



VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA DEL RÍO TLAPANECO EN LA “MONTAÑA DE GUERRERO” MÉXICO

[ECONOMIC VALUATION OF TLAPANECO RIVER WATER IN “MONTAÑA DE GUERRERO”, MEXICO]

José Luis Jaramillo-Villanueva^{1*}, Gerardo Galindo-de-Jesús²,
Ángel Bustamante-González¹ and Juana Cervantes-Vargas¹

¹ *Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Km 125.5 carretera federal México-Puebla. Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla. C.P. 72760. Email: jaramillo@colpos.mx*

² *Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.*

**Corresponding author*

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue la valoración económica de los servicios ambientales del río Tlapaneco para propiciar una Disponibilidad a Pagar (DAP) de los usuarios por la restauración del río, localizado en la Montaña de Guerrero, México. Para efectuar esta valoración, proponemos el Método de Valoración Contingente (MVC), que permite estimar la disposición a pagar por los cambios en el bienestar que produce la modificación en las condiciones de oferta de un bien ambiental sin precio en el mercado. La población entrevistada percibe que el agua del río está contaminada y los beneficios que obtenían por utilizarla han disminuido, por lo que han cambiado la frecuencia e intensidad de su uso. Los habitantes de la ribera están dispuestos a contribuir económicamente para el saneamiento del río. Las variables edad, escolaridad, número de integrantes del núcleo familiar, e ingreso del hogar, utilizadas para explicar el comportamiento de la DAP, son estadísticamente significativas al 95% de confiabilidad y ajustan satisfactoriamente un modelo de regresión Tobit. Los resultados muestran la factibilidad técnica y la viabilidad social de una intervención tendiente a mejorar la calidad del agua del río Tlapaneco.

Palabras clave: Disponibilidad a pagar; servicios ambientales; Método de Valoración Contingente.

SUMMARY

The objective of this research was to estimate the inhabitant's Willingness-To-Pay (WTP) for improving Tlapaneco river water quality, located in the region of “Montaña de Guerrero”, so that it returns to provide benefits that it provided before its polluted condition. To estimate WTP we applied Contingent Valuation Method (MVC). It allows revealing the amount of money people is willing to pay in order to maintain the well-being that produces the modification in the conditions of supply of an environmental good without price in the market. The population interviewed perceives that the water of the river is polluted and the benefits they used to obtain have reduced. It is the reason why they have changed his use. Results show that inhabitants are willing to contribute resources to improve the quality of the water flow. Variables age, schooling, number of members of the household and income are statistically significant at 95% confidence and they fit very well a Tobit linear model. In terms of public policy, results show feasibly to start up an intervention to reduce water pollution with the involvement of organized people from the communities of the studied region.

Key words: Willingness to pay; environmental services; contingent valuation method.

INTRODUCCIÓN

En México, el recurso agua enfrenta graves problemas de abasto, manejo y conservación, situación que en diversas regiones del país se ha tornado restrictiva para las actividades humanas (Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2011). Anualmente México recibe 1,489 miles de millones de metros cúbicos de agua en forma de precipitación.

De esta, se estima que el 73.1% se evapotranspira, el 22.1% escurre por los ríos y el 4.8% restante se infiltra y recarga los acuíferos. Se considera que una región está en estrés hídrico si su agua renovable es de 1,700 m³/hab/año o menos. En esta categoría se ubican cuatro regiones hidrológico-administrativas (Península de Baja California, Aguas del Valle de México, Río Bravo, Cuencas Centrales del Norte y

Lerma-Santiago-Pacífico) en las que se asientan poco más del 53% de la población nacional.

El porcentaje que representa el agua empleada en usos consuntivos respecto al agua renovable es un indicador del grado de presión que se ejerce sobre el recurso hídrico en una cuenca o región. Se considera que si el porcentaje es mayor al 40% se ejerce una fuerte presión sobre el recurso, en esta situación se encuentra la región de estudio (49.4%).

La estimación de valores económicos para bienes y servicios ambientales que no tienen un mecanismo de asignación de precios proporciona información sobre el valor que la sociedad otorga a estos bienes, y en consecuencia, los tomadores de decisiones pueden diseñar y operar intervenciones tendientes a maximizar el bienestar de la sociedad (Mendelsohn y Olmstead, 2009). La valoración del agua es muy importante en términos de una mejor y correcta asignación a sus diversos usos alternativos. Una posible causa del grave deterioro de los recursos naturales y ambientales es que existe una valoración incompleta de estos bienes. La disponibilidad a pagar por obtener los beneficios que proporciona este recurso es un indicador de la valoración económica de las personas sobre este recurso (Bateman *et al.*, 2002).

El agua del río Tlapaneco proporciona bienes ambientales que no tienen un mercado, por lo que el valor estimado en términos de la disposición a pagar por parte de los usuarios actuales, para mejorar la calidad del agua del río, es una aproximación a su valor económico. Para valorar el agua de este río utilizamos el Método de Valoración Contingente (MVC). Este método intenta conocer, a través de la construcción hipotética de un mercado, la disposición a pagar, o a ser compensados, por los cambios en el bienestar que les produce la modificación en las condiciones de oferta de un bien ambiental sin precio en el mercado (Champ *et al.*, 2003). En este caso, el saneamiento del agua de río.

Una ventaja de MVC es que a diferencia de otras opciones como el método del costo del viaje o precios hedónicos, su aplicación no requiere una relación conceptual entre precios de mercado y bienes sin mercado, además, que el precio es revelado directamente por los usuarios (demandantes) del bien ambiental (Mitchell y Carson, 1989; Millock, 2002). El MVC ha sido aplicado principalmente en países desarrollados, pero cada vez más en países en desarrollo (Ilija-Ojeda *et al.*, 2008). Este es el caso de Parra *et al.* (2002); Vázquez *et al.* (2009) que estimaron la DAP por el mejoramiento de la calidad y cantidad del servicio de agua en una zona rural de Colombia y México respectivamente.

El MVC estima los valores ambientales que proporciona el agua del río a través de preguntar directamente a los usuarios su Disponibilidad a Pagar (DAP) por la rehabilitación (saneamiento) del río. Otra ventaja importante de este método es que permite que las posibles soluciones a la contaminación del agua del río provengan de los usuarios.

