



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES

PROGRAMA: MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES

**“VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS
AMBIENTALES HIDROLÓGICOS EN LA SUB-CUENCA RIO
VINAZCO, CANALEJAS DE OTATES, ZACUALPAN;
VERACRUZ”**

T E S I S

Como requisito parcial para obtener el grado de

Maestro en Ciencias en Ciencias Forestales

P R E S E N T A

A N T O N I O S O T O H E R N Á N D E Z

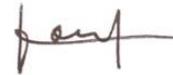


DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

Chapingo, Texcoco; Edo de México, enero de 2015

La presente tesis titulada: "Valoración Económica De Los Servicios Ambientales Hidrológicos En La Sub-Cuenca Rio Vinazco, Canalejas De Otates, Zacualpan; Veracruz". Fue realizada por el C. Antonio Soto Hernández, bajo la dirección del Dr. José Luis Romo Lozano. Ha sido aprobada por el siguiente Comité Y Jurado Revisor Del Examen Profesional, para obtener el Diploma de Maestro En Ciencias En Ciencias Forestales.

DIRECTOR



Dr. José Luis Romo Lozano

ASESOR



Dra. Ma. Amparo Borja De La Rosa

ASESOR



M. C. Alejandro Corona Ambriz

Chapingo, Texcoco; México enero 2015

AGRADECIMIENTOS

Durante este tiempo, buenos y malos momentos ayudaron a fortalecer mi carácter, me brindaron una perspectiva de la vida mucho más amplia y me han enseñado a ser más cauteloso, pero sin dejar de ser auténtico. Al finalizar mis estudios en la Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales, existen personas a las que no puedo dejar de reconocer debido a que durante todo este tiempo estuvieron presentes de una u otra forma evitando que me perdiera en el proceso y que saliera airoso de esta experiencia.

A Dios.porque a pesar de que muchas veces puse mis intereses por encima de ti nunca me faltaste y aunque no soy tu hijo más devoto, en ti confío. Siempre me haz ayudado a seguir adelante y por ti aún no pierdo la esperanza, sé que todos pueden decepcionarme menos tú y reconozco que sin ti no hubiese podido sobrevivir estos últimos meses. Muchas Gracias.

A la Universidad Autónoma Chapingo, por darme la oportunidad de formarme como profesional.

Al Consejo Nacional De Ciencias Y Tecnología (CONACYT), porque sin su apoyo no hubiera sido posible mi formación profesional.

A la DICIFO, por contribuir en mi formación profesional

A mi familia.A mi Padre, Antonio Soto M, tú has sido sin duda uno de los principales precursores de este logro, nunca te desesperaste e hiciste lo imposible para que yo pudiera seguir con mis estudios, creíste que podía y siempre te preocupaste por lo que estaba haciendo, eso me mantuvo firme las veces que pude tambalearme.

A mi Madre, Yolanda Hernández S, tú también te mantuviste ahí, tú creatividad y dedicación me sacaron a camino muchas veces y tú incondicional comprensión siempre se impuso, a pesar de todo siempre me apoyaste; muchas veces no me doy cuenta y paso por alto tus esfuerzos, pero es que si te agradeciera todo lo que haces por mí no terminaría nunca. A mis hermanos, Martin, Macrina y Mayolo por todo su apoyo.

Al Dr. Romo, al MC. Corona y a la DRA. Amparo por su comprensión, paciencia y apoyo incondicional en la elaboración de la presente.

A todos aquellos amigos y compañeros por soportar mi carácter y brindarme esa amistad sincera que no podría pagar con nada en este mundo, pero en especial A la persona amada (Yesenia L.A) por estar ahí siempre apoyándome de manera incondicional.



Fecha y lugar de nacimiento: 08 de diciembre de 1983, Zacualpan, Veracruz.

Domicilio: Calle Querétaro S/N, Zacualpan, Zacualpan Veracruz.

Correo electrónico: one04111@hotmail.com

CURP: SOHA831208HVZTRN07

Teléfono celular: 5538150369

Antonio Soto Hernández nació el 08 de diciembre de 1983 en Zacualpan, Veracruz. La primaria la cursó de 1992-1999 en la Escuela Primaria “Amado Nervo”, ubicada en Zacualpan Ver. De 1999-2002 realizó sus estudios de educación secundaria en la “Escuela Secundaria Técnica Particular Villa de los Niños” en Acatlán de Juárez, Jalisco. El nivel medio superior en la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo del año 2004 al 2007. En 2007 cursó su licenciatura en la División de Ciencias Económico-Administrativas, en la carrera Licenciado en Comercio Internacional de Productos Agropecuarios de la Universidad referida, egresando en el año 2011 y obteniendo el título de Licenciado en Comercio Internacional de Productos Agropecuarios con la tesis titulada “Plan de Exportación de Sandía Roja sin Semilla a Canadá”, el mes de diciembre del mismo año. De agosto de 2012 a Julio de 2014 estudió la Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales en la Universidad Autónoma Chapingo.

VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS EN LA SUB-CUENCA RIO VINAZCO, CANALEJAS DE OTATES, ZACUALPAN; VERACRUZ

Economic Environmental Services Hydrological in sub-basin river Vinazco in Zacualpan; Veracruz

Antonio Soto-Hernández¹; José L.Romo-Lozano²

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es realizar la valoración económica de los servicios ambientales hidrológicos en la sub-cuenca río Vinazco, Canalejas de Otates, Zacualpan; Veracruz para conocer la disposición a pagar (DAP) de los hogares para la conservación de los recursos vegetales que intervienen en el ciclo hidrológico. Se utilizó el método de valoración contingente y los resultados revelan que a mayor nivel ingreso se espera una disposición a pagar menor y que mayor nivel de educación aumenta la probabilidad de estar dispuesto a pagar. Recomendación sería bueno que participen en programas de pago por servicios ambientales en toda la región.

Palabras clave. 1. Servicios ambientales, 2. Servicio hidrológico, 3. Canalejas de Otates, 4. Disposición a pagar, 5. Valoración económica.

ABSTRACT

The objective of this work is to carry out the economic valuation of environmental services in the Sub-basin Vinazco River, Canalejas de Otates, Zacualpan; Veracruz to know the disposition to pay (DAP) of households for the conservation of plant resources engaged in the hydrological cycle, the contingent valuation method was used. The results show that higher income is expected a provision to pay less and that higher level of education increases the probability of being willing to pay. As a recommendation, it would be good for that payment programs are implemented by environmental services throughout the region.

Key words. 1. Environmental services, 2. Hydrological service, 3. Canalejas de Otates, 4. Willingness to pay, 5. Economic valuation.

ÍNDICE

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	10
CAPITULO II MARCO TEORICO.....	15
2.1 El Pago Por Servicios Ambientales.....	15
2.1.1 Definición de Servicio Ambiental	15
2.2. Los Servicios Ambientales Hidrológicos en el Mundo	21
2.3. Los Servicios Ambientales Hidrológicos en México	23
2.4 La cuenca hidrológica.....	26
2.4.1 El Ciclo Hidrológico	28
2.4.1.1 Precipitación	29
2.4.1.2 Escorrentía	29
2.5 El Papel de la Vegetación en el Ciclo Hidrológico	30
2.6 La economía y el valor del medio ambiente.....	32
2.7 Valoración económica de los recursos hídricos	34
2.9 Actitud social hacia el agua	37
2.10 Consideraciones políticas y legales	37
2.11 El rol de la valoración económica en la gestión del agua	38
2.12 Valoración de los Servicios Ambientales Hidrológicos	48
2.13 Métodos de Valoración Económica	51
2.13.1 Métodos basados en precios de mercado.....	52
2.13.2 Métodos basados en precios indirectos.....	52
2.13.3 Métodos que crean mercados hipotéticos	52
2.13.4 Método de Valoración contingente	53
2.13.5 Técnicas de Valoración	66
CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	68
3.1. Descripción del área de estudio	68
3.2 Método de Valoración Contingente.....	68
3.3 Especificación General del Modelo	70
3.4 Modelos de elección discreta.....	71
3.5 Modelo lineal generalizado	71
3.6 Regresión logística.....	72
3.7 Modelo multinomial	72

3.8 Modelo Logit multinomial	73
3.9 Variables Dummy	75
3.10 La encuesta y los supuestos de la investigación	75
3.11 Definición de la muestra	77
3.12 Análisis estadístico	77
3.13 Análisis de la muestra	78
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION	80
4.1 Calculo del tamaño de la muestra	80
4.2 Aspectos socioeconómicos	81
4.3 Variables relacionadas con la calidad del agua y del servicio	85
4.4 Protección e importancia del bosque	87
4.5 Disposición a pagar	88
4.6 Análisis de la Disposición a Pagar (DAP)	90
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
BIBLIOGRAFÍA CITADA	95
GLOSARIO	97
ANEXOS	98

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Técnicas de valoración ambiental	66
Cuadro 2: Codificación Dummy para la variable clase social	75
Cuadro 3: Valores de las variables	80
Cuadro 4: genero del entrevistado	81
Cuadro 5. Actividad económica.....	84
Cuadro 6. Tipo de agua	85
Cuadro 7. Costo del servicio de agua potable	87
Cuadro 8: Variables socioeconómicas significativas del modelo.....	91
Cuadro 9: Estimadores de los parámetros de las variables socioeconómicas.....	91
Cuadro 10. Estimación de la DAP bimestral.	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Región hidrológica X del estado de Veracruz.....	27
Figura 2: Sistema económico	33
Figura 3: Distribución de edades de entrevistados.....	82
Figura 4: Nivel de estudios de la muestra encuestada	83
Figura 5: Nivel de ingresos	84
Figura 6: Calidad del agua	85
Figura 7: Protección e importancia del bosque.....	87
Figura 8: Formas de Disposición A Pagar	89
Figura 9: causas de no aceptación de DAP	90

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de herramientas para conseguir el manejo sostenible del territorio, en varios países de América Latina se ha utilizado el concepto de Pago por Servicios Ambientales, el cual ha resultado innovador y representa una nueva opción para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Los Servicios Ambientales Hidrológicos pueden ser considerados desde el punto de vista de la disponibilidad y calidad del agua, así como del control de la sedimentación, promoviendo incentivos a los productores de las partes altas de la cuenca para cuidar la calidad y cantidad de agua que aprovechan los usuarios en las partes bajas de la misma cuenca.

Bajo este contexto, el presente estudio tiene como objetivo contribuir a la generación de conocimiento que permita valorar el potencial de oferta de los Servicios Ambientales Hidrológicos en la sub-cuenca del Río Vinazco en Canalejas de Otates, Zacualpan, Veracruz. Esta valoración es importante porque puede contribuir a la definición de esquemas para el pago por Servicios Ambientales Hidrológicos en la región.

El tema de la valoración de servicios ambientales en México es relativamente nuevo y aunque han surgido trabajos de gran importancia al respecto, todavía hay mucho camino por recorrer.

El hacer una valoración económica de los servicios hidrográficos proporcionados por una cuenca, tiene como limitante el que los costos inherentes al uso de los servicios hidrológicos no son considerados dentro de las diferentes actividades realizadas, ya sean productivas, industriales o domésticas, porque todavía no existe un valor definido para ellos. Sin embargo, la importancia de realizar la estimación del valor que tienen los servicios hidrológicos dentro de la región de estudio es muy grande, ya que en caso de existir un mercado de servicios ambientales, nos proporciona una idea de la potencialidad de la cuenca en cuanto al pago por el mantenimiento de la cobertura forestal en las partes altas de la cuenca, y con ello detonar acciones para la restauración y conservación de los recursos naturales existentes.

La presente investigación se aplicó una metodología para la valoración económica de los servicios hidrográficos que provee la Sub-cuenca del Río Vinazco, en Canalejas de Otates, Zacualpan, Veracruz; la cual por sus condiciones de humedad y características geológicas, así como de vegetación, hacen un lugar de importancia en la prestación de Servicios Ambientales Hidrológicos pues capta y dirige sus aguas a zonas colindantes con la Sierra, en especial a los municipios de Huayacocotla, Álamo, Zacualpan, Tuxpan, entre otros del estado de Veracruz.

La población de esta área de estudio se ha venido duplicando con el paso de los años, con ello también la exigencia de más recursos forestales para las elaboraciones de sus casas e igual el consumo de agua. También se dice que la población mundial se duplicó en los últimos 40 años y crecerá aproximadamente un 50% más en las próximas décadas. Esto ha llevado a una marcada degradación de los ecosistemas y de sus servicios. Una evidencia es el hecho de que en 1986 se habría alcanzado la capacidad de carga planetaria y que ella estaría hoy un 25 % sobrepasada (Brown 2004). Por ello los sistemas económicos reaccionaron recientemente con novedosos sistemas de pagos por servicios ambientales (PSA): mercado del carbono, pagos a ganaderos latinoamericanos y otros.

La región donde se localiza la Sub-cuenca del Río Vinazco, en Canalejas de Otates, Zacualpan, Veracruz, se caracteriza por ser un área con un aumento significativo de la población y pobreza; provocando una demanda mayor de bienes y servicios hidrográficos que proporciona la sub-cuenca. Partiendo de esto, se han desencadenado una serie de problemas como son la modificación del uso del suelo, generalmente para convertir las zonas forestales en tierras de cultivo o para el pastoreo extensivo, además de la extracción de madera de forma clandestina. Así, la vegetación propia del lugar se ha ido deteriorando y ahora se observan una serie de vertientes erosionadas y una gran cantidad de zonas con menor captación de agua desprovistas de vegetación, en especial del tipo forestal, lo que como consecuencia ocasiona el deterioro del recurso natural y una calidad deficiente de los bienes y servicios ambientales proporcionados.

Uno de los problemas más severos es que la sub-cuenca presenta en gran parte de su superficie un alto grado de erosión y la pérdida de suelo es marcada al no existir una

cobertura vegetal que lo proteja. Cabe mencionar que la capa superficial, la más productiva, es la más afectada y está disminuyendo la fertilidad del suelo. Sin duda alguna el agua ocupa el primer lugar dentro de la problemática del lugar, ya que es un recurso fuertemente demandado y tiende a su escases, ya que el agua es extraída y transportada a las ciudades de Pachuca y México DF. La disponibilidad de este recurso ha disminuido por la falta de vegetación que permita una infiltración eficiente de agua y por consiguiente una adecuada recarga de los mantos acuíferos. Como otras áreas rurales del país, la región ha sufrido un desarrollo no- sustentable y carente de planeación.

A lo anterior debemos añadir que dentro de la población cercana, no existen los estímulos adecuados para conservar sus áreas forestales, sino que la situación económica y social que se vive, propicia la tala inmoderada y en ocasiones clandestina para obtener ingresos monetarios que se reflejen directamente en la economía de la población, originando con esto una fuerte deforestación en la zona.

Considerando esta fuerte tendencia es urgente implementar mecanismos de PSA para garantizar el funcionamiento de estos ecosistemas que proveen el vital líquido, sobre todo la parte serrana y boscosa en donde nace el río Vinazco, por lo que su conservación es de suma importancia, ya que al no realizar esta acción, se corre el riesgo que desaparezca, generando con esto una escases de agua para los poblados por donde corre su afluente.

El agua es un bien nacional de uso público, donde el Estado otorga derechos de aprovechamiento de aguas (DAA) a particulares. Peña (2003) destaca las siguientes características:

- 1) es un derecho real, (según el Código Civil significa que: “se tiene sobre una cosa, sin respecto a determinada persona”) que recae sobre las aguas y consiste en el uso y goce de ellas.
- 2) por naturaleza, es un derecho real mueble, no obstante, en su gran mayoría corresponde a un bien inmueble, toda vez que se destina al cultivo o beneficio de un inmueble.

3) se expresa en volumen por unidad de tiempo.

4) es un derecho principal, y no subordinado a otro.

El agua que se condensa en las cumbres de las montañas, que luego forman la afluyente de la subcuenca del río Vinazco, no se conoce el valor que esta tiene, ni se conoce a ciencia cierta cuál es el costo por cuidar la zona de bosque que se encarga de captar este vital líquido. Por lo que se dio a la tarea de implementar una valoración económica con el fin de obtener datos de manera hipotética para conocer el valor aproximado que tiene el cuidar el ecosistema que rodea la zona de captación de agua.

¿Porque el ambiente es valioso?, una aproximación emocional muestra que la gente considera importante el ambiente, pero esto no es suficiente para analizar los problemas y tomar decisiones. Si demostramos que tan valioso es, valdrá la pena cuidarlo, conservarlo y manejarlo racionalmente. Todas estas acciones suponen de algún modo incurrir en costos económicos, por lo tanto poner el valor del ambiente en términos económicos, es una forma de inducir a la sociedad y a los decisores políticos, a que manifiesten cuanto se está dispuesto a sacrificar para conservarlo.

La valoración nos señala que el ambiente no es gratis. La valoración sirve para señalar los cambios en la dotación de recursos ambientales: su escasez relativa o absoluta. La economía es la ciencia que administra los recursos escasos, por lo tanto podrá proporcionar las herramientas adecuadas para tomar decisiones entre alternativas, para lo que se necesitará un indicador de importancia relativa.

La valoración traduce el impacto ambiental en valores que pueden ser comparados e integrados con criterios económicos y financieros (costo-beneficio) para tomar decisiones acertadas, dejando menos espacio para juicios subjetivos. La valoración provee un veraz indicador de eficiencia económica.

Sin embargo son pocos los esfuerzos por utilizar métodos económicos para valorar bienes ambientales y con esto darle una mayor importancia, sobre todo al cuidado y conservación del agua y los bosques.

OBJETIVOS

Objetivo general

Estimar la disposición a pagar de los habitantes en la población de Canalejas de otates; Zacualpan y municipio de Huayacocotla, Veracruz, para la conservación de los recursos vegetales que intervienen en el ciclo hidrológico de la sub-cuenca del río Vinazco.

Objetivos específicos

- Identificar los problemas relacionados con los actores involucrados en la provisión y uso del servicio ambiental hidrológico.
- Saber sobre las principales preocupaciones en el ámbito ambiental de la población de Canalejas de otates; Zacualpan y municipio de Huayacocotla, Veracruz.
- Conocer el nivel de percepción general de los beneficiarios acerca de los conflictos asociados al problema del agua.

