boman et al. (1999)	Haab and McConnell (2002)
Laspeyres (Lower limit)/ (Límite inferior)	55.07	53.05	52.00	2.66	5.86
Intermediate/ Intermedia	57.15	57.72	56.67	2.44	5.30
Paasche (Upper limit)/ (Límite superior)	59.23	62.38	61.33	2.37	5.91

Source: Compiled by authors.

Fuente: Compilado por los autores.

within the non-parametric methods, greater variances were observed with the Haab and McConnell formulas.

To validate and corroborate these results in other studies with similar methodologies, Table 4 shows the parametric and non-parametric estimates, based on the economic valuation of urban waste recycling performed by Valdivia et al. (2012) in Texcoco, Estado de México. This study also obtained the WTP by the parametric method with a linear model in the income (previously reported in Valdivia et al., 2012). Similarly, the PAVA algorithm was also applied to fit the data and find the monotonically decreasing survival function.

When applying the non-parametric formulas of the WTP it was observed that the intervals of the amount to pay overlap with those of the parametric estimation, so that it can be asserted that there are no divergences. In this study, the intervals of the means obtained with the formulas of Boman et al. (1999) and those of Haab and McConnell (2002) do not differ, although the variances obtained by the method of Haab and McConnell are relatively higher.

According to the results, in the two study cases analyzed, it is indifferent to use the formulas of Boman et al. (1999), and those of Haab and McConnell (2002) or the parametric method to estimate the intervals of the mean, because the difference is not significant. However, in terms of variance there are clear differences coinciding with the results obtained by Vaughan and Rodríguez (2000).

The estimates of the mean of the WTP using the non-parametric estimation do not differ much from those obtained by the parametric approximation; however,

tuvieron las condiciones para calcular los estimadores de interés (media y varianza). De esta manera, los Cuadros 3 y 4 presentan los resultados empleando tanto las fórmulas de Boman et al. (1999) como las de Haab y McConnell (2002).

El Cuadro 3 presenta las estimaciones paramétricas y no paramétricas, a partir de los datos de la valoración económica por la rehabilitación del río Axtla, en San Luis Potosí, México, realizada por Valdivia et al. (2011). La DAP intermedia estimada mediante el método paramétrico, con una forma funcional lineal en el ingreso (57.15, estimado y reportado por Valdivia et al., 2011), no presenta diferencia significativa comparada con la obtenida a través de los dos métodos no paramétricos (57.72 y 56.67). En cuanto a los intervalos (límites inferior y superior), los métodos no paramétricos muestran un rango un poco más amplio respecto a los intervalos del método paramétrico; no obstante, tampoco es posible afirmar que es una discrepancia importante. Con relación a las varianzas dentro de los métodos no paramétricos, se observaron mayores varianzas con las fórmulas de Haab y McConnell.

Para validar y corroborar estos resultados en otros estudios con metodologías similares, el Cuadro 4 muestra las estimaciones paramétricas y no paramétricas, a partir de la valoración económica del reciclaje de desechos urbanos realizada por Valdivia et al. (2012) en Texcoco, Estado de México. En ese estudio también se obtuvo primeramente la DAP por el método paramétrico con un modelo lineal en el ingreso (previamente reportado en Valdivia et al., 2012). Del mismo modo, también se aplicó el algoritmo PAVA para ajustar los datos y encontrar la función de supervivencia monotonícamente decreciente.

Table 4. Comparison of the parametric and non-parametric estimates of mean and variance, based on the “Economic valuation of urban waste recycling” by Valdivia et al. (2012) in Texcoco, Estado de México.

Cuadro 4. Comparación de las estimaciones paramétricas y no paramétricas de la media y varianza, a partir de la “Valoración económica del reciclaje de desechos urbanos en Texcoco, Estado de México” de Valdivia et al. (2012) .