Un aspecto central en el MVC es la forma en que se plantea la pregunta de valoración que permite estimar la DAP. De hecho, no existe una postura común entre los expertos. Del Saz *et al.*, (1998) mencionan que el formato abierto proporciona estimaciones más exactas; Parra *et al.*, (2002) señalan que el formato abierto es el más flexible de todos, porque no requiere de ningún supuesto y para la estimación se puede usar la estadística descriptiva o inferencial. El formato abierto permite al informante expresar abiertamente sus ideas acerca del valor económico que estaría dispuesto a pagar y no presenta precios guía.

El río es importante para la población local ya que la agricultura más productiva depende de él. La agricultura ribereña de esta cuenca cubre una superficie de 1800 ha y beneficia alrededor de 1524 productores (Olvera *et al.*, 2012). A partir de proyectos de gestión ambiental financiados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) iniciados en 2006 (Bustamante *et al.*, 2009) se identificó la situación de contaminación del río y la preocupación de las comunidades por esta situación. La contaminación es entendida como la “alteración, frecuentemente nociva, de las condiciones normales de una cosa o un medio, por agentes químicos o físicos”, es decir, el deterioro de sus condiciones naturales (Proyecto WET Fundación Internacional e Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2005). La contaminación del agua existe si su composición se ha alterado, de tal forma que ya no reúna las condiciones para los usos que tenía en su estado original (Rivas y Ramoni, 2007).

La cuenca tiene procesos de contaminación similares a otras cuencas del estado de Guerrero. Los elementos de contaminación más comunes en los cuerpos de agua, ríos y lagunas del estado son los coliformes fecales y totales, grasas y aceites, ortofosfatos, sólidos disueltos, detergentes, alcalinidad, salinidad y cloruros. De estos, el 97% son generados por las aguas residuales municipales y el resto por las actividades agropecuarias e industriales (Bustamante, 2009). En la zona de estudio, los centros de población que descargan sus aguas residuales sobre el río sin ningún tipo de tratamiento son los pobladores de Tlapa de Comonfort, Copanatoyac y Atlamajalcingo del Río. En términos de salud, la contaminación del

río se traduce principalmente en enfermedades estomacales e irritación de la piel (Rodríguez *et al.*, 2007).

El objetivo de esta investigación fue la valoración económica de los servicios ambientales del río Tlapaneco para propiciar una disponibilidad de los usuarios a pagar por la restauración del río, de tal forma que vuelva a proveer los beneficios tangibles (agua para riego agrícola, animal, pesca) e intangibles (recarga hídrica, paisaje, recreación) que proveía antes de la situación de contaminación actual.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El área de estudio se ubica en la región hidrológica Balsas, con un volumen de agua renovable per cápita de 2,040 m³/hab/año (CONAGUA, 2011). La cuenca del Río Tlapaneco se localiza en la Sierra Madre del

Sur y tiene una superficie de 4981.53 kilómetros cuadrados (Diario Oficial de la Federación (DOF), 2011). El estudio se realizó en comunidades rurales ubicadas en los municipios de Copanatoyac, Tlapa de Comonfort, Alpoyeca y Huamuxtitlán, en el estado de Guerrero (Figura 1) debido a que estos municipios participan de forma importante tanto en el uso y aprovechamiento del agua del río, como en la situación de contaminación actual del agua. La población de estudio estuvo integrada por los usuarios directos del agua del río. Los criterios de inclusión fueron: usar el agua en actividades productivas y/o recreativas; vivir y/o trabajar en la localidad; y que el asentamiento humano (localidad) estuviera sobre la ribera del río. La evidencia de la contaminación del río Tlapaneco se documentó con la opinión de expertos, los propios habitantes de la ribera, quienes respondieron a una entrevista de opinión y percepción (Galindo, 2011) y reportes de análisis químicos y físicos del agua realizados en el transcurso del proyecto PNUD en la región de estudio (PNUD, 2010).

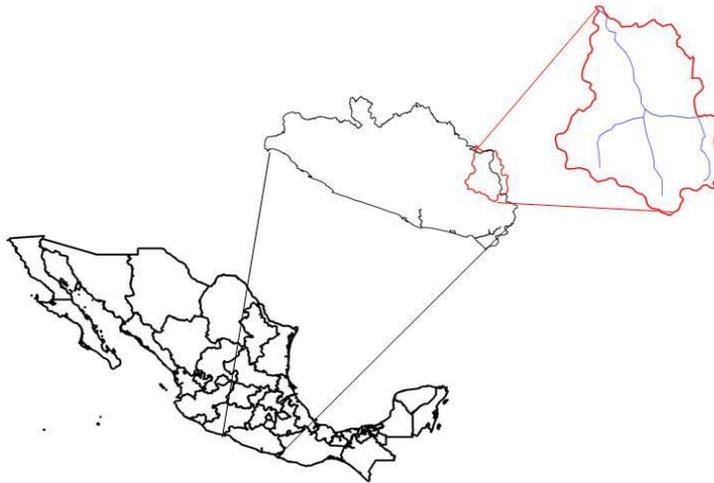


Figura 1. Localización de la región de estudio y del río Tlapaneco.

Fuente: Elaboración propia.

Diseño y tamaño de muestra

La metodología de este estudio se divide en tres etapas, a saber: el diseño de muestreo y tamaño de la muestra, la obtención de datos primarios mediante

trabajo de campo y el análisis de datos e información. Las dos primeras fases se realizaron en diciembre de 2010 y enero-febrero del 2011, y la tercera en el transcurso de este último año. La secuencia se ilustra en la figura 2.