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1 El Pago Por Servicios Ambientales

El pago por servicios ambientales genera un beneficio económico y social a quienes implementan esta modalidad, mejorando con ello el nivel de vida de la población y su medio ambiente.

Los esquemas de pago por servicios ambientales (PSA) tratan de corregir una falla del mercado al internalizar los beneficios, creando con ello los incentivos necesarios para lograr una eficiente oferta de servicios ambientales.

2.1.1 Definición de Servicio Ambiental

MAYRAND, Karel y PAQUIN, Marc. (2004) Precisan a los PSA, como un mecanismo nuevo, que favorece las externalidades positivas gracias a las transferencias de recursos financieros entre los beneficiarios de ciertos servicios ecológicos y los prestadores de servicios o los gestores de recursos ambientales, el principio fundamental del PSA es que los colectivos que proveen los servicios ambientales deben recibir una compensación y los que se benefician de ellos deben pagar por el bien que reciben. (FAO-REDLACH, 2004: 2) lo conceptualizan como un mecanismo flexible y adaptable a diferentes condiciones, que apunta a un pago o compensación directa por el mantenimiento o provisión de un servicio ambiental, a los pobladores de los ecosistemas productores de los servicios ambientales necesarios para las actividades humanas, incluido el sustento del hombre.

Los ecosistemas naturales proveen una serie de valiosos servicios ambientales, que por falta de la aplicación de sistemas de valoración específicos que permitan compararlos con otros activos económicos, por una deficiente administración o por la carencia de incentivos económicos orientados a su conservación, con frecuencia son sobreexplotados, mal utilizados y casi siempre terminan degradándose fuertemente o desapareciendo.

En términos generales, los servicios ambientales (también conocidos como externalidades positivas) son funciones o características de los ecosistemas o

agroecosistemas, que de alguna manera proveen un beneficio o utilidad a las poblaciones humanas y que, por lo tanto, pueden incidir directa o indirectamente en la protección y mejoramiento del ambiente y de la calidad de vida de las personas (MARTÍNEZ, M., 2004).

Los servicios ambientales se derivan a partir de las complejas funciones, condiciones y procesos naturales de los ecosistemas, los mismos que proveen beneficios económicos y no económicos al ser humano. De esta manera, se evidencia la estrecha relación que existe entre la conservación de ecosistemas naturales saludables y el mantenimiento o mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones humanas.

Mientras más deterioradas se encuentran las funciones o la estructura de un ecosistema, más tiende a deteriorarse el bienestar de la población, debido que los servicios ambientales que se derivan de esas funciones tienden a desaparecer o degradarse (MARTÍNEZ, M.,2004).

Costanza et.al 1998, identifica los principales servicios de los ecosistemas y su funcionamiento a nivel mundial, y sostiene que los servicios de los sistemas ecológicos y las reservas de capital natural que se producen dentro de estos, son críticos para el funcionamiento del sistema de soporte de vida de la Tierra.

Los servicios ecológicos contribuyen directa e indirectamente al bienestar del ser humano y, por lo tanto, representan parte del valor económico total (VET) del planeta. Además, Costanza; 1998, estima que el valor económico promedio de los servicios ambientales (fuera del mercado) es de USD \$ 33 trillones por año.

No obstante, por lo general, el incremento de la cobertura de los ecosistemas naturales implica un costo de oportunidad, debido a la renuncia de los ingresos potenciales que generaría una actividad económica alternativa en esas tierras (BARRANTES, G. y VEGA, M., 2002). Es por esto que, es necesario compensar a los dueños de dichas tierras para que dediquen sus tierras a la protección y conservación de los ecosistemas.

2.1.1 Explicación de algunos bienes y Servicios Ambientales

La característica fundamental de los servicios ambientales es que no se gastan, se transforman durante el proceso, pero generan indirectamente utilidad al consumidor de algún servicio en particular. Por el contrario, los bienes ambientales son aquellos que son recursos tangibles y que pueden ser utilizados por el ser humano como insumo de producción en el consumo final, y que se gastan o transforman en el proceso (AZQUETA, D., FERREIRO, A., 1994).

Indudablemente, los ecosistemas naturales proveen una serie de valiosos bienes y servicios ambientales, que contribuyen tanto al desarrollo productivo por la utilización de su materia prima, como a los bienes de consumo final. Cualquiera que fuera el uso, los bienes y servicios generan beneficios económicos, aunque en la mayoría de los casos estos no son contabilizados y no existe un precio que refleje la escasez absoluta o relativa de los mismos (BARRANTES, G., VEGA, M., 2002).

Actualmente, algunos servicios ambientales son explotados económicamente y otros son de aprovechamiento potencial. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, todavía no existe una contabilidad que muestre los niveles de ingresos que están relacionados con el aprovechamiento de los mismos, a excepción de la regulación de gases de efecto invernadero, de los cuales se está recibiendo un pago parcial de algunos países con altos niveles de contaminación (BARRANTES, G., VEGA, M., 2002).

A continuación se describen algunos servicios ambientales importantes de los ecosistemas, como la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción de carbono), la protección del suelo y fijación de nutrientes, el control de inundaciones y retención de sedimentos, la polinización, la preservación de información genética, el control biológico, la belleza escénica y la protección de suministros de agua.

a) Regulación de gases de efecto invernadero

El crecimiento de bosques a través de la acumulación de biomasa y de aportes de materia orgánica al suelo, ayudan a reducir la cantidad de carbono en la atmósfera y por lo tanto contribuyen a disminuir la concentración de gases de dióxido de carbono.

La regulación de gases es un servicio ambiental potencialmente importante para la disminución de la contaminación atmosférica y el control del proceso de calentamiento global, originada principalmente por la emisión de sustancias tales como los gases de efecto invernadero (GEI), provenientes de diferentes actividades productivas y por el uso de combustibles fósiles (petróleo y carbón).

Barrantes, G. 2002, afirma que este es un asunto de costo-beneficio, ya que algunos estudios comparativos muestran las diferencias en costos de disminución de la contaminación versus la aplicación de tecnologías para el mismo fin.

Un país en vías de desarrollo puede recibir beneficios económicos por el servicio ambiental de regulación de gases que mitigan los impactos negativos generados en el mundo.

b) Protección del suelo y fijación de nutrientes

El servicio ambiental de fijación de nutrientes se produce a través de la captación de carbono, fijación de nitrógeno y del mantenimiento y retención del fósforo y la devolución y reciclamiento de estos nutrientes. Estos procesos se generan por medio de la fotosíntesis; de la simbiosis con bacterias nitrificantes y de procesos de descomposición de materia orgánica y reabsorción de nutrientes respectivamente. La liberación de nutrientes, por medio de la descomposición de residuos orgánicos, constituye un servicio biológico importante ya que favorece la formación de los suelos. La fertilidad del suelo es un componente esencial de los ecosistemas, ya que de ella depende la subsistencia tanto de especies de animales y plantas como de los seres humanos (PIMENTEL, 1998).

Pimentel, 1998, afirma que el 99% de los productos consumidos por el ser humano son productos provenientes del suelo, mientras que el 0.6% son productos procedentes de ecosistemas acuáticos.

La acción de los organismos (microorganismos) y procesos naturales formadores del suelo, son mecanismos fundamentales del suelo, ya que contribuyen al reciclamiento de nutrientes básicos requeridos por el ecosistema, incluyendo nitrógeno, fósforo, potasio y calcio.

Pimentel, 1998, sostiene que la diversidad biológica del suelo no solamente mejora la formación del suelo y la producción agrícola, sino que además aumenta la retención del agua, reduce la escorrentía y la erosión y, por lo tanto, mejora la calidad y la productividad del suelo.

c) Polinización

El servicio ambiental de polinización consiste en la intervención de insectos y otros animales silvestres, fundamentalmente en procesos de reproducción y fertilización de cultivos agrícolas.

Pimentel, 1998, afirma que aproximadamente 20.000 especies de plantas dicotiledóneas nativas en los Estados Unidos, y un estimado de un tercio de las especies de plantas del planeta, dependen de polinización cruzada. En la agricultura de Norteamérica, los cultivos que dependen de la polinización por abejas están valorados en USD \$ 40 billones (PIMENTEL, 1998). Asumiendo que el valor económico a nivel mundial es aproximadamente cinco veces mayor que el de Estados Unidos, la contribución de la polinización en la agricultura mundial se estima que es USD \$ 200 billones anuales.

d) Información genética

Al ser los ecosistemas un banco de genes en su estado natural, estos pueden proveer información genética para el desarrollo de distintas variedades de especies destinadas para actividad agropecuaria; esto no solo permite el descubrimiento de nuevos productos sino que potencialmente podría ayudar a alcanzar mayores niveles de productividad, para

garantizar una adecuada alimentación a una población (BARRANTES, G., VEGA, M., 2002).

Desde el año 1945 la producción agropecuaria a nivel mundial se ha duplicado o cuadruplicado dependiendo del cultivo. Se estima que entre el 20% y el 40% de este incremento en la producción se debe a mejoramientos alcanzados a través de cruzamiento genético incluyendo el fortalecimiento de híbridos y plantas resistentes a plagas, Debido a que todas las plantas cruzadas se derivan de genotipos silvestres que proveen nuevos genes para el mejoramiento de variedades comerciales de cultivos, la conservación de diversas especies de plantas en sus ecosistemas nativos es vital.

La diversidad genética también ha sido fundamental para el mejoramiento e incremento de la producción de la industria ganadera, especialmente del ganado lechero, porcino y avícola (PIMENTEL, 1998).

e) Control biológico

El servicio ambiental de control biológico consiste en la aplicación de técnicas compatibles con la conservación del medio ambiente, mediante la utilización de enemigos naturales en procesos de control de plagas, que actuando de un modo natural, controlan el nivel poblacional de las especies plaga sin ocasionar problemas de contaminación ni de residuos. Tanto la producción agrícola como la ganadera se encuentran limitadas por la incidencia de plagas. Aproximadamente, 70.000 especies de pestes atacan cultivos agrícolas y destruyen más del 40% de toda la producción potencial de alimentos a nivel mundial, a pesar de que anualmente se aplican cerca de tres millones de toneladas de pesticidas alrededor del mundo. Cerca del 99% de pestes que atacan cultivos potencialmente podrían ser controlados con enemigos naturales y la presencia de resistencia genética en plantas huéspedes. Cada insecto considerado peste, tiene de diez a 15 enemigos naturales que ayudan a controlarlo. Se ha estimado que, los beneficios económicos de utilizar enemigos naturales como control biológico, alcanzan a ser al menos de USO \$ 12 billones en los Estados Unidos y cerca de USO \$ 1000 billones a nivel mundial (PIMENTEL, 1998).

En América Latina, el PSA se ha aplicado como una acción local en la búsqueda de repercusiones benéficas regionales y/o globales ante el estrés hídrico que se presenta en escalas locales, regionales y mundiales, la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), la presión que ejerce la población sobre las fronteras forestales para establecer usos agrícolas, asentamientos urbanos irregulares, especulación de suelos periurbanos para vivienda residencial y zonas de servicios, así como el requerimiento de materias primas y productos del bosque; maderables y no maderables.

Entre los Servicios Ambientales Hidrológicos destacan:

- La recarga de los mantos acuíferos
- El mejoramiento de la calidad del agua
- El incremento de los flujos hídricos
- La prevención de desastres naturales, como inundaciones o deslaves
- La reducción de la erosión y sedimentación.

La provisión de estos cinco servicios ambientales, así como muchos otros, se mejorará en la medida que se logre la conservación de los recursos forestales a través de su conservación como cubierta primaria o de su manejo sustentable (INE, 2005).

2.2. Los Servicios Ambientales Hidrológicos en el Mundo

A partir de 1961, los países tropicales han perdido más de 500 millones de hectáreas de cubierta forestal (FAO, 2000.) como resultado de la enorme demanda del consumo mundial que ha crecido en un 50% durante el mismo periodo, Además de su impacto directo sobre la biodiversidad y la integridad ecológica de los ecosistemas, esta situación está llevando a la pérdida de servicios ambientales que juegan un papel preponderante en el sustento, el desarrollo económico, y la salud de las poblaciones de todo el mundo. A pesar de su predominante importancia en la vida de las poblaciones, los servicios ambientales por lo general no son bien valorados o entendidos o simplemente los

tomadores de decisiones, las empresas privadas y/o las comunidades locales los dan por sentados. Consecuentemente, estos servicios rara vez son tomados en consideración por los mercados, debido a la falta de información o conciencia de los consumidores, o por falta de los estímulos económicos adecuados que pudieran influir en el comportamiento de todos los actores involucrados en la producción, conservación, uso, y eventual comercialización de un servicio ambiental (GARDNER. YENGELMAN, R.1999).

Son numerosos los programas y acciones de PSA en países de la región; Costa Rica, Bolivia, Perú, Brasil, Ecuador, Colombia, El Salvador, Honduras, Guatemala, entre otros, han desarrollado acciones innovadoras. Los esquemas de PSA según (QUINTERO, M. y ESTRADA, R. D., 2006:13-15) se han enfocado a: 1) crear conciencia ambiental; 2) generar un mercado de servicios ambientales (mercado de bonos de carbono) y 3) financiar la conservación y provisión de servicios ambientales.

La servidumbre ecológica es una iniciativa local o personal de protección de la biodiversidad que asume un pago en dos modalidades: a) obligatoria (facilita el acceso de paso de agua y de drenaje) y b) voluntaria (garantiza el paisaje o lo que el propietario deseara). El desempeño hídrico es la servidumbre ecológica más frecuente para compensar a poseedores de bosques. (BURSTEIN, J., CHAPELA, G. et. al. 2002:2-38; HERMAN, R., KANDEL, S. et. al., 2004:8-27).

Algunos ejemplos que se han realizado en el mundo para proteger los servicios ambientales hídricos son:

En la ciudad de Nueva York para proteger sus fuentes de agua potable. A finales de los años 90's, dicha urbe incrementó nueve por ciento sus derechos de agua para invertir en la protección de las cuencas hídricas Catskill/Delaware y Croton. Ello se realizó principalmente por medio de un programa de adquisición de terrenos y servidumbres de conservación que amplían el área protegida de la cuenca hídrica a 121,500 hectáreas. Además, los agricultores y productores silvícolas reciben compensación dentro de nuevos programas para retirar de la producción áreas sensibles o para mejorar las prácticas de gestión agrícolas o silvícolas (World Bank y WWF, 2003).

Fondo Nacional del agua (Fonag) en Ecuador. El Fonag recolecta contribuciones de los usuarios del agua, incluido el organismo de manejo hídrico de la ciudad de Quito y una central hidroeléctrica, para financiar prácticas de conservación en la parte alta de la cuenca que abastece de agua potable a Quito (Echevarría et al., 2002). También en Ecuador, la municipalidad de San Pedro de Pimampiro, de la provincia de Imbabura, tiene en desarrollo un proyecto piloto orientado a la protección de las fuentes de agua potable mediante el pago a los usuarios de terrenos en la parte alta de la cuenca para que mejoren su gestión forestal en la zona (WWF y Danida, 2003).

Alrededor del mundo se hace concientización de lo peligroso que son las quemas y tala de bosques pero al parecer debido a la gran sobrepoblación que hay, casi es imposible evitarlo, en algunos lugares que aún se conservan reservas forestales que son las que contribuyen en gran parte a mantener el clima un poco estable, Comisión Nacional Forestal (CONAFOR 2009).

2.3. Los Servicios Ambientales Hidrológicos en México

En el territorio nacional se concentra cerca del 12% de las especies de flora y fauna del mundo, muchas de éstas endémicas. Por lo cual es catalogado como país mega diverso, formando parte de los 17 países que albergan el 70% de la biodiversidad total. De acuerdo con el Inventario Nacional Forestal del 1994; el 29% del territorio albergaba bosques y selvas, de los cuales un 54% eran bosques templados y un 46% selvas secas y tropicales, (CONAFOR, 2009).

Los instrumentos económicos y de mercado han sido utilizados por varias décadas en la prevención de la contaminación y la conservación de los ecosistemas. La mayor parte de ellos tratan de prevenir la contaminación o la destrucción del hábitat por medio de impuestos o derechos ecológicos, y otras herramientas sustentadas en el principio de que "el que contamina, paga, (CONAFOR, 2009).

Por su parte los bosques desempeñan un papel de alta importancia para la conservación de ciclos fundamentales para la vida, como el del carbono, biológico e hidrológico. Sin embargo, el sector forestal de México presenta una problemática alarmante, relacionada

con la deforestación. En particular, por los datos de la (CONAFOR, 2006), la tasa de deforestación anual del país está entre las 200 mil a 1.5 millones de hectáreas. Esta problemática conlleva a la consecuente degradación y pérdida de los ecosistemas forestales; que por su parte en conjunto con la inversión insuficiente y el mal uso de recurso forestal provocan poca competitividad de la industria forestal a nivel internacional, así como poco o nulo desarrollo de los mercados de servicios ambientales, por el desconocimiento que tiene la sociedad en general sobre los beneficios que brindan a los seres humanos.

Entre las principales causas de la continua deforestación en el país se detecta:

- i) el cambio de uso de suelo (debido al crecimiento demográfico, la expansión urbana, así como las políticas públicas que fomentan producción agropecuaria y ganadera).
- ii) la tala ilegal del bosque y la sobre-explotación de los recursos forestales
- iii) las plagas y enfermedades de la vegetación
- iv) los incendios forestales, (CONAFOR 2009).

Para combatir esta situación se han implementado diversos programas y acciones federales de Política Pública Ambiental; dentro de los que sobresale el Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos, operado por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR 2009).

Entre los ejemplos de PSA que se pueden mencionar en México tenemos:

- Chiapas: Organizaciones campesinas venden la captura de carbono a una compañía francesa que promueve carreras de autos.
- Michoacán: Ejidatarios venden un paquete que incluye el cuidado del hábitat de los animales que los compradores cazan.
- Oaxaca: Campesinos indígenas ofrecen su conocimiento y conservación in situ de plantas con un potencial medicinal a institucionales de investigación y compañías farmacéuticas.