Welfare measures/ Medidas de bienestar	Parametric mean/ Media paramétrica	Non-parametric mean/ Media no paramétrica		Variance of the non-parametric mean/ Varianza de la media no paramétrica	
		Boman et al. (1999)	Haab and McConnell (2002)	Boman et al. (1999)	Haab and McConnell (2002)
Laspeyres (Lower limit)/ (Límite inferior)	25.07	22.03	22.03	0.45	0.86
Intermediate/ Intermedia	27.18	25.11	25.11	0.38	0.88
Paasche (Upper limit)/ (Límite superior)	29.86	28.19	28.19	0.36	0.63

Source: Compiled by authors

Fuente: Compilado por los autores.

despite of having some advantages, the disadvantage of the former is that they do not include explanatory variables. In this context, Haab and McConnell (2002) express that the parametric models allow the incorporation of characteristics of the respondents in the functions of willingness to pay. Understanding how the WTP responds to individual characteristics allows the researcher to obtain information on the validity and reliability of the CVM and to extrapolate sample responses to the general population. Moreover, a set of explanatory variables that adjusts to expectations makes the application of contingent valuation more convincing.

Similarly, Riera, Brey, and Gándara (2008) explain that non-parametric methods have limitations compared to semi-parametric and parametric ones, such as the difficulty to include explanatory covariates, impose restrictions on estimation or interpret results. In spite of this, the authors indicate that, because of the simplicity of non-parametric methods, some studies use them, sometimes as a complement to the results obtained by the other methods or to judge the robustness of the parametric estimations in the case of changes in the functional form.

In relation to other empirical studies with results similar to those shown in this study, we find that of Soncco and Armas (2008), where the values of welfare measures do not differ significantly between two types of approach (parametric and non-parametric). These authors claim that the results obtained using parametric procedures are robust to assumptions made on discrete probability distributions. These authors suggest that non-parametric methods be used as complements and validation tools.

Moreover, Cerda and Vásquez (2005) affirm that there is no significant difference when using the two methods and that the importance lies in the design of the survey. They explain that when the Kriström method (referring to the formulas of Boman et al., 1999) is compared with the linear parametric estimation, the differences are not significant based on the overlap of the confidence intervals. In contrast, there is a significant difference when the Kriström method is compared with a logarithmic parametric estimation or when the Haab and McConnell approach is compared with the parametric estimates. The authors concluded that it is better to invest time in the experimental design before using non-parametric estimation methods that lose the benefits of the underlying information in traditional econometric models, such as the incorporation of other explanatory variables into the valuation function.

Sánchez (2008) compared parametric estimates using the linear and logarithmic functional form, and logit and probit regressions, against the non-parametric

Al aplicar las fórmulas no paramétricas de la DAP se observó que los intervalos del monto a pagar se traslapan con los de la estimación paramétrica, por lo que se puede aseverar que no existen divergencias. En este trabajo, los intervalos de las medias obtenidas con las fórmulas de Boman et al. (1999) y las de Haab y McConnell (2002) no difieren, aunque las varianzas obtenidas por el método de Haab y McConnell son relativamente mayores.

De acuerdo con los resultados, en los dos casos de estudio analizados, es indiferente utilizar las fórmulas Boman et al. (1999), las de Haab y McConnell (2002) o el método paramétrico para el cálculo de los intervalos de la media, debido a que la diferencia no es significativa. No obstante, en lo referente a la varianza existen claras diferencias coincidiendo con los resultados obtenidos por Vaughan y Rodríguez (2000).

Las estimaciones de la media de la DAP utilizando la estimación no paramétrica no difieren mucho de las obtenidas por la aproximación paramétrica; sin embargo, a pesar de tener algunas ventajas, el inconveniente de las primeras es que no incluyen variables explicativas. En este contexto, Haab y McConnell (2002) expresan que los modelos paramétricos permiten la incorporación de características de los encuestados en las funciones de disposición a pagar. La comprensión del modo en que la DAP responde a las características individuales permite al investigador obtener información sobre la validez y fiabilidad del MVC y extrapolar las respuestas de la muestra a la población en general. Además, un conjunto de variables explicativas que se ajusta a las expectativas hace que la aplicación de la valoración contingente sea más convincente.

En el mismo sentido, Riera, Brey, y Gándara (2008) explican que los métodos no paramétricos presentan limitaciones frente a los semiparamétricos y paramétricos, tales como la dificultad para incluir covariables explicativas, imponer restricciones en la estimación o interpretar los resultados. A pesar de ello, los autores indican que, debido a la simplicidad de los no paramétricos, algunos trabajos recurren a su empleo, en ocasiones como complemento de los resultados obtenidos por los otros métodos o para juzgar la robustez en las estimaciones paramétricas ante cambios en la forma funcional.