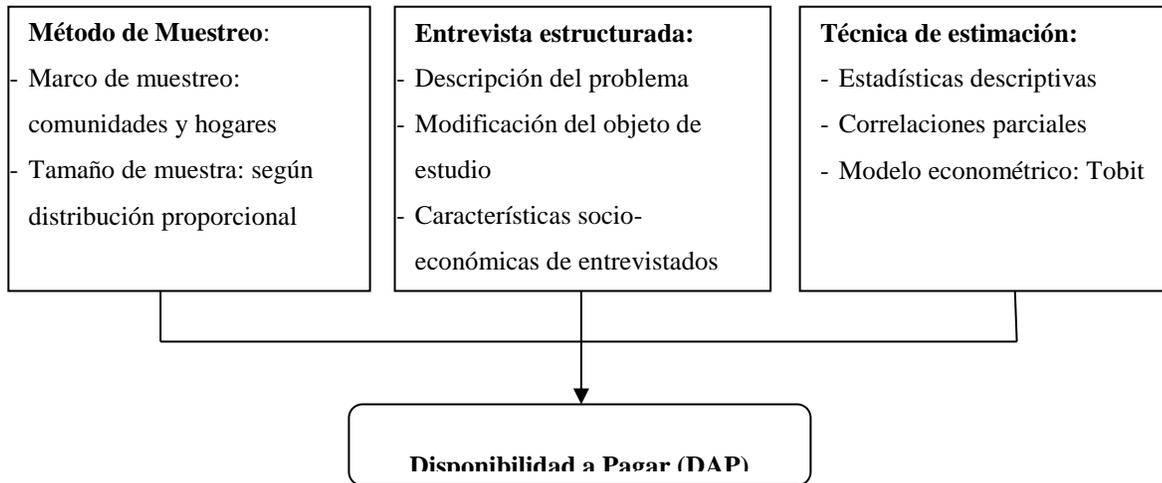


Figura 2. Proceso metodológico para la estimación de la DAP
Fuente: Elaboración propia.

Para el tamaño de la muestra se utilizó el muestreo aleatorio por varianza máxima, debido a que no fue posible obtener un listado completo de los hogares de la población y tampoco los valores de alguna variable de esta, lo que habría permitido calcular la varianza respectiva y utilizar muestreo aleatorio simple. Considerando una población de hogares total en los cuatro municipios de 24,516 (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 2007), una precisión del 10% y confiabilidad del 95%. Este procedimiento generó un tamaño de muestra de 115 hogares. Para la selección de las unidades de muestreo (hogares) se usó un método intencional según criterio del investigador (Izcara, 2007), quien decide los elementos a muestrear. La selección se dio en dos etapas: en la primera se seleccionaron las comunidades de los cuatro municipios que se localizaron en la ribera del río, de esta forma se obtuvieron 18 centros de población. El número de hogares en cada centro de población, se determinó proporcionalmente a su tamaño, expresado en número de hogares, reportados por el censo nacional agropecuario del 2007 (INEGI, 2007). Estos datos eran los más actualizados al momento de realizar el muestreo. En una segunda etapa, se obtuvieron los mapas de cada una de las 18 localidades por medio del programa *Google Earth*, se cuadrículó cada mapa (cuadrantes de 500x500 m.) y se localizaron los lugares habitados, desechando los cuadrantes sin habitantes. Para cada localidad se seleccionaron las cuadrículas con habitantes y se numeraron, iniciando en el cuadrante superior izquierdo, posteriormente se

elaboraron papeletas con los números correspondientes a cada cuadrícula, mismas que fueron depositadas en un sobre. Finalmente, se procedió a seleccionar las papeletas al azar, que nos indicaron la ubicación de un hogar para realizar la entrevista.

Obtención de datos

La herramienta para la obtención de la información consistió en una entrevista estructurada aplicada cara a cara a jefes de hogar, en tres bloques; el primero dedicado a documentar los servicios que genera el agua del río y plantear el problema de contaminación del agua del río a los entrevistados. El segundo describió la modificación del objeto en estudio, en donde se plantearon las características ambientales del bien en cuestión: la opinión del entrevistado sobre el nivel de calidad del bien ambiental, la disponibilidad a pagar por saneamiento del río y el mecanismo de pago. Las preguntas de disponibilidad a pagar se plantearon usando el formato abierto y se hicieron a los usuarios, con la finalidad de que revelaran la cantidad máxima que estarían dispuestos a pagar por la rehabilitación del río. En el tercero se indagó sobre las características socioeconómicas del entrevistado, relacionadas con el objeto a estudiar (Bateman *et al.*, 2002). Específicamente el género, la edad, escolaridad, integrantes de la familia, cultura de migración, actividades productivas, posesión de tierra, ganado, cultivos que siembra, activos, e ingreso del hogar (Tabla 1).

Tabla 1. Secciones y contenido de la entrevista estructurada a jefes de hogares.

Contenido de secciones de la entrevista	Descripción
Primer bloque: Ocho preguntas	<p>Información resaltante sobre el bien objeto de estudio, para que el entrevistado pueda identificar de manera precisa el problema a tratar</p> <p>Usos del agua del río; preguntas abiertas (sí utiliza y/o utilizaba el agua del río; tipos de uso del agua; frecuencia de uso; sí ya no la usa, ahora de donde obtiene el agua).</p> <p>Percepción del problema de contaminación del agua del río: Situación previa al problema de contaminación. Escala de Likert de cinco categorías: muy de acuerdo; de acuerdo; neutral; en desacuerdo; muy en desacuerdo.</p> <p>Causas de la contaminación del agua del río; preguntas de opción múltiple más la opción de “otra” (Si el agua del río está contaminada; porqué está contaminada; quiénes están ocasionando la contaminación; dónde se origina la contaminación; formas o tipos de contaminación observada).</p>
Segundo bloque: 10 preguntas	<p>Describe la modificación del objeto o del bien ambiental en estudio</p> <p>Efectos de la contaminación del agua del río (opción múltiple más opción de “otras”); soluciones percibidas de la contaminación (abiertas); disponibilidad a contribuir (opción múltiple más opción de “otras”); método y vehículo de pago (opción múltiple más opción de “otras”)</p>
Tercer bloque: 12 preguntas	<p>Características socioeconómicas del entrevistado y del hogar</p> <p>Edad, sexo, nivel de ingresos, nivel educativo, migración, integrantes, dependencia del hogar, posesión de tierra y actividades productivas. Estas últimas se desagregaron en agropecuarias (cultivos y especies ganaderas) y no agropecuarias (comercio, oficios, empleado u obrero).</p>