- Proyectos para evaluar los servicios ambientales dentro de la Subcuenca Cuxtepeques: Hidrología Superficial de la Subcuenca y Valor Económico de los Servicios Ambientales. Ambos proyectos, apoyados actualmente por el Programa Jóvenes por México (SEDESOL), otorga becas a prestadores de servicio social de Escuelas Públicas.

- Otro proyecto que es parte de las acciones de la SEMARNAT para fomentar el manejo integral de cuencas es la: Elaboración del Plan de Manejo Integral en la Microcuenca Cuxtepeques Alta, Municipio La Concordia, Chiapas. En atención a la problemática identificada en la microcuenca la Comisión Federal de Electricidad (CFE) apoyará con un presupuesto de 2.4 millones de pesos para dar cumplimiento a medidas de restauración establecidas en las autorizaciones de cambio de uso de suelo para líneas de transmisión eléctrica. El trabajo se llevará a cabo en coordinación con la Reserva de la

Biosfera el Triunfo, CNA, Gobierno del Estado, el Municipio la Concordia, Productores de la Región y Servicios Sociales; la Universidad Autónoma de Chapingo es la encargada de la elaboración de este plan. Las actividades por realizar bajo este proyecto son:

- Evaluación de los recursos naturales y Ordenamiento Ecológico del Territorio.
- Evaluación rural participativa.
- Caracterización hidrológica de la cuenca.
- Evaluación de la erosión de suelos.
- Diseño de proyectos productivos tipo.
- Diseño de obras tipo.
- Capacitación a técnicos y productores.
- Integración del programa de manejo en la microcuenca. (Ventura et al., 2006).

Existen dos condiciones necesarias para ofertar servicios ambientales hidrológicos:

i) Una fuente original adecuada y suficiente del recurso hídrico (precipitación)

ii) Una cobertura vegetal conservada y estratificada de tal manera que contribuya significativamente a una mayor intercepción del agua de lluvia, una mayor infiltración en el suelo y una reducción de la erosión y sedimentación.

Es por eso importante conocer los componentes y procesos del ciclo hidrológico para poder realizar una valoración objetiva del potencial para el pago de los servicios ambientales hidrológicos.

En las últimas décadas ha despertado otro interés científico, conocer su papel en el ciclo anual del agua y sus consecuencias en la disponibilidad del agua, esencialmente en regiones semidesérticas. Los trabajos de investigación se han enfocado a los procesos de degradación y erosión del suelo, pero poco se conoce acerca de los mecanismos de transferencia de masa entre la atmósfera y la vegetación suelo y el papel que tienen en la conservación de los recursos hídricos, quizá porque no es tan evidente. En el contexto científico, es coincidente que la preservación y la restitución de las cubiertas vegetales es una forma adecuada de mitigar la erosión y degradación de suelos.

2.4 La cuenca hidrológica

La cuenca es una unidad geográfica definida frecuentemente como el área surcada por los puntos de mayor elevación altitudinal y por la que atraviesan una serie de corrientes que se originan de los escurrimientos provocados por la precipitación y que siguen las modificaciones del terreno. Se compone de diversos elementos que le dan características propias como el relieve, tipo de suelo, vegetación y otras (Sánchez, 1987).

La importancia que representa una cuenca es que constituye la principal unidad para la planeación y manejo de los recursos naturales y es una importante generadora de bienes y servicios hidrográficos y en específico del agua que se puede disponer como recurso para la población, dependiendo de su calidad y cantidad.

La función hidrológica de una cuenca se encuentra íntimamente relacionada con el tipo de vegetación presente y su cobertura, ya que ésta permite una mayor captación de agua que es interceptada y que contribuye a la recarga de los mantos acuíferos.

Prittchet(1986) menciona que una adecuada cobertura forestal tiene efectos importantes sobre los regímenes hidráulicos, destacando la importancia de la cobertura forestal para tener una mejor oferta de servicios hidrográficos a partir de la persistencia del recurso

forestal. Así, para conocer la capacidad de producción hídrica que una cuenca posee, se requiere realizar un balance del recurso hídrico que llega a la cuenca y conocer su distribución en cuanto a su captación, capacidad de recarga, interceptación y escurrimiento superficial para así otorgarle un valor.

Figura 1: Región hidrológica X del estado de Veracruz

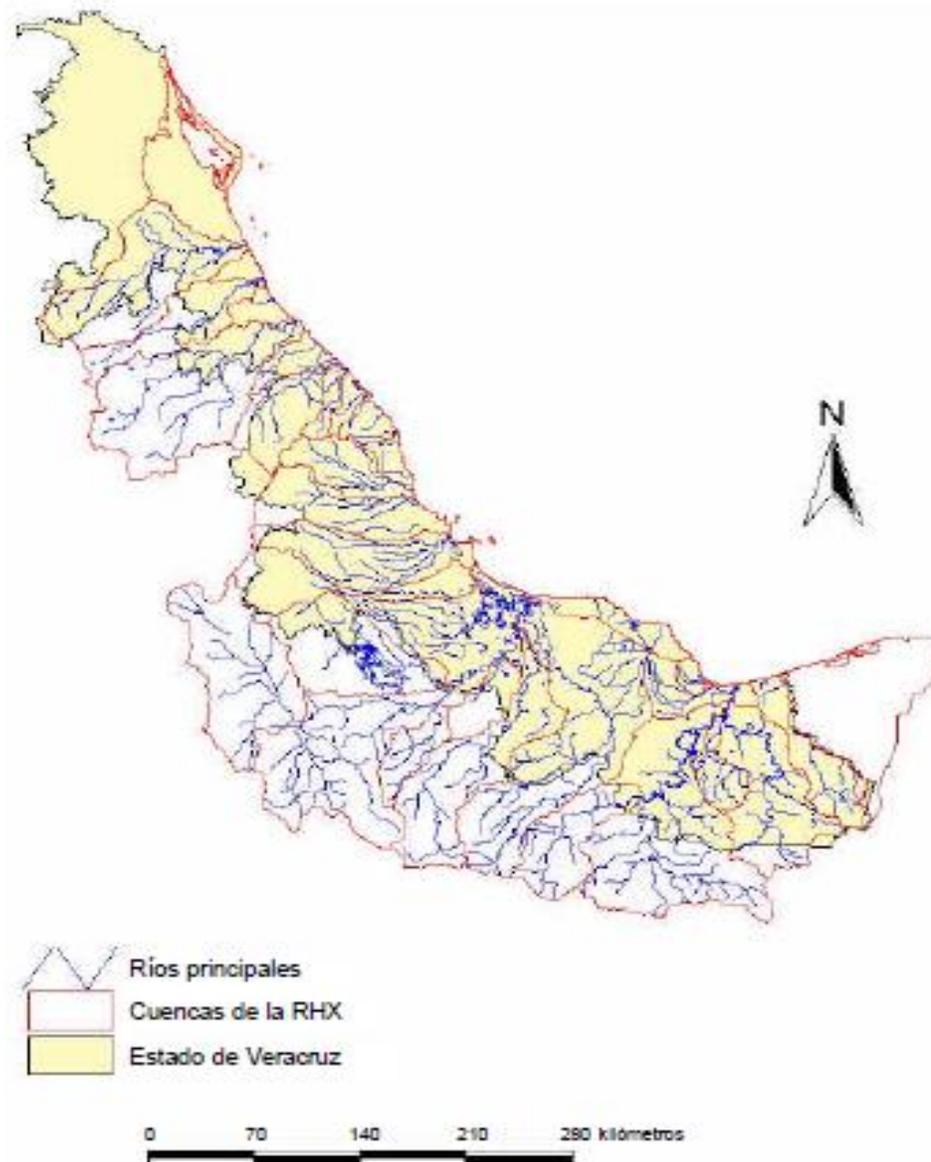


Figura 1. Región hidrológica X. Las 31 cuencas principales que comprenden la Región Hidrológica X (RHX) de la CNA cubren un 85 % del estado de Veracruz. Esta región capta un 12,5 % de la precipitación promedio anual y sus ríos canalizan un 24 % del escurrimiento pluvial promedio anual del país.

2.4.1 El Ciclo Hidrológico

En la Tierra, el agua existe en un espacio llamado hidrosfera, que se extiende desde unos quince kilómetros arriba en la atmósfera hasta un kilómetro por debajo de la litosfera o corteza terrestre. El agua circula en la hidrosfera a través de un laberinto de caminos que constituyen el ciclo hidrológico.

El ciclo hidrológico es el foco central de la hidrología. El ciclo no tiene principio ni fin y sus diversos procesos ocurren en forma continua. El agua se evapora desde los océanos y desde la superficie terrestre para volverse parte de la atmósfera; el vapor de agua se transporta y se eleva en la atmósfera hasta que se condensa y precipita sobre la superficie terrestre o los océanos; el agua precipitada puede ser interceptada por la vegetación, convertirse en flujo superficial sobre el suelo, infiltrarse en él, correr a través del suelo como flujo subsuperficial y descargar en los ríos como escorrentía superficial. La mayor parte del agua interceptada y de escorrentía superficial regresa a la atmósfera mediante la evaporación. El agua infiltrada puede percolar profundamente para recargar el agua subterránea de donde emerge en manantiales o se desliza hacia ríos para formar la escorrentía superficial, y finalmente fluye hacia el mar o se evapora en la atmósfera a medida que el ciclo hidrológico continúa (Chow, 1988).

Cerca del 96.5% del agua del planeta se encuentra en los océanos. Del resto, el 1.7% se encuentra en los hielos polares, el 1.7% en manantiales subterráneos y solamente el 0.1% en los sistemas de agua superficial y atmosférica. El sistema de agua atmosférica, que es la fuerza motriz de la hidrología del agua superficial, tiene solamente $12,900 \text{ km}^3$ de agua, es decir, menos de una parte en 100,000 de toda el agua de la tierra. A pesar de que el contenido de agua en los sistemas superficiales y atmosféricos es relativamente pequeño, inmensas cantidades de agua pasan anualmente a través de ellos. La evaporación desde la superficie terrestre consume el 61% de esta precipitación, y el restante 39% conforma la escorrentía hacia los océanos, principalmente como agua superficial. La evaporación desde los océanos constituye cerca del 90% de la humedad atmosférica. El análisis del flujo y

almacenamiento de agua en el balance global de agua proporciona una visión de la dinámica del ciclo (Chow, 1988).

2.4.1.1 Precipitación

Precipitación es, en general, el término que se refiere a todas las formas de humedad, emanadas de la atmósfera y depositadas en la superficie terrestre, tales como lluvia, granizo, rocío, neblina, nieve o helada.

La cantidad de lluvia se expresa como la altura caída y acumulada sobre una superficie plana e impermeable. Para dichas mediciones se utilizan los pluviómetros y los pluviógrafos. Las medidas características son normalmente la Altura pluviométrica, en mm, la Intensidad de precipitación, en mm/h, y la duración de la tormenta expresada en horas o minutos. Recientemente, con la ayuda de pluviómetros digitales se ha puesto mucho interés en la evaluación de la distribución de intensidades dentro de un evento de lluvia.

2.4.1.2 Escorrentía

La escorrentía superficial consiste en la ocurrencia y el transporte de agua en la superficie terrestre. La mayoría de los estudios hidrológicos están ligados al aprovechamiento del agua superficial y a la protección contra los fenómenos provocados por su movimiento.

De la precipitación que alcanza el suelo, parte queda retenida ya sea en depresiones o como película en torno a partículas sólidas. Del excedente de agua retenida, parte se infiltra y parte escurre superficialmente. Se define como exceso de precipitación, la precipitación total caída al suelo menos la retenida e infiltrada. Puede ocurrir que el agua infiltrada posteriormente aflore en la superficie como fuente de una nueva escorrentía superficial.

Las actividades humanas que cambian el ciclo del agua incluyen:

- * Agricultura
- * Modificación de la composición química de la atmósfera
- * Construcción de presas
- * Deforestación y repoblación forestal
- * Retiro de agua subterránea de pozos
- * Abstracción de agua de ríos
- * Urbanización

2.5 El Papel de la Vegetación en el Ciclo Hidrológico

La destrucción de la vegetación incrementa las tasas de erosión por el incremento de la generación de escurrimientos superficiales y de igual forma rompe el equilibrio de los ecosistemas (Griffiths, 1969; Jane y Green, 1983; Wallis y James, 1972).

Es muy cierto que la pérdida de la vegetación forestal y el manejo de los recursos hídricos especialmente en zonas de montaña es una preocupación científica de actualidad y de interés público. Las relaciones entre el manejo forestal y la erosión es bien conocido cualitativamente, incluso existe cierta sensibilidad del problema.

El desarrollo de los centros urbanos, la construcción de carreteras y los incendios forestales impactan en la en las tasas de erosión porque incrementan la cantidad de sedimentos disponibles para ser transportados y en volumen de escurrimientos superficiales. La vegetación removida favorece la erosión de las superficies

descubiertas y el lavado de la materia orgánica de los suelos, ya sea permanentemente o temporalmente hasta que se restablezca la vegetación. En especial la carreteras modifican el régimen hidrológico de las cuencas porque modifican los procesos de interceptación y redirección de los escurrimientos superficiales (Collen et al., 2006).

Las cubiertas vegetales sean naturales o artificiales, sin importar sus propiedades físicas, hidrotérmicas y ópticas reducen el efecto erosivo de las lluvias y controlan los mecanismos de transferencia de masa entre la atmósfera y el suelo.

Las cubiertas vegetales juegan un papel fundamental en la preservación y generación de suelo, reducen la evaporación de la superficie del suelo (González Sosa et al., 2001), favorece el desarrollo de microclimas y en consecuencia el desarrollo de seres vivos ligados a la vegetación, producción de materia orgánica, etc.

En los últimos años, se ha reconocido el papel de la cubierta vegetal en la preservación de los recursos hídricos y los mecanismos de transferencia entre el suelo y la vegetación (Tromble, 1988; Belmonte-Serrato y Romero-Días, 1993, 1994, 1997).

Estudios en regiones semiáridas y áridas demuestran que las cubiertas vegetales también intervienen en la distribución espacial de la lluvia que alcanza el suelo, genera hasta un 40% de pérdidas por evaporación de la lluvia interceptada, así mismo por transpiración, aun en años secos, ya que las plantas extraen agua de las capas profundas (Trimble y Wery, 1987).

La reforestación es la técnica más utilizada para recuperar la cubierta vegetal y mitigar los procesos de erosión y degradación de suelo, eliminando al mismo tiempo el matorral preexistente o nativo, sin tomar en cuenta que a mediano plazo resulta contraproducente con consecuencias imprevisibles a escala local y regional. Trimble y Weirich (1987).

Meuser (1990) estima que unas décadas después de efectuada la reforestación, los escurrimientos superficiales se reducen en 50%, la transpiración aumenta en un 35%, en consecuencia la recarga disminuye hasta un 40%.

Francis y Thornes (1990) mencionan que el costo por reforestación en el ciclo anual del agua podría ser elevado, siendo de primera importancia para países con recursos hídricos limitados.

2.6 La economía y el valor del medio ambiente

La economía neoclásica establece que la asignación eficiente de recursos sólo puede alcanzarse a través del mercado. Según Azqueta (1994), esta corriente plantea que en un mercado idealmente competitivo confluyen una serie de actores económicos que, a través de una serie de decisiones racionales, generan precios que pueden interpretarse como la representación de preferencias por una serie de bienes o servicios. Las empresas recogen esta información y con esta base organizan el proceso productivo. La competencia entre empresas, así como entre los consumidores, y entre los oferentes de servicios de los factores productivos garantizan que los resultados obtenidos sean los óptimos.

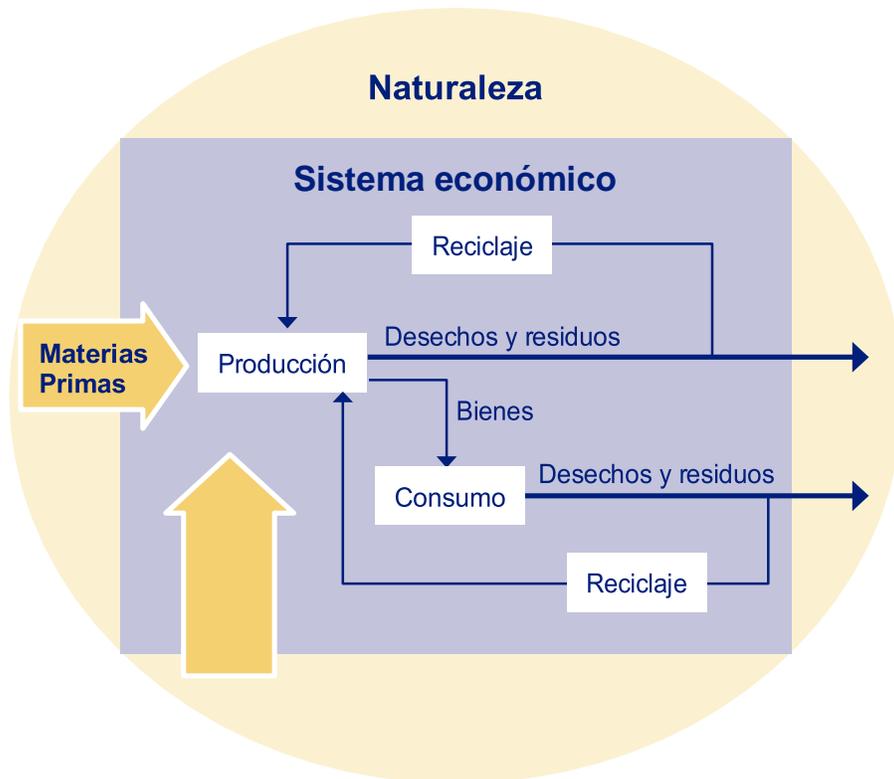
Es en este contexto que la economía ambiental plantea una economía anegada en el sistema natural y se sirve de la naturaleza de dos formas: la primera es el abastecimiento de materias primas y energía para nutrir el sistema económico y que se haga posible la producción y el consumo. Luego encontramos las actividades de producción y consumo que generan una serie de desechos que, tarde o temprano, regresan a la naturaleza, lo que conduce a la segunda función, que es la recepción de desechos y residuos en la naturaleza (ver figura 2)

Generalmente las empresas y la sociedad no pagan por esta segunda función de la naturaleza y surgen así las denominadas externalidades.