Respecto a otros trabajos empíricos con resultados similares a los planteados en esta investigación, se encuentra el de Soncco y Armas (2008), donde se reporta que los valores de las medidas de bienestar no difieren significativamente entre dos tipos de aproximación (paramétricos y no paramétricos). Estos autores afirman que los resultados obtenidos mediante el uso de procedimientos paramétricos son robustos a los supuestos que se hacen sobre distribuciones de

method of Kriström and found that there are no statistically significant differences when verifying that their confidence intervals overlap. This result applies in the comparison of the linear functional form, regardless of the type of regression; however, there are differences compared to the logarithmic model, in agreement with Cerda and Vásquez (2005). Also, Del Saz and García (2007) used Kriström's non-parametric formula and compared it with parametric estimation through logit, probit and spike models, obtaining similar results with the two approaches.

Finally, Villena and Lafuente (2013) estimated measures of welfare change using parametric and non-parametric estimates, for which they built confidence intervals. In the case of the parametric model they used the linear and logarithmic functional form; while in the case of non-parametric estimation they used the formulas of Kriström and those of Habb and McConnell. The authors found that the estimated confidence intervals contain the true WTP and that the intervals overlap; therefore, they do not differ statistically.

Conclusions

The mean and, in particular, the interval of this estimator are important because they provide a rough idea of the range of income that comes from the welfare change approach of users of ecosystem services. In spite of the problems of specifying the functional forms of the utility in the parametric method and the relative ease of obtaining the data with the non-parametric methods, it is recommended to use the latter as a complement to the first one. This is because the parametric method has greater robustness, since it includes socioeconomic explanatory variables of the WTP. Within the non-parametric methods it is indifferent to use the formulas of Boman et al. (1999) or those of Haab and McConnell (2002) to estimate the mean, while the variance is significantly higher when using the Haab and McConnell method. Finally, the present study had the limitation of not comparing the parametric and non-parametric methods with the semi-parametric method, which is considered a variant of the first method. Nevertheless, it is recommended to compare the three methods with the inclusion of a greater number of observations to increase the reliability of the results.

probabilidades discretas. Dichos autores recomiendan que los métodos no paramétricos se utilicen como complementos e instrumentos de validación.

Por otra parte, Cerda y Vásquez (2005) afirman que no hay diferencia significativa al utilizar los dos métodos y que la importancia radica en el diseño del cuestionario. Ellos explican que cuando el método de Kriström (refiriéndose a las fórmulas de Boman et al., 1999) se compara con la estimación paramétrica lineal, las diferencias no son significativas con base en la superposición de los intervalos de confianza. En contraste, sí existe diferencia significativa cuando el método de Kriström se compara con una estimación paramétrica logarítmica o cuando el enfoque Haab y McConnell se compara con las estimaciones paramétricas. Los autores concluyeron que es mejor invertir el tiempo en el diseño experimental antes de utilizar métodos de estimación no paramétricos que pierden las ventajas de la información subyacente en los modelos econométricos tradicionales, como la incorporación de otras variables explicativas en la función de valoración.

Sánchez (2008) comparó estimaciones paramétricas utilizando la forma funcional lineal y logarítmica, además de regresiones logit y probit, contra el método no paramétrico de Kriström y encontró que no existen diferencias estadísticamente significativas al verificar que sus intervalos de confianza se traslapan. Dicho resultado aplica en la comparación de la forma funcional lineal, independientemente del tipo de regresión; no obstante, sí existen diferencias en comparación con el modelo logarítmico, concordando con Cerda y Vásquez (2005). También Del Saz y García (2007) utilizaron la fórmula no paramétrica de Kriström y la compararon con la estimación paramétrica a través de modelos logit, probit y spike, obteniendo resultados similares con los dos enfoques.