Análisis de datos

El análisis de los datos de la primera y segunda sección de la entrevista se utilizó para describir la situación de contaminación del río, la problemática ambiental en los municipios incluidos en este estudio y el uso del agua por parte de los pobladores. Para analizar las variables económicas y sociales de la muestra de hogares (tercer bloque de la entrevista estructurada), inicialmente se realizó un análisis descriptivo, seguido de un análisis de diferencia de medias de la DAP con respecto a la edad (ED), escolaridad (ESC), superficie de tierra que posee el hogar (TIE), ingreso monetario (ING), género (GEN), fuente del agua que usan para sus cultivos (FA), y la opinión sobre la importancia de mejorar la calidad del agua del río (OP). Para lograr esto, a partir de las variables medidas en escala de razón se formaron nuevas variables nominales, tomando el valor de la media como punto de separación en dos categorías; menor que la media y mayor que la media. Esta prueba permitió, a través del estadístico t , con 95% de

confiabilidad, contrastar la hipótesis nula de igualdad de medias, representada de la siguiente manera: $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$, es decir, $\mu_1 = \mu_2$, versus $H_a: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$, es decir, $\mu_1 \neq \mu_2$. El análisis estadístico se realizó con el software STATA versión 12 debido a que permite estimar el modelo econométrico propuesto (Tobit) y se tiene la licencia para su uso.

Modelo empírico

El comportamiento de la DAP se analizó de acuerdo con un conjunto de variables socio demográfico y económico seleccionado. La pregunta abierta sobre la máxima disposición a pagar (DAP) se utilizó como variable dependiente, mientras que las variables ED, ESC, ING, GEN y migración (MIG) se usaron como variables independientes o explicativas. La DAP es una variable continua que representa el precio, medida en pesos monetarios; ED y ESC (años de escolaridad, sin incluir preescolar años) se midieron en años; GEN y MIG son variables categóricas; la

primera toma el valor de 1 si es hombre y cero si es mujer, y la segunda toma el valor de 1 si el entrevistado (jefe de hogar) tiene cultura de migración y envía remesas, o el valor de 0 si el hogar no tiene esta característica. Las variables continuas (escala de intervalo/razón) fueron transformadas a logaritmos naturales para facilitar la interpretación de los coeficientes del modelo como elasticidades (cambio porcentual en la variable dependiente ante un cambio unitario en la variable explicativa).

En la evaluación de la interacción entre variable dependiente e independientes mencionadas arriba se llevó a cabo un análisis de correlación, las variables que mostraron asociación estadística se tomaron en cuenta en la primera versión del modelo de regresión. Debido a que encontramos correlación significativa analizamos éstas y otras variables, por categorías, para conocer con mayor precisión la fuente de la significancia estadística. Para la correlación entre la DAP y las variables medidas en escala de razón se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, en tanto que para las variables categóricas se usó el de Spearman.

Para estimar la DAP se utilizó el modelo de regresión Tobit, debido a que los datos de la variable dependiente son restringidos (censurados) en un valor de cero. Para variables censuradas las estimaciones del modelo de regresión con Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) proporciona estimaciones sesgadas e inconsistentes, Haab y McConnell (2002). Este método tiene la siguiente especificación:

$$DAP_i = f(Z_i, \varepsilon_i)$$

Donde; Z_i es un vector de co-variables (explicativas) y ε_i es un elemento aleatorio, normal e independientemente distribuido, con media igual a cero y varianza σ^2 , estimado como un modelo censurado debido a que $DAP \geq 0$. Este modelo asume que la DAP es una variable no observable directamente (latente) tal que,

$$DAP_i^* = \beta_i X_i^* + \varepsilon_i$$

Donde X_i^* es un vector de variables explicativas, β_i es un vector asociado de parámetros. Sin embargo, lo que realmente observamos es la variable DAP que está relacionada con DAP^* mediante la siguiente regla:

$$DAP_i = \begin{cases} DAP_i^* & \text{sí } DAP_i^* > 0 \\ 0 & \text{cualquier otro.} \end{cases}$$

La probabilidad asociada con observaciones para las cuales la variable DAP es cero es:

$$P(DAP_i = 0) = \phi\left(-\frac{X_{iy}}{\sigma}\right).$$

Para valores positivos de DAP tenemos:

$$P(DAP_i > 0) \times f(DAP_i > 0) = f(\varepsilon_i) = \frac{1}{\sigma} \phi\left(\frac{DAP_i - X_{iy}}{\sigma}\right)$$

Donde $\sigma(\cdot)$ es la función de densidad de probabilidades normal (FDP).

Usar el modelo Tobit implica que asumimos que los valores de cero y positivos son la expresión de un modelo único de elecciones (Strazzer *et al.*, 2003). La ecuación empírica estimada derivada del modelo de regresión que describe el comportamiento de la DAP es:

$$DAP_i = \beta_0 + \beta_1 LnED + \beta_2 LnESC + \beta_3 LnING + \beta_4 GEN + \beta_5 MIG + \varepsilon_i$$

Donde:

- DAP = Cantidad máxima de disponibilidad a pagar por el entrevistado
- ED = Edad de los entrevistados (en años)
- ESC = Años de educación formal
- ING = Ingreso monetario del hogar (en pesos)
- GEN = Género
- MIG = Migración.

La hipótesis para el modelo de regresión es la siguiente:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0 \text{ versus } H_a: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 \neq 0$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación se abordan en dos apartados. En el primero se describen las características sociodemográficas de las personas entrevistadas, su percepción de la situación de contaminación del río y del impacto de esta sobre sus actividades productivas y recreativas. El segundo apartado aborda la valoración económica de los entrevistados sobre el agua del río Tlapaneco.

Características de los entrevistados.

Todos los entrevistados pertenecen a comunidades ribereñas, la edad promedio es de 41.7 años, más del 50% de los entrevistados tienen más de 40 años; la escolaridad promedio es de 6.3 años terminados, 60% de la muestra con seis años o menos; un ingreso monetario promedio mensual por hogar de \$1989 pesos, 68% de estos con \$2000 pesos o menos; los hogares están integrados por 4.5 personas en

promedio; y poseen 0.4 hectáreas por unidad de producción, que utilizan para sembrar maíz y frijol principalmente. La desviación típica nos muestra valores aceptables de dispersión de los datos respecto a la media (Tabla 2).

A pesar de que la muestra proviene de comunidades y municipios rurales, excepto la ciudad de Tlapa de Comonfort, el 79% de los entrevistados consideró que su principal actividad económica (la que les genera el ingreso monetario principal) es no agropecuaria. Lo que nos habla de la importancia de los ingresos no agropecuarios en esta región de Guerrero.