Según Azqueta (2002), dichas externalidades aparecen cuando el comportamiento de un agente cualquiera (consumidor o empresa), afecta el bienestar de otro (su función de producción o su función de utilidad, sin que este último haya elegido esa modificación, y sin que exista un precio o un valor monetario que lo compense.

La teoría económica establece que las externalidades son fallas de mercado y para corregirlas es necesario darles un valor que permita su internalización o compensación en las economías de los actores afectados y en el mercado en general. Es en este punto donde cobra importancia la valoración económica.

Figura 2: Sistema económico



Fuente: Field y Field, 2002

2.7 Valoración económica de los recursos hídricos

Los usos que se le dan al agua, así como sus características hacen que sea un recurso importante y difícil de valorar.

Young (2005), agrupa estas características en atributos físicos e hidrológicos de la siguiente forma:

Es móvil: este atributo hace que el agua sea un recurso con alto costo de exclusión, por ello, hacer respetar la exclusión en los derechos de propiedad, que son la base del mercado o de la economía de intercambio, es relativamente difícil y costoso.

Su suministro es muy variable: el abastecimiento de agua está fuera del control del hombre y varía de manera impredecible a lo largo del tiempo, en espacio y en calidad.

Es casi el solvente universal: cuando se encuentra en cantidades abundantes proporciona (desde una perspectiva privada) una capacidad poco costosa de absorber desechos y contaminantes, así como para diluirlos y transportarlos hacia otros lugares.

Existe una fuerte interdependencia entre los usuarios: después de utilizada un gran porcentaje del agua vuelve a los cauces de los ríos (en agricultura se estima que el 50% del agua regresa), causando externalidades negativas.

Los problemas del agua se dan en sitios específicos: las variaciones en el abastecimiento de agua y la demanda local, así como otros problemas relacionados con los recursos hídricos están típicamente localizados, por lo que las políticas y estrategias para resolverlos a menudo deben adaptarse a las condiciones locales.

2.8 Características desde la perspectiva de los usuarios

Young (2005) plantea que debido a que los diversos usos del agua requieren diferentes enfoques de manejo, se pueden agrupar de acuerdo al tipo de beneficio que generan a los usuarios:

- Beneficios como mercancía (bien o servicio).
- Beneficios por asimilar desperdicios.
- Valores estéticos, recreación, pesca, vida silvestre (públicos y privados).
- Preservación de la biodiversidad y ecosistemas.
- Valores sociales y culturales.

Los tres primeros deben ser considerados factores económicos, debido a que al incrementarse su escasez y los problemas relacionados con su distribución entre los diferentes usos, se maximiza su valor económico. Los últimos dos, deben discutirse como valores no económicos.

Las características económicas del agua varían de la competencia a la falta de esta, así como de la exclusión a lo contrario. La rivalidad de los bienes en términos prácticos significa que cuando una persona hace uso de un bien, evita que otra lo use. Por ejemplo, si una empresa embotelladora usa el agua y la vende, está ya no está disponible para usos agrícolas, pecuarios u otros de tipo industrial. Por su parte los usos hidroeléctricos y el enfriamiento de calderas no presentan rivalidad ya que una vez usada el agua, esta retorna a los cauces y puede ser usada por otros actores. Generalmente, a los bienes con rivalidad en el consumo se les conoce como privados, mientras que los que no presentan rivalidad son los bienes públicos o colectivos.

La exclusión se refiere a la capacidad que se tiene para evitar que otras personas hagan uso de un bien. En relación con esto puede decirse que el agua tiene un alto costo de exclusión, debido a su naturaleza física.

Los beneficios del agua como bien incluyen el consumo humano, los usos sanitarios, así como los productivos en la industria, agricultura, comercio y turismo. Este tipo de beneficios se distinguen por ser rivales en su uso, de ahí que tiendan a ser bienes privados.

El valor del agua por asimilar desperdicios es distinto del anterior ya que significa que los cuerpos de agua transportan los desechos y los diluyen. Este valor está más cerca de ser público que privado, debido a la dificultad de excluir a los contaminadores para evitar que sigan haciendo descargas.

Los valores estéticos, recreación, pesquería y vida silvestre se consideraban inicialmente como bienes suntuarios, pero actualmente esto ha cambiado. De la misma forma, la asimilación de desechos, la recreación y los valores estéticos están más cerca de ser bienes públicos porque son de libre acceso.

Los valores de no uso constituyen otro valor económico potencial del agua. Los beneficios de no uso son aquellos por los que el individuo está dispuesto a pagar no importando si no se beneficia de ellos o no los experimenta. Un ejemplo de estos beneficios son las contribuciones voluntarias para preservar especies de peces (a pesar de lo controversial de este tema, muchos economistas están de acuerdo en que los valores de no uso deben incluirse junto con los de uso para obtener un valor económico más preciso) (Carson, 1999 y Freeman, 2003).

La demanda de agua varía tanto como la oferta. Las necesidades para agricultura oscilan con los cambios de la temperatura, y los patrones de lluvia varían según las estaciones del año a lo largo de ciclos. La demanda de agua residencial e industrial varía dependiendo de las consideraciones diarias, semanales y estacionales. De ahí que los sistemas de almacenamiento y transporte, así como las instituciones que los manejan deben estar preparados para satisfacer las descargas en horas pico y en los períodos de alta demanda.

2.9 Actitud social hacia el agua

Debido a que el agua es esencial para la vida y la salud, como bien enfrenta, más que otros bienes, conflictos entre los valores sociales y culturales y el valor económico. De hecho muchos rechazan las asignaciones basadas en mercados y se inclinan por enfoques de regulación.

Para muchos, el agua tiene valores culturales, religiosos, y sociales, y estas personas prefieren que no se trate al agua como una mercancía. De hecho, hay quienes rechazan ponerle precio a algo que es necesario para la vida.

Aunque este enfoque resalta la necesidad del agua para la vida, tiende a ocultar el hecho de que en la mayoría de las sociedades solamente una cantidad minúscula de agua se usa directamente para beber y preservar la vida del hombre. La mayor parte se usa para brindar comodidad, confort y placer estético.

2.10 Consideraciones políticas y legales

En este ámbito, deben hacerse las siguientes tres consideraciones políticas y legales con respecto a la valoración económica del agua:

- Es necesario considerar los costos de transacción con relación a la escasez relativa del agua: El término costo de transacción se refiere a los recursos necesarios para establecer, operar y hacer cumplir la distribución y manejo de estos o su sistema de regulación. Debido a las características de la oferta y la demanda del agua, en muchos casos los costos de transacción, manejo y distribución tienden a ser más altos que su propio valor. De manera general, puede decirse que en los lugares en donde hay abundancia de agua las leyes tienden a ser simples y no existe mucha presión por hacerlas cumplir, en tanto que en los lugares donde el agua es escasa se han desarrollado sistemas de manejo más complejos.

- El impacto acumulativo de muchas decisiones pequeñas: En las instituciones de gobierno, quienes definen las estrategias en torno a la administración del agua se enfrentan a los problemas que generan las decisiones de actores individuales (lo que ocurre cuando no existen regulaciones claras para el manejo del recurso). Por consiguiente, cada decisión individual con respecto al uso del agua tiene un impacto en el recurso, pequeño si se considera aisladamente, pero significativo si se suman de todas las decisiones individuales sobre el uso y contaminación de las aguas. En resumen, las regulaciones eficientes de los actores individuales, aunque costosas y complejas en su administración, se vuelven necesarias para lograr una apropiada gestión de los recursos hídricos.
- El agua como un recurso de uso común: Estos recursos se caracterizan por ser rivales y porque los costos de exclusión son relativamente altos. El problema surge cuando los derechos de propiedad no están bien definidos y por ende los usuarios no tienen ningún incentivo para hacer un uso eficiente del bien ni piensan en conservarlo para el futuro; por el contrario consideran que otros los pueden excluir de su uso, lo que puede generar una sobre explotación de este. Por ello, en todo marco legal y de política es necesario que los derechos de propiedad por el uso del agua estén bien definidos.

En resumen, las características únicas del agua hacen que sea un recurso poco usual, debido a numerosas razones físicas, económicas, sociales y políticas, lo que nos enfrenta a numerosos retos para valorarlo y medir los costos y beneficios, así como para establecer arreglos institucionales apropiados.

2.11 El rol de la valoración económica en la gestión del agua

Se podría decir que la valoración de los servicios hidrológicos de los ecosistemas incluye los valores de uso (municipal, agrícola, industrial, ecológico, amortiguamiento, mitigación de daños, recreacional e intrusión de agua de mar) y de no uso, como los valores de existencia y legado.

Una de las principales ventajas del método de valoración contingente para los servicios hidrológicos es que se trata de un método que mide los valores de uso y no uso (Committee on Valuing Ground Water, 1997)

Se han realizado investigaciones aplicando el método de valoración económica, todas ellas basadas en el cuidado, conservación y valoración económica y cuántica del recurso hídrico.

A continuación se describen algunos estudios realizados sobre valoración relacionada con recursos hídricos.

1. Valoración económica del servicio hidrológico del acuífero de La Paz, B.C.S (Huato Soberani, Murillo Amado, et al. 2008)

El acuífero de La Paz se localiza en la porción costera sureste del estado de Baja California Sur, en el denominado valle La Paz, que se ubica entre los paralelos 23°47'24" a 24°10'12" latitud norte, 110°04'48" a 110°35'12" longitud oeste con una superficie de 1 275 km² (Cruz, 2007). El acuífero brinda el servicio de provisión de agua a la ciudad de La Paz, que cuenta con una población de 162 954 habitantes. El volumen total de agua concesionado fue de 30 018 597m³ para 2005, del cual 60.86% se destinó al consumo público-urbano, y 34.79% al sector agrícola (Conagua, 2005).

El objetivo de este trabajo fue realizar la valoración económica del acuífero de La Paz, Baja California Sur. Para conocer la disponibilidad a pagar (DAP) de los hogares por la provisión de agua y se utilizó el método de valoración contingente (mvc).

Los resultados revelan que el consumo diario del agua determina la DAP, implicando que hogares con mayor consumo tienen una menor DAP. Los hogares con distribución del agua de riego alternativamente presentan una mayor DAP, respecto de aquéllos con flujo continuo.

2. Valoración del servicio ambiental hidrológico en el sector doméstico de San Andrés Tuxtla, Veracruz, México (Del Ángel Pérez, Rebolledo Martínez, et al. 2008)

La zona posee una abundancia de recursos hídricos que se explica por su ubicación dentro de una de las cuencas más sobresalientes del país: la del río Papaloapan (INE, 2000). Las lluvias se presentan en verano, aunque, dependiendo de los ciclones, se

extienden hasta el otoño. Los valores máximos de precipitación se registran en septiembre debido a los ciclones que llegan a la zona, mientras que los mínimos se registran en abril y mayo.

Los objetivos de este estudio fueron los siguientes:

Obtener la percepción del valor del bosque y paisajes alternativos de la zona del volcán de San Martín Tuxtla, para la población de San Andrés Tuxtla, Veracruz y determinar la disposición a pagar (DAP) para mantener el dosel en beneficio de la hidrología regional, en el volcán de San Martín Tuxtla, por consumidores domésticos de agua en la población de San Andrés Tuxtla, Veracruz, utilizando el método de valoración contingente.

Durante 2007 se realizó trabajo de campo en el municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz, localizado en la Costa del Golfo de México. Se combinaron herramientas de trabajo de campo, información secundaria y de primera mano, obtenida a través de encuestas y entrevistas con escalas basadas en percepciones y el método de valoración contingente (Saz et al., 1998; Turpie, 2003). La combinación de diferentes métodos tuvo como objetivo capturar la complejidad de los valores y el paisaje cultural de la zona de investigación (Clark et al., 2002; Pouta et al., 2002.)

Los resultados que se obtuvieron de esta investigación respecto al método de valoración contingente son:

De la población estudiada, 84% manifestó disposición positiva al pago. De cierta manera fueron personas que reciben algún ingreso; mientras que el segmento que no está de acuerdo en pagar o desembolsar efectivo (16%) fue el que no tiene suficientes ingresos o carece de ellos, además argumentaron que es obligación del gobierno todo lo vinculado a conservación, por lo que deberá compensar a los productores a través de programas apropiados como el Pago (PSA) y subsidios sociales, utilizando solamente recursos fiscales. También la población que está dispuesta a pagar para mantener el dosel en el volcán de San Martín Tuxtla, incluyó a personas que de alguna manera reciben ingresos mayores, tienen mayor escolaridad, son adultos de mediana edad, y aunque se incluyen ambos sexos, la proporción de varones es mayor a la de las mujeres.

3. Valor de existencia del servicio ecosistémico hidrológico en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur, México. (Sánchez Brito, Almendarez Hernández, et al, 2012)

Uno de los servicios ecosistémicos de mayor relevancia es el servicio hidrológico, ya que se considera como un servicio base para el resto de los servicios del sistema. Para este servicio ecosistémico en particular, los instrumentos de manejo tienen la función de gestionar la demanda de agua necesaria que genere los incentivos suficientes, de manera que el uso del agua sea eficiente y racional, manteniendo su calidad, ya sea mediante el establecimiento de programas y medidas de mitigación, en caso de que el recurso esté en peligro de contaminación, o mediante la búsqueda de fuentes alternativas que permitan mantener el abastecimiento de agua (captación del agua de lluvia, por ejemplo). En este sentido, los instrumentos de manejo para los recursos hídricos están basados principalmente en su mercado, por lo que es de gran importancia su adecuada valoración con la finalidad de optimizar su uso.

La Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna se localiza en la parte meridional del estado de Baja California Sur, ubicada en los municipios de La Paz y Los Cabos, y cuenta con una extensión territorial de 112 437 ha. Fue decretada como tal el 6 de junio de 1994 y forma parte de un macizo montañoso donde la Reserva ocupa una extensión de aproximadamente 48 km de largo y 20 km de ancho (CONANP, 2003). La Rbsla es el principal lugar de recarga de los mantos freáticos de los municipios de La Paz y Los Cabos. Tres ciudades importantes. La Paz, Los Cabos y San José del Cabo dependen de la provisión de agua que capta la Reserva, incluyendo diferentes localidades rurales como son: Todos Santos y Pescadero en el litoral del Océano Pacífico; San Antonio, El Triunfo, San Bartolo, Los Planes, Santiago, Miraflores y La Ribera en el litoral del Golfo de California, aunado a 65 localidades que se encuentran dentro de la Reserva, con una población de 738 habitantes (CONANP, 2003).

El objetivo principal del presente trabajo es estimar la DAP de los servicios hidrológicos que proporciona la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna (Rbsla) a las principales ciudades y localidades rurales de los municipios de La Paz y Los Cabos por medio del

MVC, con el fin de proporcionar criterios económicos para la obtención de recursos financieros para el desarrollo de programas de manejo del agua que incorporen la conservación de la Reserva.

El método utilizado para estimar el valor de existencia de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna fue el de valoración contingente. A esta técnica se recurre cuando no existe mercado para los bienes o servicios públicos ambientales a valorar; o donde se presentan fallas de mercado, donde es complicado asignarles un precio. Esta herramienta, mediante el ejercicio de preguntas, busca determinar en términos monetarios el valor de los cambios en el bienestar de los individuos que surge de modificaciones en el bien o servicio que presta un ecosistema. La pregunta que se formula a los encuestados es la cantidad de dinero que estaría dispuestos a pagar por un beneficio ambiental o lo que estarían dispuestos a aceptar como compensación por un determinado daño ambiental.

Resultados de la convocatoria para el año 2010 para el pago de servicios ambientales en Baja California Sur (B. C. S.), el resultado fue una superficie de 13 288 ha (la superficie total del área elegible para el pago de servicios ambientales en ambas modalidades en el estado es de 1 711 297 ha), donde 100 por ciento fue para el pago en la modalidad de conservación de la biodiversidad. El municipio de Mulegé concentra 84.6 por ciento, Loreto 14.3 y La Paz 1.1 por ciento; para el año 2011 no se registró ningún nuevo beneficiario por pago de servicios ambientales (Conafor, 2011).

En caso de que la población de B. C. S. que se encuentra en zona elegible quisiera solicitar el pago en la modalidad de servicios hidrológicos (57 323 ha) solamente accedería al área 3, donde el pago es el más bajo, con un monto de 382 pesos/ha/año. Sin embargo, los resultados obtenidos de la DAP por la conservación de los servicios hidrológicos en la Reserva por hectárea dentro de la zona elegible resultaron ser mayores si los contrastamos con el monto otorgado por la Conafor, es decir, son más altos los beneficios económicos que se pueden recaudar por la vía de implementar un programa de manejo para la conservación del agua subterránea, de tal forma que el abastecimiento de agua sea el adecuado.

4. Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques de México (H. Manson 2004)

El manejo de los recursos hídricos es uno de los retos ambientales más importantes que los seres humanos tendrán que enfrentar en este nuevo siglo. En México, una crisis severa causada por el mal manejo del agua está siendo acentuada por las altas tasas de deforestación y la pérdida de los servicios hidrológicos proporcionados por los bosques y selvas del país.

Cada vez existe más información sobre las relaciones que existen entre los bosques y selvas como reguladores del agua en los trópicos, sin embargo hay poca difusión para el público en general y los responsables de la toma de decisiones en particular. La unidad física básica en la regulación del agua es la cuenca (Maas, 2003). Muchos de los patrones hídricos que se observan en una cuenca dependen de su relieve y pendiente, así como su tamaño, ubicación geográfica y tipo de suelo. Sin embargo, los ecosistemas boscosos en las cuencas también juegan un papel sumamente importante en la regulación de los patrones hídricos, incluyendo la cantidad y calidad del agua que emana de las mismas.

Los objetivos fueron: revisar la relación que existe entre el agua y los bosques, su estado actual y el impacto que tiene su deterioro sobre la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos y Resaltar la importancia de la creación de mercados para los servicios hidrológicos proporcionados por los bosques y selvas de México como una herramienta nueva para promover la conservación de estos ecosistemas y el uso sustentable de los recursos naturales renovables del país.