Finalmente, Villena y Lafuente (2013) estimaron medidas de cambio en el bienestar empleando estimaciones paramétricas y no paramétricas, para lo cual construyeron intervalos de confianza. En el modelo paramétrico utilizaron la forma funcional lineal y logarítmica; mientras que en la estimación no paramétrica utilizaron las fórmulas de Kriström y las de Habb y McConnell. Los autores encontraron que los intervalos de confianza estimados contienen la verdadera DAP y que se traslapan; por lo tanto, no difieren estadísticamente.

Conclusiones

La media y, en particular, el intervalo de dicho estimador, son importantes debido a que brindan una idea aproximada del rango de ingresos, que proceden del planteamiento de cambio de bienestar de los usuarios de los servicios ecosistémicos. A pesar de los problemas

End of English version

References / Referencias

- Abdullah, S., & Jeanty, P. W. (2011). Willingness to pay for renewable energy: Evidence from a contingent valuation survey in Kenya. *Renewable and Sustainable Reviews*, 15(6), 2974–2986. doi: 10.1016/j.rser.2011.03.016
- Ayer, M., Brunk, H. D., Ewing, G. M., Reid, W. T., & Silverman, E. (1955). An empirical distribution function for sampling with incomplete information. *Annals of Mathematical Statistics*, 26(4), 641–647. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2236377>
- Azqueta, O. D. (1994). *Valoración económica de la calidad ambiental* (1a ed.). Madrid, España: Ed. McGraw-Hill.
- Boman, M., Bostedt, G., & Kriström, B. (1999). Obtaining welfare bounds in discrete-response valuation studies: A non-parametric approach. *Land Economics*, 75(2), 284–294. doi: 10.2307/3147011
- Cerda, U. A., & Vásquez, L. F. (2005). Differences between parametric and non-parametric estimation of welfare measures: An application to the río Claro, Talca, Chile. *Panorama Socioeconómico*, 23(31), 22–31. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39903103>
- De Groot, R. S., Wilson, M. A., & Boumans, R. M. J. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41(3), 393–408. doi: 10.1016/S0921-8009(02)00089-7
- Del Saz, S. S., & García, M. L. (2007). Estimating the non-market benefits of an urban park: Does proximity matter? *Land Use Policy*, 24(1), 296–305. doi: 10.1016/j.landusepol.2005.05.011
- Haab, T. C., & McConnell, K. E. (2002). *Valuing environmental and natural resources*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- Hanemann, W. M., & Kanninen, B. (1999). The statistical analysis of discrete-response CV Data. In I. J. Bateman, & K. G. Willis (Eds.), *Valuing environmental preferences: Theory and practice of the contingent valuation method in the USA, EC, and developing countries* (pp. 302–441). New York, USA: Oxford University Press.
- Jeanty, P. W. (2008). WTPCIKR: Stata module to estimate Krinsky and Robb confidence intervals for mean and median willingness to pay. USA: Statistical Software Components, Boston College Department of Economics. Retrieved from <http://ideas.repec.org/c/boc/bocode/s456965.html>
- Krinsky, I., & Robb, A. L. (1986). On approximating the statistical properties of elasticities. *Review of Economic and Statistics*, 68, 715–719. doi: 10.2307/1924536
- Mogas, J., & Riera, P. (2003). Validación del experimento de elección en la transferencia de beneficios. *Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública*, 165(2), 79–95. Retrieved from http://www.ief.es/documentos/recursos/publicaciones/revistas/hac_pub/165_Validacion.pdf
- Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J., & Common, M. (2003). *Natural resource and environmental economics* (3a ed.). United Kingdom: Pearson Education Limited.
- Riera, P., Brey, R., & Gándara, G. (2008). Diseño de pagos para aproximaciones no paramétricas en valoración contingente con formato dicotómico simple. *Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública*, 186(3), 43–60. Retrieved from http://www.ief.es/documentos/recursos/publicaciones/revistas/hac_pub/186_DisenosPagos.pdf
- de especificación de las formas funcionales de la utilidad en el método paramétrico y de la relativa facilidad de obtención de los datos con los métodos no paramétricos, se recomienda el uso de estos últimos como complemento del primero. Lo anterior debido a que el método paramétrico tiene mayor robustez, pues incluye variables socioeconómicas explicatorias de la DAP. Dentro de los métodos no paramétricos es indiferente utilizar las fórmulas de Boman et al. (1999) o las de Haab y McConnell (2002) para estimar la media, mientras que la varianza es significativamente más alta cuando se usa el método de Haab y McConnell. Finalmente, el presente trabajo tuvo la limitante de no comparar los métodos paramétrico y no paramétrico contra el semiparamétrico por considerarlo una variante del primero. No obstante, se recomienda la comparación de los tres métodos con la inclusión de un mayor número de observaciones para incrementar la confiabilidad de los resultados.