En el caso del río Tlapaneco, el 95.8% de los entrevistados han sido usuarios del agua para diferentes usos por más de cinco años, sin embargo, en los dos últimos, el 23.2% dejó de usar el agua para higiene personal, y sólo la destina para uso agrícola (69.5%) y pecuario (1.05%). La principal razón para dejar de usar el agua del río es porque perciben que está contaminada, el 95% opinó que antes el agua era más clara, además el 73% considera que la calidad del agua para uso humano o agropecuario es de regular a mala (Galindo, 2011).

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de variables relevantes del hogar de los entrevistados.

Variables	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza de la media
DAP	40.0	300.0	\$132.9	\$65.7	117.9-147.9
ED	15.0	82.0	41.7	16.5	38.7-44.7
ESC	1.0	20.0	6.3	3.3	5.5-7.0
TIE	0.0	3.0	0.4	0.2	0.27-0.48
INT	1.0	10.0	4.5	1.6	4.2-4.8
ING	\$300.0	\$7800.0	\$1989.08	\$1135.7	1692-2287

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta de 2010

Tabla 3. Percepción de los problemas ambientales y del río Tlapaneco en opinión de los entrevistados

Problemas ambientales	Observaciones	Frecuencia	Porcentaje
Contaminación del río Tlapaneco	115	84	73.04
Falta de lluvia y mal distribuida	115	13	11.3
Deforestación en la región	115	9	7.8
Mancha urbana en crecimiento	115	1	0.87
Migración interna e internacional	115	3	2.6
Aumento de la Temperatura	115	5	4.35
Problemas del río Tlapaneco			
Agua turbia (color oscuro) del río	115	20	17.39
Basura flotando en el río	115	29	25.22
Peces muertos en el río	115	1	0.87
Escasez de peces en el río	115	0	0
Enfermedades de la piel al bañarse en el río	115	29	25.22
Enfermedades del estómago	115	36	31.3

La población entrevistada opina que el hecho de que el agua del río este contaminada le afecta directamente; el 55.8% consideró que le afecta en su salud; el 15.8% obtiene menor cosecha; un 9.5% mencionó que ha restringido el uso del agua a cultivos no directamente comestibles, el 8.4% mencionó que no puede pescar y finalmente a un 5.3% le afecta la calidad del ambiente por el continuo mal olor (Galindo, 2011).

Respecto a los problemas ambientales en la zona del estudio, la contaminación del río Tlapaneco es el problema más importante, seguido de la deforestación, la disminución de lluvia y el aumento de la temperatura. Específicamente sobre la problemática del río, el agua turbia y basura flotando,

la disminución de peces y presencia de peces muertos es lo más mencionado (Tabla 3). La totalidad de los entrevistados, que son usuarios directos del agua en la agricultura y ganadería, opinaron que derivado de la contaminación ha disminuido su producción y en algunos casos, incluso han dejado de sembrar.

En opinión de los entrevistados, antes de que el agua del río estuviera contaminada, se utilizaba para regar diferentes cultivos, especialmente hortalizas, dar de beber al ganado, actividades recreativas y pesca. La situación actual es que la mayor parte del año al agua ya no se le da estos usos, excepto en la época de mayor caudal (época de lluvias) se realizan estas actividades parcialmente (Figura 3).

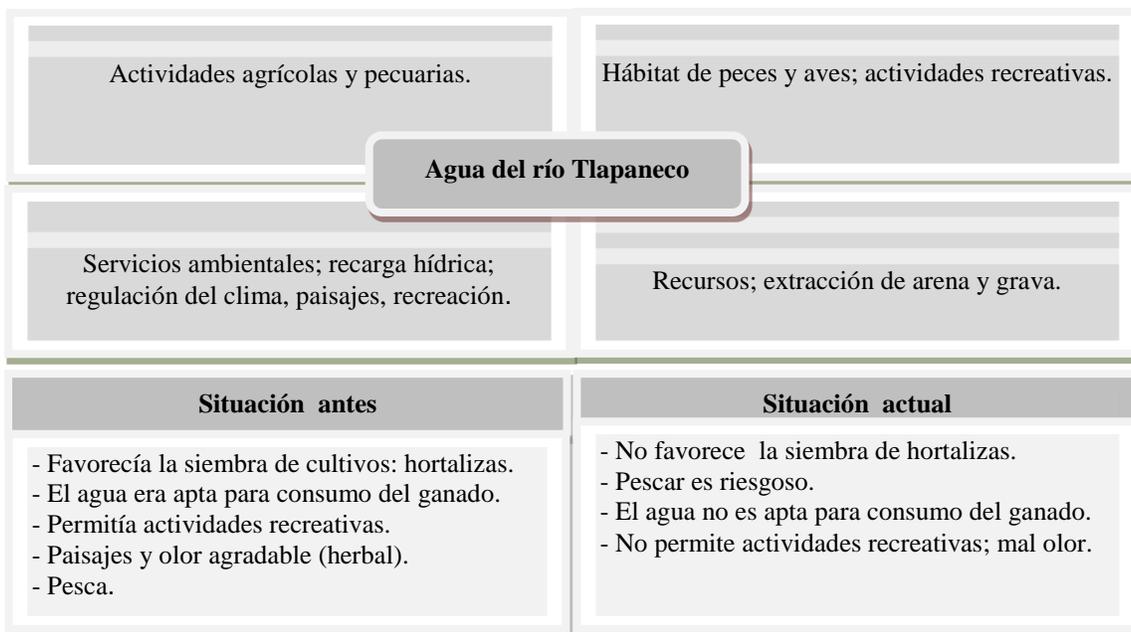


Figura 3. Bienes y servicios del agua del río Tlapaneco; situación antes y después según la percepción de los entrevistados (Galindo 2011).

Máxima Disposición a Pagar (DAP)

La totalidad de las personas entrevistadas manifestaron que estarían dispuestos a contribuir en efectivo o en especie (trabajo y productos agrícolas) a través de un comité (80%), o recibo de luz, agua o predial (20%) para mejorar la calidad del agua del río (Tabla 4). A la pregunta directa y abierta sobre la cantidad monetaria que estarían dispuestos a pagar para mejorar la calidad del agua del río, la media fue

de de \$132.9, con valores mínimos y máximos de \$40 y \$300, una mediana de \$100 y una desviación estándar de 65.7.