Se propone el establecimiento de esquemas de pago por estos servicios ambientales (PSA) como un mecanismo prometedor para aumentar la cobertura boscosa y favorecer el manejo sustentable de los recursos naturales en el país. En particular, se discute el establecimiento de mercados enfocados en la conservación del agua potable y la producción de energía hidroeléctrica,

Estimar el valor económico del agua proporciona señales de la escasez relativa, de ahí que el manejo integrado de las cuencas requiera la estimación de los beneficios o de los valores en la disponibilidad de agua.

Como se menciona anteriormente, la teoría económica plantea que la asignación eficiente de recursos escasos en diferentes sectores o para diferentes usos, requiere de una idea del valor y la ganancia que se generará en cada uno de ellos.

En ausencia de mercados o cuando estos son ineficientes, la evaluación de las decisiones económicas para la distribución de los recursos requiere que se apliquen métodos para estimar su valor.

5. Demanda, disponibilidad de pago y costo de oportunidad hídrica en la Cuenca Tapalpa, Jalisco (López Paniagua, González Guillén, et al. 2007)

Para conocer la factibilidad de la creación de un mercado de servicios ambientales hidrológicos, se requiere contar con información sobre la oferta y demanda hídrica del lugar.

La cuenca Tapalpa, localizada en el estado de Jalisco, ha sufrido un deterioro gradual del recurso hídrico en las últimas décadas. Esta situación se explica por el aumento poblacional y la creciente actividad turística en la región, conjuntamente con un acelerado cambio de uso del suelo de natural a otros usos (residencial, agrícola y pecuario). El uso irracional y desmedido del recurso hídrico, aunado a una fuerte subvaluación económica reflejada en las bajas tarifas monetarias pagadas por el consumo de agua, han contribuido a acentuar el problema. Por ello, es importante la aplicación de políticas e instrumentos que permitan la conservación del mismo.

El objetivo del estudio es caracterizar la demanda de agua por tipo de sector, sea doméstico, agropecuario o industrial y comparar si la disponibilidad de pago de los usuarios cubre el costo de oportunidad de uso de los terrenos en el área de la cuenca hidrográfica de Tapalpa, estado de Jalisco, México.

El MVC ha sido utilizado para estimar el valor de bienes o servicios que no cuentan con un precio per se en el mercado. Consiste en preguntar directamente a los consumidores, actuales o potenciales, su DAP por obtener el SAH o un cambio en la cantidad o calidad del mismo (Larqué, 2003; Dixon y Pagiola, 1998). Con preguntas apropiadamente enunciadas, el MVC puede proveer una estimación que incluya la totalidad de los costos y beneficios percibidos ante cambios ambientales, en contraste con otras técnicas (por ej., costo de viaje, análisis hedónico, transferencia de beneficios, entre otros), las cuales a menudo sólo proveen una estimación parcial de los costos y beneficios ambientales. Sin embargo, debido a la necesidad de describir en detalle los servicios que están siendo valorados, las entrevistas que se realizan como parte del MVC a menudo consumen mucho tiempo y pueden no estar orientadas para que el participante conteste objetivamente, sino de manera sesgada hacia lo que se quiere probar. Por lo que es muy importante que los cuestionarios sean ampliamente validados para evitar cualquier fuente de sesgo y error (Dixon y Pagiola, 1998).

En los resultados se obtuvo la estimación de la disponibilidad a pagar (DAP) por el recurso hídrico (RH), además de un análisis del costo de oportunidad del uso del suelo para "producción" de agua. El análisis indicó que el RH utilizado asciende a 23 171 885 m³/año. El 93% de éste se utiliza en el sector agrícola, principalmente en la producción de hortalizas y cultivos básicos. La DAP calculada por el RH es mayor en el sector servicios (76,7% de los casos dijeron estar dispuestos), en comparación con los otros sectores encuestados. Sin embargo, la mayor participación monetaria en la DAP total estuvo dada por el sector doméstico, con 46,5% del total, con \$3 064 301 pesos al año. Adicionalmente se determinó que la escolaridad tiene una relación directa con la DAP por RH, mientras que la edad presentó una relación inversa. El valor estimado de la DAP total fue menor que el costo de oportunidad para conservar la superficie boscosa de la cuenca, presentando un déficit anual de \$27 201 313 pesos, y sólo cubre el 10% de dicho costo de oportunidad. Al agregar el costo asociado a la recuperación de la superficie forestal actualmente en otro uso (áreas en conflicto), el déficit anual se incrementaría a \$45 130 988 pesos y la DAP se reduce a sólo 6% del costo de oportunidad total.

6. Valoración Económica de los Servicios Hidrológicos: Subcuenca del Río Teculután Guatemala (Martínez y Dimas 2007)

El presente trabajo se desarrolló como parte de las actividades del proyecto “Compensación Equitativa por Servicios Hidrológicos: Fase I, Preparando el Caso de Negocios”, iniciativa de CARE y WWF que pretende la implementación de esquemas de compensación por servicios hidrológicos, CSH, que aseguren un manejo sostenible de las cuencas y reduzcan la pobreza de las comunidades en las áreas de trabajo.

El proyecto está siendo implementado en cinco países alrededor del mundo (Tanzania, Filipinas, Indonesia, Perú y Guatemala) y consta de dos fases. En la primera, que tuvo una duración de 18 meses, se desarrollaron los estudios que dan soporte técnico y científico a las iniciativas de compensación por servicios hidrológicos.

La segunda fase tendrá una duración de cuatro años y en ella se implementarán, en el campo, las acciones proyectadas en la primera.

Los estudios realizados durante estos primeros 18 meses fueron: 1) Legal e institucional, 2) Selección de cuencas, 3) Hidrológico, 4) Sistemas de Vida, 5) Valoración económica y Análisis de costo - beneficio.

Estos trabajos se desarrollaron de manera secuencial, de tal forma que si los hallazgos de uno eran positivos se daba curso al siguiente estudio. Se partió de que, en primer lugar, deben existir las condiciones legales e institucionales favorables para poder implementar el esquema; en caso de que fuera así, se seleccionaban las cuencas con las condiciones mínimas requeridas para que un CSH funcionara tal y como se indica en el primer documento de esta serie. Al cumplir con este requisito, se determinó el tipo de servicio que brindan las comunidades a través del estudio hidrológico, así como las condiciones para que las comunidades se beneficiaran social y económicamente con el desarrollo del esquema. Finalmente viene la valoración económica y un análisis de costo -beneficio para determinar el valor de los servicios hidrológicos y evaluar la viabilidad financiera del proyecto.

En Guatemala, entre las áreas con la mayor probabilidad para implementar un esquema de CSA se seleccionaron las subcuencas de los ríos Teculután y Pueblo Viejo.

El estudio que tiene como objetivo la valoración económica y un análisis de costo - beneficio que demuestre la viabilidad financiera de un esquema de compensación por servicios hidrológicos en la subcuenca del río Teculután. Para ello fue necesario determinar la disponibilidad de pago de las comunidades usuarias de los servicios hidrológicos que proveen la parte media y alta de esta subcuenca. La metodología utilizada fue la valoración contingente, que se basa en el desarrollo de un mercado hipotético, donde los usuarios de los servicios hidrológicos pagarían para reforestar las partes media y alta de la cuenca e implementar prácticas agrícolas apropiadas que contribuyan a mantener la cantidad de agua disponible en verano y a reducir la cantidad de sedimentos durante la estación lluviosa, con lo que los volúmenes de agua potable para consumo doméstico y su calidad se incrementarían. La encuesta se aplicó a una muestra de 160 familias de las 3,174 que se abastecen de agua de la subcuenca del río Teculután con una confianza del 95%. El análisis cuantitativo de la información se hizo utilizando el paquete estadístico SPSS, mientras que el análisis econométrico se hizo con un modelo Logit a través del programa LIMDEP (Limited Dependent Variable) 7.0.

Los resultados obtenidos a través de la valoración contingente constituyeron los beneficios que se contrastaron con los costos de la implementación del proyecto, que comprenden los costos de reforestación y mantenimiento de las plantaciones que se establecerían, así como los costos de oportunidad de la tierra. Con respecto a la pregunta sobre la disposición a pagar, DAP, el 70% de los entrevistados respondió afirmativamente y al igual que en otros estudios, a medida que los montos contenidos en la cuestión aumentaban, la probabilidad de obtener respuestas positivas iba disminuyendo. De aquellos dispuestos a participar el 60% expresa que el pago debe hacerse a través de la municipalidad, el 25% afirma que debe hacerse a través de un fondo que se crearía para este fin, 7% dice que el pago debe efectuarse a través de la Asociación para la Recuperación del Río Teculután y Sierra de las Minas (ARTSIM) y finalmente, un 4% opina que debe darse a través del Fondo del Agua. De los que no estaban dispuestos a

pagar el 94% dice que su situación económica no se lo permite y el restante 6% considera que la corrupción puede evitar que los fondos lleguen a su destino.

2.12 Valoración de los Servicios Ambientales Hidrológicos

Durante las últimas décadas la preocupación por el medio ambiente ha despertado interés en los diferentes sectores debido a que el deterioro y degradación del ambiente demuestra serios impactos sobre la naturaleza, el bienestar de las personas y sobre el desarrollo sostenible en general. El concepto de sustentabilidad implica que el uso de los recursos naturales a corto plazo debe ser sustituido por uno de largo plazo, para hacerlos disponible a las necesidades de generaciones futuras. Una de las bases que sustentan el desarrollo son los recursos naturales (suelo, agua, bosque y biodiversidad), y de su buen manejo y uso apropiado dependen la calidad ambiental y el bienestar del hombre. Estos recursos proporcionan beneficios no ambientales (por ejemplo en el caso del recurso forestal estos son la madera, leña frutas) y beneficios ambientales (secuestro de carbono, protección de suelos, agua, biodiversidad, etc.).

El desconocimiento del valor económico de los recursos naturales ha contribuido a su deterioro, por lo cual una valoración adecuada de los beneficios ofrecidos por los recursos naturales como bienes no ambientales con precio y mercado, así como de los bienes ambientales sin precio, sin mercado y no transables, facilita el diseño e implementación de políticas acordes a las necesidades de la población urbana y rural, salvaguardando la naturaleza y los sistemas productivos que posibilitan el desarrollo.

El conocer este valor por parte de los poseedores de los recursos generadores del servicio ambiental permite establecer una base en el arreglo con los beneficiarios ya que se espera que ambos conciben que son en cierto grado recíprocamente dependientes.

Un bien tiene precio y valor. El precio, es el punto en el que coinciden los costos del productor con la valoración subjetiva del consumidor en una economía de mercado, el cual generalmente es una ponderación promedio de los costos en que se incurre, los

costos también son variables, cada productor puede enfrentar costos distintos; el valor es la apreciación subjetiva del bien que hace cada persona o sector, por lo cual es variable.

El concepto de bien económico que se le da a un recurso (agua, bosque, etc.) constituye el motivo básico de interés de establecer su valoración económica. Este interés aumenta conforme aumenta la escasez relativa del recurso, en este sentido la estimación de su valor económico puede ayudar a diseñar estrategias que permitan un mejor uso. El precio no incorpora todo el valor de las funciones ecológicas de los recursos, siendo estos subvalorados, lo cual debe ser corregido a través de la generación de información al respecto y del perfeccionamiento de técnicas para valoración o creación de mercados de bienes ambientales que no tienen mercado explícito.

El análisis de costo-beneficio es una manera simple de diagnosticar si un proyecto o actividad de desarrollo es viable o no; se basa en la apreciación de que vale la pena llevar a cabo un proyecto si los beneficios que se obtendrán del mismo son mayores que los costos en que se incurre. En lo que respecta al ambiente, existen métodos que intentan cuantificar los costos y beneficios ambientales (al menos estimaciones).

En el análisis económico para la medición de costos y beneficios ambientales, se deben considerar cuatro aspectos básicos: determinación de impactos, valorización de los impactos, tasa de descuento, riesgo e incertidumbre (Banco Mundial, 2010).

La valorización de los efectos en términos monetarios consiste en hacer una estimación del valor del ambiente y los recursos naturales. Debido a que estos bienes no tienen precio de mercado, su valoración se hace a través de diferentes metodologías de estimación. Esta etapa requiere de rigurosa identificación de beneficios y costos, para de esta forma incorporar los costos y beneficios de las externalidades.

Riesgo e incertidumbre: Los riesgos se relacionan con las probabilidades asignadas al acontecimiento de un evento; la incertidumbre describe una situación en la que se conoce poco o nada. Cuando los proyectos crecen e introducen sustancias al

nuevo ambiente, el riesgo se vuelve menos importante y la incertidumbre más importante. El riesgo puede contarse como un costo, la incertidumbre con una política de cuidado general.

Valores económicos: “El valor económico lo forman dos tipos de valores: los de uso pasivo y los valores de uso activo. Los primeros son aquellos que los individuos otorgan a un bien, aunque no hagan un uso activo del mismo; este tipo de valores se suele subdividir en valores de herencia y valores de existencia. Los valores de herencia se refieren al valor de legar los beneficios a las generaciones futuras y los de existencia a asignar un valor a un recurso simplemente porque existe.

A su vez los valores de uso activo presente se encuentran divididos en valores de uso directo y valores de uso indirecto.

Algunos autores (Munasinghe y Lutz 1993) clasifican a los valores de uso directo en valores de uso extractivo y valores de uso no extractivo. Entre los primeros se encuentran [En el caso de los ecosistemas de Mangle] la leña, la madera y los taninos. El principal uso de la leña es el doméstico, y aún en hogares con gas se llega a utilizar la madera de mangle; además del uso de la leña en el hogar tiene aplicaciones comerciales como la venta de pescado tatemado en madera de mangle, que es un manjar que gusta a los turistas y una fuente de ingreso local. Otros de los usos directos de la madera es su aprovechamiento en forma de varas para las cercas del ganado, el secado del tabaco, tutorados para la siembra de hortalizas, construcción de casas y enramadas, guacales para transportar frutas y construcción de trampas para la pesca ribereña de camarón. Finalmente, los taninos generados por el mangle (principalmente por el mangle rojo) son utilizados por la industria de la curtiduría para dar tratamiento a las pieles. En lo que se refiere a los valores de uso directo no extractivo, destaca el disfrute de los servicios recreativos y paisajísticos así como la observación de aves.

Los valores de uso indirecto se refieren a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. A diferencia del valor de uso directo, el indirecto generalmente no requiere del acceso físico del

usuario al recurso natural, pero sí de la presencia del recurso en buenas condiciones. Los valores de uso activo indirecto se pueden clasificar en valores ambientales y valores ecosistémicos (CONABIO 1998).

Entre los servicios ambientales destacan el filtrado de aguas residuales, la protección contra tormentas y el funcionamiento del ecosistema como criadero de especies pesqueras. Por otra parte, entre los valores ecosistémicos se encuentran la captura de carbono, la fijación de nitrógeno en el suelo y la auto preservación del ecosistema."(Sanjurjo y Welsh, 2005)

2.13 Métodos de Valoración Económica

Según Field (2005) y Azqueta (2002). Los métodos de valoración se dividen en tres grupos.

En el primero están los métodos basados en los precios de mercado donde los recursos naturales tienen un precio en los mercados locales o internacionales, caso del agua embotellada o la madera en pie. Dentro de estos métodos se contemplan los cambios en la productividad y las pérdidas de ingresos (o de la ganancia).

En el segundo están los métodos basados en precios indirectos, en los que la estimación del costo de un bien o servicio se realiza a través de sustitutos imperfectos, como por ejemplo, la determinación del valor de un lago con base en la estimación del valor de un balneario, que puede brindar un bienestar similar a las personas que deseen recrearse en él. Estos métodos contemplan costos de reemplazo, gastos preventivos, costos de restauración, costo de oportunidad y bienes sustitutos.

Por último están los métodos basados en mercados hipotéticos, que se basan en construir un mercado en el que se introduce a los usuarios de ese bien o servicio, con el fin de medir el bienestar que aporta. Se fundamentan en la aplicación de encuestas, mediante las que se determina la disposición a pagar o a ser compensado por el desarrollo de un proyecto o por un bien o servicio específico o las modificaciones a este. Aquí se contemplan los costos de viaje, precios hedónicos y valoración contingente.

2.13.1 Métodos basados en precios de mercado

- Cambios en la productividad: se evalúan los cambios en la producción y en los insumos, asignándoles un precio de mercado.
- Pérdida de ingresos (o de ganancia): estimación por medio del cálculo de los ingresos que se dejan de percibir a causa de cambios en los medios de producción, ocasionados por los servicios ambientales o la falta de estos.

2.13.2 Métodos basados en precios indirectos

- Costo de reemplazo: mide los beneficios mediante la estimación de los costos de reproducir el beneficio original.
- Gastos o costos de prevención o mitigación: técnica que estima el valor mínimo que las personas están dispuestas a pagar para conservar la calidad ambiental.
- Costos de restauración: con este método se calculan los costos de la restauración de las estructuras o activos físicos que se ven dañados por la potencial degradación ambiental.
- Costo de oportunidad: utiliza los costos de producción como una aproximación rudimentaria del valor de los servicios ambientales.
- Bienes sustitutos: asignación del valor a través del valor de la mejor alternativa o bien sustituto.

2.13.3 Métodos que crean mercados hipotéticos

- Costo de viaje: se usa en la valoración de bienes que requieren movilización para su consumo. En este caso el mercado indirecto existente es el del transporte (espacios naturales, espacios recreativos, parques, zonas de interés paisajístico, reservas, etc.) y se basa en el supuesto de que los consumidores valoran un servicio ambiental en no menos que el costo de acceso al recurso, incluyendo todos los costos directos del

transporte y el costo de oportunidad del tiempo gastado en viajar al sitio

- Precios hedónicos: consiste en aislar la influencia específica de un servicio ambiental sobre el precio de mercado de un bien o servicio. Se basa principalmente en el hecho de que algunos bienes o factores de producción no son homogéneos y pueden diferenciarse debido a sus numerosas características.

2.13.4 Método de Valoración contingente

Se simula, por medio de encuestas y escenarios hipotéticos, un mercado para un bien o conjunto de bienes para los que no existe mercado.

El método de la valoración contingente es una de las técnicas a menudo la única que tenemos para estimar el valor de bienes (productos o servicios) para los que no existe mercado. Es extraordinariamente simple en su comprensión intuitiva: se trata de simular un mercado mediante encuesta a los consumidores potenciales. Se les pregunta por la máxima cantidad de dinero que pagarían por el bien si tuvieran que compararlo, como hacen con los demás bienes. De ahí se deduce el valor que para el consumidor medio tiene el bien en cuestión (Tietenberg, 1996).