Fin de la versión en español

- Sánchez, J. (2008). Disponibilidad a pagar por la conservación del bosque amazónico por parte de usuarios indirectos. *Revista economía y administración*, 71, 59–84. Retrieved from <http://www2.udec.cl/~rea/REVISTA%20PDF/Rev71/art3.pdf>
- Soncco, M. C., & Armas, B. A. (2008). Aproximación paramétrica y no paramétrica para la estimación de la disposición a pagar por servicios ambientales. *Anales científicos*, 69(3), 87–94. Retrieved from <http://www.revistascientificasunalm.org/index.php/cientificos/article/view/219>
- StataCorp LLC. (2015). Stata. Data analysis and statistical software. USA: Author.
- Tallis, H., & Polasky, S. (2009). Mapping and valuing ecosystem services as an approach for conservation and natural resource management. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1162, 265–283. doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.04152.x
- Valdivia, A. R., García, A. E., López, S. M. A., Hernández, O. J., & Rojano, A. A. (2011). Valoración económica por la rehabilitación del río Axtla, S. L. P. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 17(3), 333–342. doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.07.045
- Valdivia, A. R., Abelino, T. G., López, S. M. A., & Zavala, P. M. J. (2012). Valoración económica del reciclaje de desechos urbanos. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 17(3), 435–447. doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.07.044
- Vaughan, W. J., & Rodríguez, D. J. (2000). A note on obtaining welfare bounds in referendum contingent valuation studies. Retrieved from <https://publications.iadb.org/handle/11319/4748>
- Villena, M. G., & Lafuente, E. (2013). Valoración económica de bienes ambientales por beneficiarios circundantes y no circundantes. *Cuadernos de Economía*, 32(59), 67–102. Retrieved from www.redalyc.org/articulo.oa?id=282126853005

Annex 1. Data used in “Economic valuation by the rehabilitation of the Axtla River, San Luis Potosí” of Valdivia et al. (2011).

Anexo 1. Datos utilizados en “Valoración económica por la rehabilitación del río Axtla, San Luis Potosí” de Valdivia et al. (2011).

Amount offered for the WTP (A_i, b_j) / Monto ofertado para la DAP (A_i, b_j)	Total “no” responses / Total de respuestas “no”	Total “yes” responses / Total de respuestas “sí”	Total cases / Total de casos
10	2	28	30
20	6	23	29
25	6	25	31
30	3	27	30
40	8	22	30
50	7	23	30
60	21	9	30
70	18	12	30
80	24	6	30
100	26	4	30

WTP: Willingness to pay. A_i and b_j ; Names taken by the amount offered for the WTP in the formulas proposed in Tables 1 and 2.

DAP: Disposición a pagar. A_i y b_j ; Nombres que toma el monto ofertado para la DAP en las fórmulas planteadas en los Cuadros 1 y 2.

Annex 2. Data used in “Economic valuation of urban waste recycling” by Valdivia et al. (2012).

Anexo 2. Datos utilizados en “Valoración económica del reciclaje de desechos urbanos” de Valdivia et al. (2012).

Amount offered for the WTP (A_i, b_j) / Monto ofertado para la DAP (A_i, b_j)	Total “no” responses / Total de respuestas “no”	Total “yes” responses / Total de respuestas “sí”	Total cases / Total de casos
10	11	61	72
15	24	48	72
20	21	51	72
25	35	37	72
30	39	32	71
40	35	8	43

WTP: Willingness to pay. A_i and b_j ; Names taken by the amount offered for the WTP in the formulas proposed in Tables 1 and 2.

DAP: Disposición a pagar. A_i y b_j ; Nombres que toma el monto ofertado para la DAP en las fórmulas planteadas en los Cuadros 1 y 2.