La correlación parcial de Pearson (entre la DAP y posibles variables explicativas se presenta en la Tabla 5. La variable ESC, INT ING y ED fueron estadísticamente significativas, al 95% de confianza.

Tabla 4. Disposición a pagar y formas de contribución.

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
Menos de \$100	47	40.9	40.9
Entre \$100-150	39	33.9	74.8
Más de \$200	29	25.2	100.0
Total	115	100.0	
Comité comunitario	23	20.0	20.0
Recibo de pago al municipio	92	80.0	100.0
Total	115	100.0	

Tabla 5. Correlación parcial de Pearson entre DAP y posibles variables explicativas.

	Observaciones (N)	Coefficiente de correlación	Significancia (p)
ED	115	0.205	0.027
ESC	115	0.504	0.000
TIE	115	0.029	0.756
ING	115	0.533	0.000
INT	115	0.203	0.029
GEN	115	0.222	0.017
MIG	115	0.058	0.538

La escolaridad mostró significancia estadística, considerando como categoría base escolaridad mayor a la media, lo que nos indica que tener mayor escolaridad está asociado con una DAP mayor. Rechazamos la hipótesis nula de igualdad de medias entre estas dos categorías. El ingreso monetario se dividió también en dos categorías. La diferencia de sus medias es significativa al 95% de confianza, lo que indica que a mayor ingreso, la DAP aumenta. Las medias de las categorías edad, superficie de tierra y fuente de agua para cultivos no muestran significancia (Tabla 6).

En el caso de la variable género, el estadístico t (1.898) no permite rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias, es decir que el género no tiene un efecto positivo en la cantidad a pagar (DAP). Los hombres se mostraron más dispuestos a pagar por un programa para mejorar la calidad del agua del río, sin embargo no se detectaron diferencias significativas

entre sus medias. La variable número de integrantes del hogar; categoría mayor a la media, significativa, pero con signo negativo, lo que nos indica que mayor número de hijos, probablemente condiciona cantidades menores de DAP.

Análisis de regresión

El análisis de correlación entre la variable DAP y un conjunto de posibles variables explicativas, de tipo socio demográfico, permitió seleccionar aquellas que resultaron estadísticamente significativas, al 95% de confianza ($P < 0.05$), con la finalidad de realizar el modelo de regresión inicial. El análisis econométrico usando la regresión Tobit, muestra cuatro variables estadísticamente significativas, con valores estimados de probabilidad menores a 0.05; es decir que las variables ED, ESC, ING y GEN explican la DAP. MIG es estadísticamente significativa al 90% de confiabilidad (Tabla 7).

Tabla 6. Comparación de medias de la DAP según variables seleccionadas.

VARIABLES	Categoría	Media	Estadístico t	P
GEN	Hombre	0.60	1.89	0.049
	Mujer	0.40		
ED	Menos de la media	39.5	-0.57	0.571
	Más de la media	42.3		
ESC	Menos de la media	4.3	4.27*	0.000
	Más de la media	8.6		
TIE	Menos de la media	0.35	-0.40	0.689
	Más de la media	0.42		
ING	Menos de la media	1790	6.61*	0.000
	Más de la media	2860		
INT	Menos de la media	3.1	-4.50*	0.000
	Más de la media	5.2		
FA	Otras fuentes	0.46	0.47	0.639
	Agua del río	0.54		
	No Importante	0.38		
OP	Importante	0.62	2.80*	0.006

Nota: Ho: No existe diferencia entre las medias. Si el valor de la probabilidad (p) es < 0.05 se rechaza Ho.

Tabla 7. Resultados de la estimación del modelo Tobit por DAP*

VARIABLES	Coefficiente	Error Estándar	t	P > t	Intervalo de confianza al 95%
ED	0.295	0.044	6.67	0.0000	(0.207 - 0.383)
ESC	0.321	0.054	5.87	0.0000	(0.213 - 0.4311)
ING	0.261	0.055	4.69	0.0000	(0.151 - 0.372)
GEN	-0.171	0.076	-2.09	0.0290	(0.322 - 0.0193)
MIG**	-0.054	0.027	-1.95	0.0540	(0.109 - 0.001)
Constante	1.999	0.351	5.69	0.0000	(1.303 - 2.695)
Sigma	0.392	0.025			(0.341 - 0.443)
Log likelihood = -55.579				Prob > Chi ² = 0.000	
LR Chi ² (g.l=5) = 116.88				Cuasi R ² = 0.5125	

*La DAP es la variable dependiente.

**Migración es significativa al 90% de confiabilidad.

La Chi cuadrada ($g.l.=5$) de la razón de probabilidades es 116.88, lo que indica que al menos uno de los coeficientes de regresión es diferente de cero (Long, 1997), por lo que rechazamos H_0 . El ajuste del modelo, expresado por el cuasi-coeficiente de regresión R^2 , es satisfactorio; las variables explicativas dan cuenta satisfactoriamente de las variaciones de la DAP. La ecuación estimada muestra la dirección y magnitud de los efectos de las variables dependientes sobre la DAP de la siguiente forma:

$$DAP = 1.99 + 0.29ED + 0.32ESC + 0.26ING - 0.17GEN - 0.054MIG$$

El valor de los coeficientes puede interpretarse como elasticidad, debido a que los datos de las variables medidas en escala de razón, fueron transformados a logaritmos. Manteniendo constantes los términos de la ecuación diferentes al que estamos analizando, en este caso, el coeficiente positivo de la variable ingreso (ING) de 0.26 indica que, dado un aumento del uno por ciento en el ingreso monetario del hogar, se produce un aumento del 0.26 por ciento en la DAP. De forma similar, la variable escolaridad (ESC) es estadísticamente significativa; dado un aumento del

uno por ciento en escolaridad, la DAP aumenta en 0.32 por ciento. El signo positivo del coeficiente de ESC está asociado con una relación positiva entre años de escolaridad y DAP. La variable género (GEN) es estadísticamente significativa y muestra que la categoría (de referencia) mujer está relacionada de manera inversa con DAP. Migración (MIG) también muestra una relación inversa entre migrar y DAP.