La utilidad del método es muy variada. Va desde la Administración que necesita evaluar las iniciativas que propone, hasta las organizaciones preocupadas por el medio ambiente que desean saber el valor social del patrimonio natural o los tribunales que deben imponer sanciones económicas a quienes causen daños a bienes colectivos. De hecho, la variedad de bienes que pueden valorarse por este método es casi ilimitada. Ello constituye lógicamente una de las principales ventajas de la valoración contingente. Pero se enfrenta también con una notable complejidad en la elaboración del ejercicio.

La aplicación del método de valoración contingente es habitual en los Estados Unidos y en los países del centro y norte de Europa. Su introducción en los países mediterráneos y de habla hispana ha sido tardía, pero los pocos estudios realizados muestran un gran potencial para la aplicación de dicho método. Este libro pretende estimular las aplicaciones del método de valoración contingente, así como que los responsables de

tomar decisiones y otras personas interesadas comprendan mejor los estudios en los que se utilice este tipo de valoración.

Para valorar bienes sin mercado, la economía cuenta, básicamente, con tres técnicas: el modelo del coste del desplazamiento, el modelo de los precios hedónicos y el método de valoración contingente. De las tres técnicas, la última es la más adaptable a las distintas situaciones con las que el investigador se enfrenta. Es, también, la técnica que más genuinamente permite los análisis ex ante, de vital importancia para, por ejemplo, priorizar racionalmente el gasto público.

Evolución histórica

Durante muchos años, este problema en la valoración mediante encuestas de externalidades, bienes públicos o bienes de no mercado en general, tuvo como punto de referencia (negativo) un influyente artículo corto publicado por Paul Samuelson (1954) en *The Review of Economics and Statistics*. Samuelson sostenía que, al valorar un bien público del que no se puede excluir del consumo a los que no lo pagan, las personas entrevistadas podían esforzarse en aplicar una determinada estrategia para expresar un precio distinto del que realmente creen, para obtener así un beneficio personal de su respuesta hipotética, cosa que no sería posible en bienes privados con mercado real. Ello podría llevar a estimar precios distintos al verdadero (sesgo de estrategia). Este problema, que tiene estrechos vínculos con el del free rider, llevó a Samuelson a desaconsejar la encuesta directa para valorar bienes públicos.

Quizás por ello, la propuesta de utilizar el método de encuestas sugerido por Ciriacy Wantrup (1952) no llegó a cuajar durante aquella década. El primer trabajo empírico no llegó hasta 1963, cuando Robert K. Davis aplicó esta técnica en su tesis doctoral por la Universidad de Harvard. En la segunda mitad de los años sesenta se desarrollaron distintos estudios que aplicaban el método de la valoración contingente a bienes ambientales y usos recreativos, principalmente.

Ya en la década de los setenta, Peter Bohm (1971; 1972) contrastó empíricamente y rechazó la hipótesis de sesgo estratégico formulada por Samuelson. En los años setenta,

Randall, Ives y Eastman (1974), entre otros, contribuyeron decisivamente a incrementar la fiabilidad y aceptación del método con rigurosos trabajos teóricos y aplicados.

Estos avances, unidos al proceso de maduración de la economía ambiental como disciplina y a la demanda social sobre todo en los Estados Unidos, dieron un empujón definitivo al método de valoración contingente. La demanda social se concretó en leyes como la Clean Water Act, de 1972, y la Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (CERCLA), de 1980, que requerían la valoración de cambios en el bienestar social debido a externalidades ambientales. Bajo CERCLA se puede denunciar ante los tribunales de justicia a los responsables de determinados daños ecológicos. El método de valoración contingente fue uno de los tres reconocidos por el Water Resources Council (1979).

En la segunda mitad de los años ochenta aparecieron dos obras analizando el estado de desarrollo alcanzado por la valoración contingente, los cuales han contribuido decisivamente a la popularización del método en Estados Unidos y muchos otros países. Se trata de Cummings, Brookshire y Schulze (1986) y Mitchell y Carson (1989). Ambos libros, y especialmente el segundo, intentaban situar esta técnica de valoración en un contexto más amplio que el de la economía ambiental y del bienestar. La riqueza del reto de valorar correctamente un bien en un mercado hipotético requiere la colaboración de la estadística, la psicología, la sociología, la investigación de mercado y, en general, ramas de las ciencias económicas que no encajan necesariamente en la tradición de la economía del bienestar.

El debate en la década de los noventa

Algunos desastres ecológicos han llevado ante los tribunales norteamericanos la discusión sobre la validez del método de valoración contingente como forma razonable de calcular las compensaciones por la pérdida de utilidad de usuarios y usuarios potenciales (valor de no uso, de uso pasivo, de existencia o de opción) de los espacios naturales dañados.

Más allá de los tribunales de justicia, la polémica sobre la validez práctica de la valoración

contingente llevó a la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), del Ministerio de Comercio de los Estados Unidos, a nombrar a una comisión de expertos para determinar si la valoración contingente puede considerarse una técnica válida en la práctica para medir valores de no uso en externalidades ambientales. La comisión estuvo presidida por dos premios Nobel de economía: Kenneth Arrow y Robert Solo. Su objetivo era la realización de un informe sobre la validez de la valoración contingente al medir en términos monetarios valores de no uso, mejoras en este método y alternativas en caso de haberlas. Para ello, la comisión consultó la opinión de la mayoría de especialistas, partidarios y opositores.

La informe de la Comisión NOAA, hecho público en enero de 1993, fue claramente favorable a la utilización del método de valoración contingente como fórmula razonable de calcular el valor de no uso (uso pasivo, según su terminología) en la pérdida de bienestar por desastres medioambientales. Sin embargo, recomendaba una serie de medidas bastante estrictas en su diseño y aplicación, para asegurar que no lleve a estimar valores exageradamente sesgados. Sin duda, el respaldo de la Comisión al método y la consiguiente resolución legislativa de NOAA dan un nuevo impulso a los estudios de valoración contingente en la década de los años noventa.

Los sesgos

La complejidad de este método comporta distintos tipos de sesgos en los que se puede incurrir. Los sesgos, y la dificultad de contrastarlos con valores verdaderos, son una de las principales limitaciones de la valoración hipotética. Durante buena parte de los años setenta y ochenta, muchos de los estudios de valoración contingente dedicaron especial atención a detectarlos y corregirlos.

El método de valoración contingente pretende estimar la máxima disposición a pagar de un individuo por la provisión o mejora de un bien de no mercado o, alternativamente, la mínima disposición a ser compensado por la pérdida o disminución del disfrute del mismo bien. El uso de una u otra modalidad depende en gran medida de la definición de los derechos de propiedad sobre el bien que se desea valorar. En los años setenta se sostuvo una interesante polémica entre la demostración teórica y la evidencia empírica.

(Robert Willig 1976) mostró que, en teoría, los valores del excedente del consumidor obtenidos a partir de la máxima disposición a pagar debían ser sólo algo inferiores a los provenientes de preguntas formuladas en términos de mínima disponibilidad a la compensación. Sin embargo, las numerosas aplicaciones llevadas a cabo para determinar el tamaño de este sesgo encontraban una excesiva disparidad de valores. Buena parte de los esfuerzos se dirigieron a minimizar el sesgo mediante una redacción más cuidadosa del cuestionario.

Además de los ya citados (sesgo estratégico y de divergencia entre disposición a pagar o a ser compensado), los sesgos pueden agruparse en dos conjuntos: los que provienen de la utilización de encuestas a muestras de la población y los derivados del carácter hipotético del ejercicio. Para los primeros, que son los más conocidos, los economistas han compartido los avances con otras disciplinas, como la estadística y la sociología. Para el segundo grupo de sesgos, los intrínsecos al carácter hipotético del mercado, el principal es, seguramente, el ya discutido de los incentivos a revelar o no el valor verdadero (sesgo de estrategia). Pero, además, existen algunos otros. Brevemente, las fuentes más importantes de sesgo son: la percepción incorrecta del contexto, las pistas implícitas para la evaluación y la complacencia de los entrevistados con los promotores de la encuesta.

Medición

El método de valoración contingente intenta medir en pesos los cambios en el nivel de bienestar de las personas debido a un incremento o disminución de la cantidad o calidad de un bien. Esta medida, en unidades monetarias, suele expresarse en términos de la cantidad máxima que una persona pagaría por un bien. Es decir, lo que se suele conocer por la expresión disposición o disponibilidad a pagar o al pago. En el caso de bienes que no implican un coste monetario directo para el consumidor, esta disposición a pagar por el bien equivale al beneficio que tal consumidor obtiene. Por ejemplo, el vecino que disfruta de la plaza pública cercana a su domicilio, en la que no se hace pagar entrada, tendrá como beneficio para cada visita el equivalente a lo que estaría dispuesto a pagar como máximo en concepto de precio de entrada.

Alternativamente, el método de valoración contingente permite también hallar la máxima disposición a ser compensado por la pérdida de un bien. Por ejemplo, cuánto dinero, como mínimo, nos deberían pagar para que nos quedáramos indiferentes entre perder la plaza pública y obtener dicha cantidad de dinero.

Otros métodos, como el del coste del desplazamiento o el de los precios hedónicos, logran medir indirectamente el llamado excedente del consumidor. Es decir, la diferencia entre el coste de disfrutar el bien y la cantidad máxima de dinero que hubiera pagado por disfrutar de tal bien. En determinados casos (y bajo determinados supuestos económicos sobre los movimientos entre las curvas de demanda y de utilidad de la persona, de acuerdo con su renta), el llamado excedente del consumidor es una buena aproximación de la disponibilidad al pago. La ventaja, pues, del método de valoración contingente en este aspecto es que mide directamente tal disposición al pago por encima de lo que el consumidor ya paga. Si se trata, pongamos por caso, de medir el beneficio del consumidor que visita un parque nacional, pueden utilizarse el excedente del consumidor o la máxima disposición a pagar adicionalmente a todos los costes en los que ya incurre al desplazarse al parque.

Sin embargo, las medidas de beneficio de los consumidores que detecta el método de valoración contingente son, teóricamente y en general, distintas de las detectadas por los otros métodos. La razón principal reside en el hecho de que además de los valores que el usuario percibe al consumir el bien, la persona puede obtener bienestar o satisfacción aun no siendo usuaria o consumidora directa del bien. Por ejemplo, una persona puede disfrutar de la diversidad de flora, fauna y paisaje en un parque nacional de Australia, por lo que obtiene un bienestar por el que está dispuesto a pagar algo.

Otra característica importante de la medición de valores de forma contingente está relacionada con el momento en que ésta puede realizarse. Permite valorar cambios en el bienestar de las personas antes de que se produzcan. Por ejemplo, puede detectar la disposición a pagar de los vecinos por la provisión de una plaza pública determinada, antes de que se tome una decisión al respecto. Puede asimismo obtener valoraciones ex-post, como en el caso de la disposición a pagar para seguir disfrutando del uso de la

plaza pública, una vez construida.

En cambio, los métodos indirectos sólo pueden medir la valoración de los bienes a posteriori, una vez consumidos. El excedente del consumidor en la actividad recreativa de un lago, medida por el método del coste del desplazamiento o por su influencia sobre la propiedad inmobiliaria cercana a dicho lago, sólo puede obtenerse una vez el lago existe. Aunque pueden extrapolarse los valores obtenidos a situaciones ex-ante, como en proyectos de lagos artificiales de características parecidas a los lagos ya valorados.

Disposición a pagar o a ser compensado

Ligada a la discusión de los fundamentos de medición, se encuentra la controversia entre planteamientos en términos de la disposición a pagar o de disposición a ser compensado. Es decir, la diferencia entre medir la cantidad máxima de dinero que una persona estaría dispuesta a pagar para consumir una determinada cantidad de un bien y la mínima cantidad de dinero que estaría dispuesta a aceptar en compensación por dejar de consumir tal bien. La polémica sobre cuál de las dos medidas utilizar en las valoraciones contingentes ha centrado el debate durante muchos años y constituye uno de los aspectos polémicos en el informe de la aludida comisión NOAA. La relevancia práctica de esta polémica radica en que los valores que se obtienen son distintos cuando la pregunta se formula en unos términos o en otros: las cantidades son mayores cuando se pide lo que se cobraría en compensación que cuando se pide lo que se pagaría por disfrutar del bien, aunque, como veremos, teóricamente las diferencias no deberían ser grandes.

Agregación

Uno de los aspectos sobre los que no hay acuerdo entre investigadores es en la mejor forma teórica de agregar los resultados. En el método de valoración contingente se pregunta a una muestra de la población su disposición a pagar (o a ser compensado) por un bien determinado. Por tanto, la encuesta nos aporta un conjunto de valores, uno por cada persona que haya contestado a la pregunta de valoración. Para que pueda manejarse el valor correspondiente para el conjunto de la población, se suele optar o bien

por la media o bien por la mediana del valor obtenido en la muestra; a continuación se multiplica el valor de la media o mediana por el número de personas que componen la población relevante. Como veremos, las dos medidas presentan ventajas e inconvenientes.

La mayoría de investigadores que utilizan la valoración contingente opta por utilizar la media como medida de agregación. La media puede utilizarse como estimador de lo que la persona tipo estaría dispuesta a pagar por obtener una mayor cantidad o calidad de un bien y, a su vez, puede multiplicarse por la población relevante para estimar el valor total de tal cambio en el bien. Tendría menos sentido económico, en cambio, realizar estas operaciones con la mediana. Es más aconsejable la utilización de la mediana en otros contextos; por ejemplo, cuando el ejercicio se plantea en términos de si la mayoría de la población estaría dispuesta a pagar una determinada cantidad de dinero por una mayor cantidad o calidad del bien para el que se ha construido el mercado hipotético.

Para resolver el problema de muestras pequeñas y/o valores muy dispersos, se recurre a veces a realizar una corrección para los valores extremos. Para ello, se iguala a cero el número de veces en que aparecen los valores en los dos extremos de la distribución de frecuencias. Por ejemplo, en una muestra de 100 observaciones, se pueden igualar a cero las cinco frecuencias correspondientes a los valores más bajos y las cinco de los valores superiores. Con ello se obtiene una menor dispersión y, en consecuencia, menores márgenes de error para un mismo nivel de confianza, lo cual es especialmente atractivo para contrastes estadísticos.

Comportamiento estratégico

Uno de los problemas teóricos que primero se planteó en la construcción de mercados hipotéticos fue el del comportamiento estratégico de las respuestas. Una persona interesada en que se proteja una determinada especie animal en una zona remota puede afirmar que su disposición al pago es mucho mayor de la verdadera si cree que así va a ayudar a tomar una decisión favorable a proteger aquella especie, sabiendo que en realidad no tendrá que pagar la cantidad que revele en la encuesta. Este sería un comportamiento estratégico que puede darse por la naturaleza hipotética del mercado

simulado: en el mercado real, la persona contribuiría a un fondo para la protección de la especie en peligro de extinción como máximo en la cantidad con la que valora tal protección, naturalmente dadas sus preferencias y limitaciones económicas. No cabría pues la posibilidad de introducir un sesgo estratégico en su comportamiento real.

Una solución teórica al problema del sesgo estratégico, sugerida en los años ochenta y que ha encontrado un cierto consenso, es la de plantear la pregunta en términos de referéndum, fórmula que se ha explicado ya someramente en este capítulo. La persona entrevistada debe decidir con un sí o un no si pagaría la cantidad que el sugiere el entrevistador. Si nuestro valor verdadero corresponde a mil pesetas y nos preguntan si pagaríamos dos mil, podemos introducir un sesgo estratégico diciendo que sí, pero no podemos forzar el sesgo hacia un valor superior. Se reduce, pues, el riesgo de encontrar fuertes diferencias entre la valoración media real y la estimada a partir de la encuesta.

Fases en un ejercicio de valoración contingente

1 Definir con precisión lo que se desea valorar en unidades monetarias, 2 Definir la población relevante 3, Concretar los elementos de simulación del mercado 4, Decidir la modalidad de entrevista 5, Seleccionar la muestra 6, Redactar el cuestionario 7, Realizar las entrevistas 8, Explotar estadísticamente las respuestas 9 y Presentar e interpretar los resultados

Definición del objeto de estudio

Es de vital importancia que al iniciar el estudio se sepa exactamente lo que se quiere medir en unidades monetarias. En la introducción poníamos los ejemplos del beneficio que obtienen las personas al pasear por el bosque; o del bienestar perdido por la sociedad al saberse afectada por un desastre ecológico. Sin embargo, no siempre es tan fácil, y ni siquiera en estos ejemplos, poder delimitar con exactitud el objeto de medición.

Población Relevante

De la definición del objeto de estudio debe seguir la decisión de cuál es la población relevante para la encuesta. Sin embargo, ésta no es una cuestión trivial o fácil en la mayoría de los casos. Y es crucial para la fiabilidad del estudio el haber escogido acertadamente la población relevante. De hecho, los resultados agregados pueden variar espectacularmente según como ésta se halle definida.

Simulación del mercado

La simulación del mercado constituye una fase compleja y de central importancia en el ejercicio de valoración contingente. Son muchas las implicaciones que posteriormente tendrán las decisiones que se tomen en esta fase. Por ello, buena parte de los temas que trataremos aquí también se discutirán más adelante. Como consejo general se puede dar el de procurar que la simulación se aproxime lo más posible a los escenarios de mercados reales.

El investigador intenta simular mediante el procedimiento de encuesta un mercado real. Así, debe definir la cantidad del bien, la forma de provisión del mismo, la forma de pago (o cobro, si opta por la disposición a ser compensado) y debe optar por alguna de las varias fórmulas de presentación de la pregunta sobre disposición a pagar.

Modalidades de entrevista

La siguiente decisión relevante es la modalidad de entrevista. Existen básicamente tres posibilidades: entrevista personal, entrevista telefónica o enviar el cuestionario por correo. Las tres modalidades presentan ventajas e inconvenientes. Y las pruebas efectuadas al respecto señalan que, para muchos bienes, no son significativamente distintos los valores obtenidos con uno u otro formato. Cuando la naturaleza del bien o el escenario de valoración son algo más complejos de lo habitual, las encuestas personales y por correo son las más aconsejables.