En las regresiones efectuadas, los coeficientes estandarizados se basan en puntuaciones típicas, lo que permite compararlos entre sí. Estos coeficientes informan sobre la importancia relativa de cada variable independiente en la ecuación de regresión; por lo que la variable escolaridad (ESC) es la de mayor poder explicativo, seguida por edad (ED), e ingreso (ING), sin embargo la diferencia entre ellas es pequeño, aproximadamente cuatro por ciento.

La evaluación de los supuestos del modelo de regresión arroja resultados satisfactorios. La prueba de Shapiro-Wilk que prueba la hipótesis nula de normalidad de los errores (probabilidad $> z$) fue de 0.23818, lo que permite no rechazar que los errores están normalmente distribuidos (Figura 4).

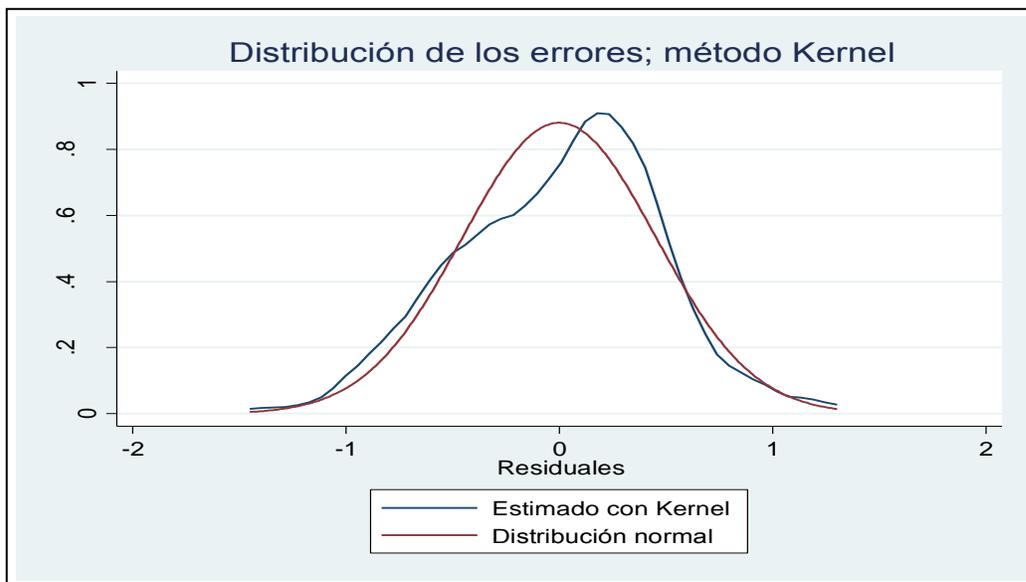


Figura 4. Histograma de los residuos tipificados de la Regresión.

Respecto al supuesto de homocedasticidad (varianza constante de los residuales), utilizando la prueba de Breusch-Pagan, con un valor de Probabilidad $> \chi^2 = 0.9394$, no rechazamos la hipótesis nula de varianza constante. No encontramos evidencia de colinealidad entre las variables predictoras, los Factores de

Inflación de la Varianza (VIF, por sus siglas en inglés) mostraron valores entre 1.52 y 1.08, con una media para el conjunto de predictores de 1.34. Según Pérez (2007), un valor superior a 10 implica la posibilidad de multicolinealidad; en este caso no se presentó este problema.

CONCLUSIONES

Las variables que son estadísticamente significativas en esta investigación, han sido utilizadas por otros autores; Parra *et al.* (2002) estimó una DAP promedio de 1,193 pesos colombianos (equivalentes a 141.4 pesos mexicanos de 2010) por el mejoramiento de la calidad y cantidad del servicio de agua en una zona rural de Colombia. Esta cantidad es similar a la reportada en este estudio. Además encontraron que las variables educación e ingreso fueron estadísticamente significativas. De forma similar, Ilija-Ojeda *et al.* (2008), en un estudio efectuado en Sonora México, estimó una DAP promedio de \$73 por mes (\$876.0 por año), por conservar el agua del río Yaqui. Ésta fue influenciada de forma significativa por las variables edad, ingreso, educación, ocupación y número de integrantes mayores de 15 años. En esta misma línea de estudios, Vázquez *et al.* (2009) en un estudio realizado en Parral México, encontraron que los hogares entrevistados están dispuestos a pagar, un sobre-pago de entre 1.8 a 7.5% con respecto a lo que pagan actualmente en sus recibos de agua. En nuestro estudio no obtuvimos datos para comparar con este estudio. El ingreso y la edad fueron significativos respecto a la DAP, la educación fue significativa sólo en el modelo de referéndum, no así en el modelo de formato abierto.

Una posible explicación a la DAP baja reportada en nuestro trabajo, con respecto a lo reportado por Ilija-Ojeda *et al.* (2008), es la condición de marginación alta y muy alta de la región de estudio. Sin embargo consistentemente, el ingreso y la educación son significativos en explicar la DAP en los tres estudios. Una evidencia sobre esto es que la DAP en el municipios de Copanatoyac, que es el más pobre y con un Índice de Desarrollo Humano bajo (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2008), la DAP es la más baja (\$97.7) y estadísticamente diferente a la de los otros tres municipios en la muestra, con una media de (\$139.2).

El aporte de esta investigación es información, generada con una metodología válida, necesaria para tomar decisiones sobre el posible saneamiento del río Tlapaneco. Un hallazgo de este estudio es que muestra que los usuarios de un bien común están dispuestos a cooperar para recuperar los bienes y servicios ambientales del río. La implicación de los resultados para la zona de estudio es la posibilidad de rehabilitación del agua del río y recuperar los bienes y servicios ambientales para los pobladores. La posibilidad real dependerá de una buena estrategia organizativa y la creación de incentivos correctos por parte de los tomadores de decisiones.

La contaminación del río Tlapaneco es el problema ambiental más importante que identifican los pobladores de la región de estudio, seguido de la deforestación, y la disminución de lluvia. Esta ha ocasionado que los usuarios disminuyan el uso del agua en la producción de cultivos, actividades recreativas, y en el hogar.