Muestreo

El quinto paso a dar en la aplicación de un ejercicio de valoración contingente consiste en la definición de la muestra. Como la población suele ser demasiado grande para ser entrevistada en su totalidad, se selecciona sólo una parte, que suele ser relativamente pequeña. El tamaño de la muestra viene dado por el grado de fiabilidad y ajuste que se desee para los valores que se vayan a obtener. El grado de fiabilidad y ajuste suele expresarse mediante el nivel de confianza y el margen de error. Así, pongamos por caso, hallamos que para un nivel de confianza del 95 por cien el margen de error del resultado es de más/menos el 4 por cien. Supongamos que en la encuesta observamos que el 22 por cien de los entrevistados se niegan a expresar un precio en la pregunta de disposición a pagar. Ello se interpretaría como que al extrapolar estos resultados de la muestra para el conjunto de la población, la probabilidad de que el valor verdadero se encuentre entre el 18 y el 26 por cien (22 más/menos el 4 puntos) es del 95 por cien. En otras palabras, que si repetimos el ejercicio hasta cien veces, con muestras aleatorias distintas, podemos esperar que en 95 ocasiones el valor que obtengamos más/menos el margen de error contendrá el valor que obtendríamos si entrevistáramos a toda la población, y no sólo a una muestra de ella. Pero en el las 5 ocasiones restantes el valor poblacional (el verdadero) caería fuera del intervalo que resulta del valor obtenido de la muestra más/menos el margen de error.

Redacción del cuestionario

Una vez definido claramente el problema de valoración y la modalidad de entrevista, así como la muestra a la que se va a encuestar, puede procederse a la redacción del cuestionario. Esta es seguramente la fase que más tiempo suele o debería consumir, juntamente con la explotación de los datos obtenidos. La buena redacción del cuestionario es esencial para obtener valores poco sesgados.

Estructura del cuestionario

Un cuestionario estándar suele estructurarse en tres partes:

- Descripción del bien que se pretende valorar
- Valoración del bien
- Información sobre la persona entrevistada

Éstas pueden variar en extensión e incluso combinarse con otras. Por ejemplo, un mismo cuestionario puede contener la valoración del bien por dos métodos, el de valoración contingente y el del coste del desplazamiento. El capítulo siguiente ilustra este caso. Pero en la mayoría de ocasiones, la estructura seguida es la que ha quedado mencionada.

Realización de las entrevistas

Cuando el presupuesto así lo permite, la realización de las entrevistas personales y telefónicas debería dejarse en manos de encuestadores profesionales. Ellos han recibido un aprendizaje especial para procurar no influir sobre las respuestas. Las empresas de encuestación poseen, además, la infraestructura necesaria para organizar y controlar todo el proceso y asegurar su realización dentro de un calendario razonable.

Pero aunque se contrate los servicios de una empresa experta, siempre es aconsejable que el investigador mantenga una reunión previa con los entrevistadores (briefing) para comentar el cuestionario y resolver cualquier duda.

De la misma forma, se suele producir una reunión parecida al finalizar la fase de entrevistas (debriefing). En ella se informa y discute todo lo relevante que haya podido suceder en dichas entrevistas. Así, el investigador logra tener una imagen más ajustada de este proceso.

Interpretación de los resultados

Dada la complejidad de ejercicio, el valor obtenido debe considerarse sólo como una aproximación al valor del bien, que de otra forma no sería posible conocer, si se trata de un bien sin mercado. Insistamos en que el valor no puede tomarse como una medida

exacta y no exenta de error. Pero la gran mayoría de investigadores en este campo están de acuerdo en que si el ejercicio se ha realizado con toda corrección, tampoco tenemos motivos para pensar que el resultado vaya a alejarse mucho del valor verdadero.

Al tratarse casi siempre de ejercicios que se realizan con una muestra de la población relevante, y no con toda ella, los valores de disponibilidad al pago estarán sujetos a un margen de error para un nivel de confianza determinado. Ello debería aparecer de una forma u otra en el estudio para facilitar la interpretación de estos resultados. Es frecuente encontrar los resultados, pruebas y contrastes examinados para niveles de confianza del 95 por cien, 90 por cien e incluso algo inferiores, dependiendo del tamaño de la muestra. En otras palabras, se asegura estadísticamente que en el 95 por cien (ó 90, o menos) de los casos en los que se repita el ejercicio con nuevas muestras aleatorias del mismo tamaño, el margen de error será uno de determinado. Por ejemplo, el resultado puede ser que la disposición media a pagar por el bien sea de alrededor de 4500 pesos, entre 4100 y 4900 para el 95 por ciento de los casos que realicemos este ejercicio de valoración contingente; por tanto, con un margen de error de más-menos 400 pesos

Para aumentar la fiabilidad de los resultados y pruebas estadísticas, el investigador suele procurar realizar los contrastes de una sola cola de la distribución. De ser así, debe aparecer claramente indicado en el texto, dado que influye sobre la interpretación que de los resultados se hace.

En formatos continuos, la agregación de resultados se suele efectuar por la media. Es aconsejable especificarlo en el texto del estudio, pero es imprescindible para una buena interpretación especificar qué estadístico se ha utilizado si no es la media.

Ventajas

Este método detecta medidas de beneficio de los consumidores que con otros métodos no es posible obtener. La razón principal reside en el hecho de que además de los valores que el usuario percibe al consumir el bien, la persona puede obtener bienestar o satisfacción aun siendo no usuaria o consumidora directa del bien, es decir, es posible obtener un valor ex ante aun si el cambio no se ha producido.

Desventajas

Como se ha comentado, este modelo basa gran parte de su funcionamiento en preguntar sobre la disponibilidad de pagar o ser compensado sobre alguna modificación de cantidad o calidad de un bien o servicio ambiental. Sin embargo esta forma tan directa de preguntar podría acarrear algunos inconvenientes a la hora de hacer la medición. Por tratarse de un método subjetivo una de las principales desventajas de la aplicación de método como un método de valoración del medio ambiente radica en la honradez de las respuestas.

Otra desventaja tiene que ver con la gran cantidad de sesgos que este tipo de método posee.

2.13.5 Técnicas de Valoración

Debido a la falta de mercado para servicios ambientales, se hace necesario el uso de técnicas de valoración y así conocer el valor monetario de estos (cuadro 2.2). La valoración es subjetiva y sensible a la disponibilidad de datos y tiempo. A pesar de estas deficiencias, en la actualidad estas técnicas son las existentes y las utilizadas.

Cuadro 1. Técnicas de valoración ambiental

	Directa	Indirectas
No mercado	Directas de no	Indirectas de no

Adaptado de Mitchell y Carson 1989.

Los métodos directos de mercado se refieren a las formas de medición basadas en precios que se pueden obtener directamente en los mercados, como

el precio de reemplazar el servicio ambiental con algún sustituto, los costos de reponerse de alguna enfermedad causada por la baja calidad ambiental o la pérdida en producción de algún producto con precio en el mercado. Por su parte, los

métodos indirectos de mercado son aquellos que, basados en mercados existentes obtienen el valor de bienes o servicios sin precio en el mercado; por ejemplo, obtener el valor de un paisaje a través del mercado inmobiliario, o el valor del disfrute recreativo de paraje natural lejano a través del mercado de transporte. Las técnicas de no mercado son aquéllas en las que no se utilizan mercados reales sino que a través de encuestas, se descubre el comportamiento de las personas ante mercados hipotéticos.

Por una parte están las técnicas directas de no mercado, en las que se pregunta a los encuestados por su disposición a pagar por cierto bien o servicio que no tiene precio en el mercado. Por otra parte, están las técnicas indirectas de no mercado, en las que se usa el mercado hipotético para descubrir el valor de un atributo del bien o servicio a valorar. (Sanjurjo e Islas, 2007).

- Cuantificación. Es conocer la cantidad y tipo de recursos forestales con que se cuenta.
- Valoración. Consiste en estimar el valor económico que aporta el recurso natural.
- Categorización. Consiste en priorizar aquellas áreas que por su ubicación, características, valor, etc., son de mayor importancia para el país.

Comercialización. Consiste en hacer todas las gestiones necesarias que permitan el pago por los beneficios ambientales ya sea a nivel nacional (pago por servicios ambientales, incentivos, etc.) o internacional (implementación conjunta, desarrollo limpio). Flores-Benítez (2007).

CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para conocer la Valoración Económica De Los Servicios Ambientales Hidrológicos En La Sub-Cuenca Rio Vinazco, Canalejas De Otates, Zacualpan; Veracruz, existen diferentes técnicas. Una de ellas es el método de valoración contingente (Freeman, 1993 y Riera, 1994), el cual se utilizó en el presente trabajo.

Selección de fuentes de agua en estado crítico o de importancia por la cantidad de beneficiarios que abastecen, ya sean familias o comunidades.

Selección final de áreas tomando en cuenta el paso anterior; es decir, sobreponiendo las fuentes de agua sobre las áreas críticas según sus características biofísicas para respaldar la jerarquización según importancia en la provisión del recurso hídrico.

3.1. Descripción del área de estudio

Zacualpan se encuentra ubicado en la zona norte del Estado, en las coordenadas 20° 26' latitud norte y 98° 21' longitud oeste a una altura de 1,670 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Texcatepec, al oeste con Huayacocotla. Su distancia aproximada de la cabecera municipal al noroeste de la capital del Estado, por carretera es de 180 Km.

Al municipio lo riega el río Potrerillos, que en una parte sirve de límite con el Estado de Hidalgo y tributario del río Mezquitlán, y arroyos tributarios del río Vinazco, a su vez afluente del río Tuxpan.

Su clima es templado-húmedo con una temperatura promedio de 18°C; su precipitación pluvial media anual es de 1900 mm.

3.2 Método de Valoración Contingente

Se basa en el desarrollo de un mercado hipotético en el que los usuarios de los servicios ambientales pagarían para implementar un proyecto en el que se devolvería la cobertura forestal a la parte media-alta de la cuenca, con lo que los volúmenes de agua que se tienen en la estación seca se incrementarían, al tiempo que se reduciría la cantidad de

sedimentos en el agua durante la estación lluviosa, lo que a su vez haría que los volúmenes de agua potable para consumo doméstico y su calidad se incrementarán.

Para que los entrevistados entendieran de que se trata el mercado hipotético se les presentó una serie de fotografías en las que se muestra la influencia del bosque en los servicios ambientales. Posteriormente se les explicó la forma en que funcionará el estudio y los beneficios que obtendrán de su implementación y entonces se les preguntó si estaban dispuestos a pagar para que este se lleve a cabo.

El primer paso en cualquier estudio de valoración económica es definir el servicio ambiental a valorar. En Canalejas De Otates, Zacualpan el servicio es el cuidado de los bloques de bosques, donde se lleva a cabo la captación de agua, que forma arroyos y estos a su vez se unen para dar origen a la subcuenta del río Vinazco; el cuidado de estos bloques de bosques tiene implicaciones sobre la disponibilidad de los sistemas de abastecimiento de agua potable en las comunidades de Canalejas De Otates, Zacualpan, Huayacocotla y las demás comunidades que están en las orillas de la afluyente del río Vinazco.

Una vez identificado el servicio ambiental se procedió a establecer la técnica de valoración a utilizar. Para este caso en particular se decidió usar el método de valoración contingente, tipo referéndum.

La valoración contingente sirve para estimar el beneficio social, que junto con el resto de beneficios que se obtienen del proyecto fue contrastado con los costos de dicha implementación, para hacer un análisis costo - beneficio.

La investigación se elaboró cuidando los más mínimos detalles a fin de minimizar los posibles sesgos: el sesgo de vehículo de pago (OECD, 1995), el sesgo de diseño (Boyle et al., 1985), el sesgo de operación (Cummings et al, 1994), el sesgo de información (Boyle y Bishop, 1988; Bergstrom et al, 1989; Whitehead y Blomquist, 1991; Hanley, 1988), sesgo hipotético (Bishop y Heberlein, 1979; Thayer, 1981), el sesgo de punto de partida (Boyle et al, 1985) y el sesgo estratégico (Brookshire et al, 1976; Rowe et al,

1980; Hoehn y Randall, 1987; Milon, 1989; Bergstrom et al, 1989; Mitchell y Carson, 1989).

El trabajo de campo se basó en encuestas personales, ya que en método de valoración económica se menciona que este tipo de encuestas tiene ventajas sobre aquéllas hechas por correo o teléfono porque existen dificultades para controlar el proceso de la entrevista y porque sólo un porcentaje pequeño representa al total de la población. Además, puede ocurrir que un pequeño número de cuestionarios regresen al entrevistador debido a que algunos individuos están más interesados en bienes y servicios ambientales que otros y hay problemas para realizar una selección aleatoria.

La encuesta se aplicó en la población urbana rural, de acuerdo con la definición del INEGI, que lo determina por el número de habitantes menor de 2 500 habitantes, la zona se considera rural. De esta forma, se aplicaron encuestas en población de Canalejas de Otates. Zacualpan, la población de La Cruz de Ataque. Huayacocotla y Viborillas, Huayacocotla. Estas poblaciones perteneces al Estado de Veracruz; se aplicaron las encuestas en las poblaciones antes mencionadas, ya en ellas tienes relación directa con el cuidado de la subcuenca del rio Vinazco.

3.3 Especificación General del Modelo

Las medidas de bienestar asociadas a este método se obtienen a través de la estimación de la media y mediana de la disposición a pagar (DAP), las cuales dependen de los coeficientes estimados al maximizar la función de verosimilitud, para las distintas formas funcionales de la función indirecta de utilidad.

La presentación de VC (Valoración Contingente) en formato dicotómico enfrenta a los individuos a una situación en la cual aceptan o rechazan “comprar” un bien a un determinado nivel de precios. Se elegirán m diferentes cantidades a ofrecer $b_1, , b_2, \dots, , b_m$ y administra estas cantidades con una pregunta de valoración hipotética a $n_1, , n_2, \dots, , n_m$. Submuestras, de tal manera que a, cada individuo entrevistado se le ofrece una cantidad b_i y éste tiene la opción de aceptar o rechazar dicha cantidad.

3.4 Modelos de elección discreta

Dentro de los modelos de elección discreta existen varios modelos, según el número de alternativas incluidas en la variable, se distinguen los modelos de respuesta dicotómica frente a los denominados modelos de respuesta o elección múltiple. Según la función utilizada para la estimación de la probabilidad existe el modelo de probabilidad lineal truncado, el modelo Logit y el modelo Probit. Según las alternativas de la variable endógena, si son excluyentes o incorporan información ordinal. Además se distinguen modelos con datos no ordenados y modelos con datos ordenados dentro de los primeros (Agresti, 2002: Citado por Delgado, 2011).

De acuerdo con González (2011), este tipo de modelos resultan apropiados cuando el objetivo es analizar los factores determinantes de la probabilidad de que un agente económico individual elija un curso de acción dentro de un conjunto, generalmente finito, de opciones posibles. El agente económico entonces, puede llegar a enfrentarse a más de dos alternativas en su proceso de elección, siendo los modelos multinomiales los adecuados para hallar una solución.

3.5 Modelo lineal generalizado

Los modelos lineales generalizados son una extensión de los modelos lineales, que permiten generalizar varios modelos que funcionan bajo el mismo algoritmo. De acuerdo con Agresti (2002), el modelo lineal generalizado está compuesto por tres componentes:

1. Componente aleatorio: el cual identifica la variable de respuesta “Y” y su distribución de probabilidad.
2. Componente sistemático: especifica las variables explicativas usadas como predictor lineal.
3. Función de enlace: especifica la función $E(Y)$ que describe la relación funcional entre el componente sistemático y el valor esperado del componente aleatorio.

3.6 Regresión logística

El modelo de regresión logística es un caso particular del modelo lineal generalizado, en donde la variable de respuesta (Y) es binaria, siendo $p(x)$ la probabilidad de que ocurra el evento en cuestión. El modelo es de la siguiente forma:

$$p(x) = \frac{\exp(\alpha + \beta x)}{1 + \exp(\alpha + \beta x)}$$

Por otra parte, un proceso es binomial cuando solo se tiene dos posibles resultados: “éxito” y “fracaso”, siendo la probabilidad de cada uno de ellos constante en una serie de repeticiones. A la variable que puede tomar dos valores (éxito o fracaso) y es repetida n veces se le denomina variable binomial. Un proceso binomial está caracterizado por la probabilidad de éxito, representada por π , la probabilidad de fracaso se representa por $1 - \pi$ y evidentemente, ambas probabilidades están relacionadas por $\pi + 1 - \pi = 1$. En algunas ocasiones se usa el cociente denominado “Odds” y que indica cuanto más probable es el éxito que el fracaso (Martínez y Sexto, 2007; Citado por Delgado, 2011).

3.7 Modelo multinomial

González (2011) describe al modelo multinomial como un modelo donde la variable dependiente toma un conjunto discreto y finito de valores o categorías, los que se constituyen en extensiones del Logit y Probit binario en los cuales, dependiendo de si las alternativas de la variable endógena sean excluyentes o incorporen información ordinal se distinguen entre los modelos condicionales, modelos con datos ordenados y los modelos con datos no ordenados. Los primeros se dan cuando se tienen 2 o más decisiones de manera secuencial, los segundos surgen cuando las decisiones de los individuos pueden ordenarse o jerarquizarse, planteándose la necesidad de que se cumpla una primera condición para optar por una segunda.

3.8 Modelo Logit multinomial

El modelo Logit es un modelo con variable dependiente binaria. Si

$$f(z) = \frac{e^z}{1+e^z}$$

Si entonces se tiene un modelo Logit, cuya expresión corresponde a:

$$Y = f(z) = F(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k}}$$

De forma alternativa se podría escribir como:

$$P\left(Y = \frac{1}{\beta^T X_i^T}\right) = \Delta(\beta^T X_i^T); i = 1, 2 \dots n$$

Este modelo sigue una distribución logística, que permite ver que a medida que Z se encuentra entre ∞ y $-\infty$ la probabilidad de que Y_i tome el valor de uno se encuentra dentro del rango (0-1), y adicionalmente, dicha probabilidad no está relacionada linealmente con X_i .