Los habitantes están dispuestos a contribuir recursos económicos para mejorar la calidad del agua del río. Existen diferencias estadísticas de la DAP con respecto a las variables socio demográficas edad, escolaridad, e ingreso. Estas mismas variables, más número de integrantes del hogar explican satisfactoriamente el comportamiento de la DAP.

Existe divergencia de opiniones en cuanto a quienes deben ser responsables del saneamiento del río y hay una aceptación alta para aportar los pagos para la rehabilitación del río a través de un recibo de pago al municipio.

En términos de un programa de rehabilitación, los resultados muestran que la población de las comunidades estudiadas asignan un valor a los servicios ambientales que proporcionaba el río, por lo que es factible iniciar una intervención tendiente a mejorar la calidad del agua del río Tlapaneco, probablemente coordinados por la autoridad local con la participación de la sociedad civil con más educación formal. Es necesario realizar investigación sobre los incentivos y arreglos institucionales para que los usuarios del agua del río realicen el saneamiento del río y conserven este recurso y sus servicios ambientales.

REFERENCIAS

- Bateman, I., Carson, R., Day, B., Hanemann, M., Hanley, N., Hett, T., Jones-Lee, M., Loomes, G., Mourato, S., Özdemiroglu, E., Pearce, D.W., Sugden, R. and Swanson, R. 2002. *Economic Valuation with Stated Preference Technique: A Manual*. Edit. Cheltenham, Edwar Elgar. UK and U.S.A.
- Bustamante, A. 2009. *El agua: abundancia o escases. Dilemas para el desarrollo de Guerrero*. Universidad Autónoma de Guerrero. Conacyt-Plaza y Valdez editores. México, D.F.
- Bustamante, A., Vargas, S., Guadarrama y Hernández, T. 2009. *Plan Ecorregional de la Montaña de Guerrero*. Investigación y desarrollo de la Montaña de Guerrero, Memoria II Encuentro. Tlapa de Comonfort, Guerrero, Julio de 2009.

- Champ, P., Kevin, B. and Brown, C.T. 2003. A Primer on Nonmarket Valuation. Kluwer Academic Publishers. U.S.A.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2011. Estadísticas del agua en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F.
- Del Saz, S. S., Pérez, P. P y Barreiro, H. J. 1998. Valoración contingente y protección de espacios naturales. Revista Valenciana de Estudios Autónomos 23: 357-358.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2011. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales superficiales de la Región Hidrológica número 18 Balsas. Diario oficial de la Federación del 26 de enero de 2011.
- Galindo J.G. 2011. Valoración económica del agua del río Tlapaneco. Tesis de maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo Estado de México.
- Haab, T. C. and McConnell D. Y. 2002. Valuing Environmental and Natural Resources: The Econometrics of Non-Market Valuation. Edward Elgar Publishers, Cheltenham. 245-267.
- Ilija-Ojeda, M., Mayer, A. and Salomón, B. 2008. Economic valuation of environmental services sustained by water flows in the Yaqui River Delta. Ecological Economics, 65: 155-166.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2007. Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007. http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados_Agricola/default.aspx
- Izcara, P. S. 2007. Introducción al muestreo. Editorial Miguel Ángel Porrúa, México.
- Long, J. S. 1997. Regression Models for Categorical and Limited Dependent Variables. Thousand Oaks, California. Sage Publications. United States.
- Mendelsohn, R., Olmstead, S. 2009. The economic valuation of environmental amenities and desamenities: methods and applications". Annual Review of Environmental Resources. Vol. 34: 325-347.
- Mitchell, R. C. and Carson, R. 1989. Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method. Washington: Edit. Resources for the Future. United States.
- Millock, K. y Hansen, L. G. (2002). Willingness to Pay for Organic Foods: A Comparison between Survey Data and Panel Data from Denmark. Paper presented at the 12th annual EAERE (European Association of Environmental and Resource Economists) Conference, June 2002, Monterey, USA.
- Olvera, H.J., Bustamante, A., Ortiz, E., Vargas, S., Aceves, E. y Rodríguez, J.D. 2012. Sistemas de producción agrícola en la ribera del río Tlapaneco, Montaña de Guerrero. Primer Simposio Internacional sobre el desarrollo de la Mixteca, 26 al 28 de septiembre de 2012, Puebla, México.
- Parra, R. A., Vargas, F. y Castellar, C. P. 2002. Metodología estadística para los estudios de disponibilidad a pagar en proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento básico. Tesis de pregrado, Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística. Universidad del Valle. Cali Colombia. 97-103.
- Pérez, C. L. 2007. Econometría Básica Técnicas y Herramientas. Pearson Educación S.A. Madrid, 1ª edición.
- Project WET International Foundation e Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). 2005. Agua saludable, gente saludable. Guía para educadores de la calidad del agua. 1ª edición. Jiutepec, Morelos, México.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2008. Informe sobre el Desarrollo Humano Municipal en México 2000-2005. PNUD México.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2010. Plan Ecorregional de la Montaña de Guerrero y sus Áreas Prioritarias. Edit. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.
- Rivas, A. y J. Ramoni. 2007. Valoración Contingente aplicada al caso del río Albarregas Mérida-Venezuela. FERMENTUM. Revista Venezolana de Sociología y Antropología, 17:(049). 478-502.

- Rodríguez, H.A., Hernández, R.B. y González, A.H. 2007. El río Tlapaneco y los sistemas de riego en dos microrregiones de la Montaña: Copanatoyac en la Montaña, y Huamuxtitlán en la Cañada. Ponencia presentada en el informe para la consultoría: “Evaluación de la dinámica Social comunitaria y de las percepciones de conservación en comunidades de la Montaña” realizada para el MIE-PNUD en julio del 2007. Tlapa de Comonfort, Guerrero México.
- Strazzera, E., Genius, M., Scarpa, R and Hutchinson, G.K. 2003. The Effect of Protest Votes on the Estimates of WTP for Use Values of Recreational Sites. *Environmental and Resource Economics*. 25:461-476.
- Vásquez, W. F., Mozumder P., Hernández-Arce J., and Berrens R. 2009. Willingness to pay for safe drinking water: Evidence from Parral, Mexico. *Journal of Environmental Management*. 90: 3391–3400.

Submitted January 27, 2013– Accepted May 23, 2013
Revised received May 25, 2013