El modelo Logit multinomial se utiliza cuando las variables explicativas del modelo hacen referencia a las observaciones muestrales (individuos), por lo que varían entre observaciones pero no entre alternativas (Delgado, 2011). Estos modelos logísticos multinomiales se clasifican en dos grandes grupos según las alternativas que presenta la variable endógena se puedan ordenar (modelos con datos ordenados) o no se puedan ordenar (modelos con datos no ordenados).

El modelo logit multinomial se define como:

$$P(Y = j) = \frac{\exp(\alpha_n + \beta_j x)}{1 + \sum_{n-1}^{j-1} \exp(\alpha_n + \beta_n x)}$$

Donde:

j : representa el índice asociado a cada alternativa

β_h : Parámetros asociado a las variables explicativas

X : Vector de variables explicativas

En este tipo de modelos se debe cumplir lo siguiente:

$$\sum_{j=0}^{J-1} P(Y = j) = 1$$

En el caso sencillo de 3 alternativas de elección y una sola variable independiente en la modelización, la probabilidad asociada a cada una de las alternativas posibles de elección tomarían las siguientes expresiones (Adkins, 2008; Citado por Gonzales 2011):

$$P(Y_i = 0) = \frac{1}{1 + e^{\beta_{01} + \beta_{11}X} + e^{\beta_{02} + \beta_{12}X}}$$

$$P(Y_i = 1) = \frac{e^{\beta_{01} + \beta_{11}X}}{1 + e^{\beta_{01} + \beta_{11}X} + e^{\beta_{02} + \beta_{12}X}}$$

$$P(Y_i = 2) = \frac{e^{\beta_{02} + \beta_{12}X}}{1 + e^{\beta_{01} + \beta_{11}X} + e^{\beta_{02} + \beta_{12}X}}$$

$$P(Y_i = 3) = \frac{e^{\beta_{03} + \beta_{13}X}}{1 + e^{\beta_{02} + \beta_{12}X} + e^{\beta_{03} + \beta_{13}X}}$$

$$P(Y_i = 4) = \frac{e^{\beta_{04} + \beta_{14}X}}{1 + e^{\beta_{03} + \beta_{13}X} + e^{\beta_{04} + \beta_{14}X}}$$

$$P(Y_i = 5) = \frac{e^{\beta_{04} + \beta_{15}X}}{1 + e^{\beta_{04} + \beta_{14}X} + e^{\beta_{05} + \beta_{15}X}}$$

3.9 Variables Dummy

En ocasiones es necesario incorporar al modelo de regresión logística variables independientes que no son numéricas sino categóricas; tal vez resulte necesario incorporar variables que no son cuantitativas. Por ejemplo Delgado (2011) toma en cuenta las siguientes categorías: alta, media y baja.

Para incorporar este tipo de variables al modelo de regresión logística se deben utilizar las variables Dummy (simulada). Es decir se deben generar $n-1$ variables Dummy que toman valores de cero y uno, siendo n el número de categorías de la variable original. Para el caso de la variable clase social se necesitan definir 2 variables Dummy; es decir:

Cuadro 2: Codificación Dummy para la variable clase social

Variable	Variables Dummy	
Clase social		
Alta	1	0
Media	0	1
Baja	0	0

3.10 La encuesta y los supuestos de la investigación

Como se explicó en el marco teórico, el método de valoración contingente utiliza encuestas para estimar el valor económico que los usuarios le otorgan al referido servicio.

En este caso se diseñó un instrumento de encuesta que consta de tres bloques.

En el primero se incluyó preguntas generales o para ganar la confianza del entrevistado, a través de estas se determinará la calidad del servicio que reciben las personas.

En el segundo se presentaron las fotografías para mostrar la relación existente entre los bosques y el agua, así como la importancia de la implementación del proyecto, para luego preguntar por la disposición a pagar para proteger las zonas de recarga hídrica, así como el mecanismo que tendría mayor aceptación para realizar el cobro y en el caso de respuesta negativa se preguntará por los motivos. La última parte recabará información sobre los aspectos socioeconómicos del entrevistado.

Con el fin de validar la encuesta, se realizaron grupos focales con la población objeto; también se sondearon los valores de disponibilidad a pagar. Con base en los resultados de los grupos focales se adecuará la encuesta y se hará una prueba piloto que se aplicará a la población, en este caso el formato utilizado fue abierto.

La encuesta aplicada consta de tres componentes:

- 1) uso de recursos
- 2) aspectos ambientales
- 3) datos socioeconómicos.

La pregunta de la DAP se planteó bajo el escenario hipotético de implementar un programa de manejo para la conservación del agua, de tal forma que el abastecimiento de agua sea el adecuado. Es importante señalar que el servicio ecosistémico más vulnerable ante la realización de cualquier actividad económica, por algún tipo de contaminación, consumo excesivo o por los efectos del cambio climático, es el hidrológico, ya que se pueden desencadenar impactos negativos en el ecosistema como la pérdida de biodiversidad, afección a las actividades humanas que se desarrollan dentro del área que abarca la afluyente del río Vinazco (turismo, agricultura y ganadería) y al agua potable, desertificación y, en consecuencia, deteriorar la calidad de los servicios derivados.

3.11 Definición de la muestra

La muestra se definió con base en el número de familias que se benefician del servicio ambiental, obteniéndose 1,747 (información tomada del censo poblacional INEGI 2010); haciendo uso de la siguiente fórmula de muestreo aleatorio irrestricto:

Ecuación 1.

$$n = \frac{NZ^2 \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) PQ + N d^2}{Nd^2 + Z^2 \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) PQ}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población

$\alpha=0.05$

$Z^2 \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right)$ = Probabilidad al α grado de confianza (valor tabular de 3.8416)

P = Probabilidad de éxito (0.5)

Q = Probabilidad de fracaso (0.5)

d = Precisión de los estándares (0.10)

3.12 Análisis estadístico

Los información obtenida se capturó en una base de datos para su almacenamiento, ordenamiento y manejo, tal información se analizó con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) mediante el procedimiento GENMOD (Generalized Model), es decir, a través de un modelo generalizado, este procedimiento ajusta un modelo generalizado a los datos utilizando el método de máxima verosimilitud, además hace inferencias de las variables. Una vez realizado el ajuste del modelo se obtuvieron los

estimadores de las variables que resultaron significativas con un nivel de significancia del 5%.

Una vez obtenidas las probabilidades de las variables, las cuales cumplieron con la condición de tener un nivel de significancia del 5%, se procede a estimar la DAP

3.13 Análisis de la muestra

El análisis cualitativo de la información obtenida en la encuesta se realizó con el paquete estadístico SAS.

Las variables analizadas serán:

Características de los entrevistados

- Número de integrantes de la familia
- Sexo
- Edad (% y DAP según edad)
- Educación (% y DAP según grado educativo)
- Ingresos (% y DAP según ingreso)

VARIABLES RELACIONADAS CON EL AGUA DE USO DOMÉSTICO

- Calidad de agua
- Calidad del servicio
- Horas que recibe agua al día
- Si tiene pozo, cisterna o depósito
- Quién los abastece de agua (%)

- Cuánto paga por el servicio

Variables relacionadas con la DAP

- Importancia del agua para el desarrollo de sus actividades diarias
- Porcentaje de entrevistados que responderán afirmativamente
- Disposición a pagar
- Razones por las que no están dispuestos a pagar
 - Institución adecuada para recibir el pago y funcionar como intermediario en el PSA.
 - Importancia del bosque en el abastecimiento de agua en cantidad y calidad
 - Quién debe velar por la conservación de los bosques

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Calculo del tamaño de la muestra

$$n = \frac{(1747*3.8416(0.5*0.5)+1747*0.10^2)}{1747*0.10^2 + 3.8416(0.5*0.5)}=92$$

Cuadro 3: Valores de las variables

Variable	Valor
n	92
N	1747
A	0.05
$Z^2_{(1-\frac{\alpha}{2})}$	3.8416
P	0.5
Q	0.5
D	0.10

Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista de valoración económica 2014

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población

$\alpha=0.05$

$Z^2_{(1-\frac{\alpha}{2})}$ = Probabilidad al α grado de confianza

P = Probabilidad de éxito (0.5)

Q = Probabilidad de fracaso (0.5)

d= Precisión de los estándares (0.10)

Al introducir los valores dentro de la fórmula se tiene que el tamaño de la muestra es de 92 familias.

4.2 Aspectos socioeconómicos

Se entrevistó un total de 92 familias, tomando en cuenta 1 persona por familia, para evitar un sesgo en la información, ya que si se entrevistaba a más de una persona por familia se genera información de baja confianza. De las personas entrevistadas, el 52.17% fueron mujeres y el 47.82% hombres.

Cuadro 4: genero del entrevistado

Porcentaje y genero de los entrevistados	
Mujeres	Hombres
52.17%	47.82%

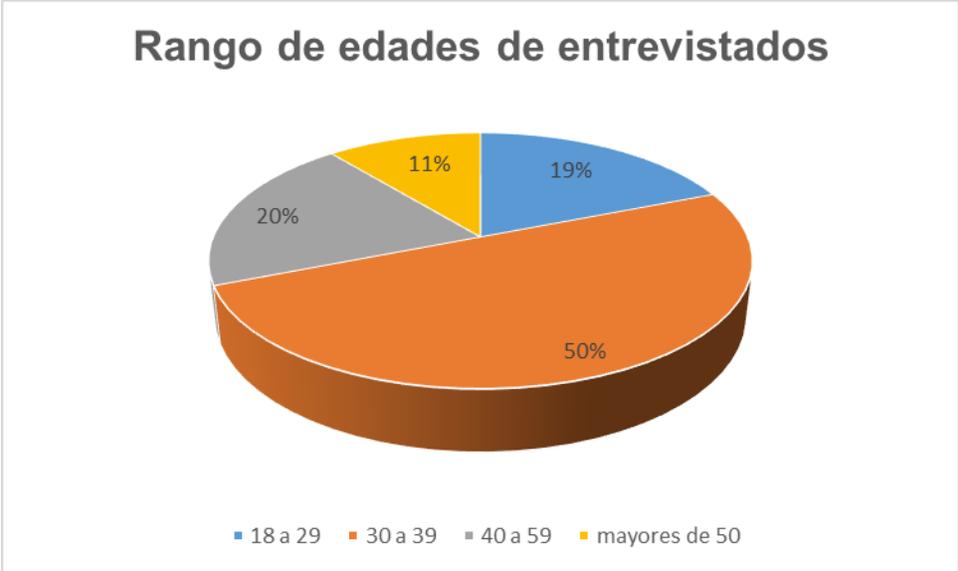
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista de valoración económica 2014

De la población total el 81.52% lo constituyen propietarios de sus viviendas, mientras que el restante 18.47 dicen vivir rentando o simplemente no cuentan con vivienda.

El 19% se ubicó dentro del rango de edades de 18 a 29 años, un 50% de 30 a 39 años, 20% de 40-59 años y 11% de mayores de 50 años.

La elección de estos rangos de edades fue hecha de manera aleatoria, ya que no se planeó previamente de que edad escoger a las personas que serían entrevistadas, simplemente se llegaba al hogar que entraría a la encuesta y se seleccionaba a la persona encargada de esa familia (ver figura 3).

Figura 3: Distribución de edades de entrevistados.



Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista de valoración económica 2014

El 9.78% de los entrevistados no estudió, el 54.34% completó la primaria, el 22.82% estudió en secundaria, el 10.86% estudio preparatoria y un 2.17% son profesionales universitarios. La selección de los encuestados se hizo al azar (ver figura 4).

Figura 4: Nivel de estudios de la muestra encuestada



Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista de valoración económica 2014

El 18.48% de las familias tiene de uno a 2 integrantes, el 31.52% 3 integrantes, el 25% tiene 4 integrantes, el 20% tiene 5 integrantes y el 4.34% 6 o más. Debido a que la investigación se llevó a cabo en una zona rural, se esperaba que las familias estuvieran integradas por más de 4 personas, pero en estos resultados, se muestra que las familias están en su mayoría integradas por 3 personas y en estas familias la mayoría de ellas solo cuentan con 1 hijo.

Al preguntarles sobre sus ingresos familiares el 40.22% respondió que ganaba entre 0 y \$1000/mes; estas personas no cuentan con una actividad fija solo tienen empleo temporal y la mayoría de sus recursos provienen de los programas sociales como lo son OPORTUNIDADES, 47.83% entre \$2000 y \$2,500/mes, 10.87% entre \$3000 y \$3,500/mes y 1.09% más de \$6,000/mes.

Cuadro 5. Actividad económica

Actividad	Cantidad de encuestados (%)
Desempleados	40.22%
Minería Y Agricultura	47.83%
Ganadería Y Comercio	1.09%

Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista de valoración económica 2014

Las actividades económicas que se realizan en la zona de estudio son principalmente: la minería, la explotación de los recursos forestales, la agricultura y el comercio. De acuerdo a los datos recabados la mayoría de la población (47.83%) es asalariada y se emplea en las actividades de minería y agricultura, mientras que solo el 1.09% de la población encuestada cuenta recursos por arriba de la media ya que su principal actividad es la ganadería y comercio (ver figura 5).

Figura 5: Nivel de ingresos



Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista de valoración económica 2014

4.3 Variables relacionadas con la calidad del agua y del servicio

En cuanto a la cantidad del agua, el 92.39%, dice que cuenta con agua potable en su casa, el restante 7.61%, dice que no tiene agua potable, si no que la obtiene de otro medio, solamente el 84.71% dice que el agua que llega a su casa está clorada, dato que significa que el 15.29% recibe agua entubada sin ningún tratamiento.

Cuadro 6. Tipo de agua

Agua potable	Agua no potable
92.39%,	7.61%,

Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista de valoración económica 2014

A pesar de que un porcentaje alto de la población recibe agua potable, su percepción de la calidad que tienen nos da unos datos reveladores ya que según el 44.70% la calidad es regular o mala, el 47.06 dice que el agua potable que recibe es buena y el restante 8.24% menciona que es muy buena (ver figura 6).

Figura 6: Calidad del agua



Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista de valoración económica 2014

En cuanto a la calidad del servicio 88.24% recibe menos de cinco horas de agua al día, solo 1 día a la semana y el 11.76% recibe el agua, todos los días de la semana, lo cual nos indica que hay un déficit de agua, en las poblaciones encuestadas, ya que a pesar de que mencionaron que el agua es buena, se quejan de que reciben muy poca. Estos datos son de importancia porque nos dice que las personas carecen del abasto de este vital líquido, a pesar de que en la zona de estudio se encuentra la afluyente y nacimiento de uno de los brazos del río Vinazco.

Con respecto a si poseen pozo, sólo el 16.3% de los entrevistados respondió que tenía pozo en su propiedad y el resto 83.7% dice que no cuenta con pozo en cuanto a si poseen filtro en sus casas el 89.41% dice no contar con este, mientras que el 10.59% no cuenta con filtro en sus hogares, los porcentajes de personas con depósito en sus casas y que compran agua para tomar son mayores 29% y 61% respectivamente.

Sobre la pregunta de quién provee el servicio de agua potable el 3.5% no sabía o no respondió esta pregunta, el 48.24% dice que el agua potable es provista desde un proyecto comunitario, el 44.7% dice que el municipio le provee el servicio de agua potable. Un 51.76% de los entrevistados paga menos de 25 pesos al mes por el servicio de agua, 31.76% paga 45 pesos al mes y el resto no sabe o no responde a la pregunta. (Ver cuadro 7)

A pesar que se encuentran en un lugar donde abunda el agua por sus diversas fuentes (manantiales, arroyos, pozos y ríos), los habitantes de Canalejas de Otates y vecinos, pagan un alto precio por el agua que consumen y no están informados sobre de donde o quien les provee el servicio de agua potable. Todo esto debido a que el agua es extraída hacia otras comunidades con mayor poder adquisitivo, de manera que los usuarios o personas dueñas de los predios que tienen manantiales y arroyos no pueden hacer uso de ellos, más que de manera parcial.

Cuadro 7. Costo del servicio de agua potable

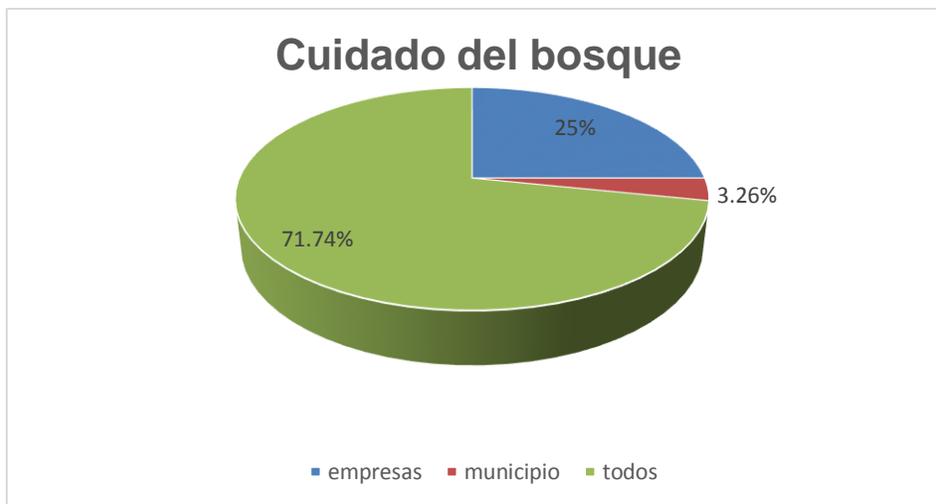
Costo \$	Porcentaje de encuestados con agua potable %
\$ 25	51.76%
\$45	31.76%

Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista de valoración económica 2014

4.4 Protección e importancia del bosque

El 25% cree que la responsabilidad de la protección de los bosques, debe ser a través de una empresa privada, porque de acuerdo a su perspectiva las empresas saben cómo debe ser cuidado y cuentan con los recursos, el 3.26% de la población encuestada dice que la responsabilidad recae sobre el municipio y el 71.74% menciona que la responsabilidad cae sobre la sociedad del municipio de Huayacocotla y Zacualpan (ver figura 7).

Figura 7: Protección e importancia del bosque



Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista de valoración económica 2014

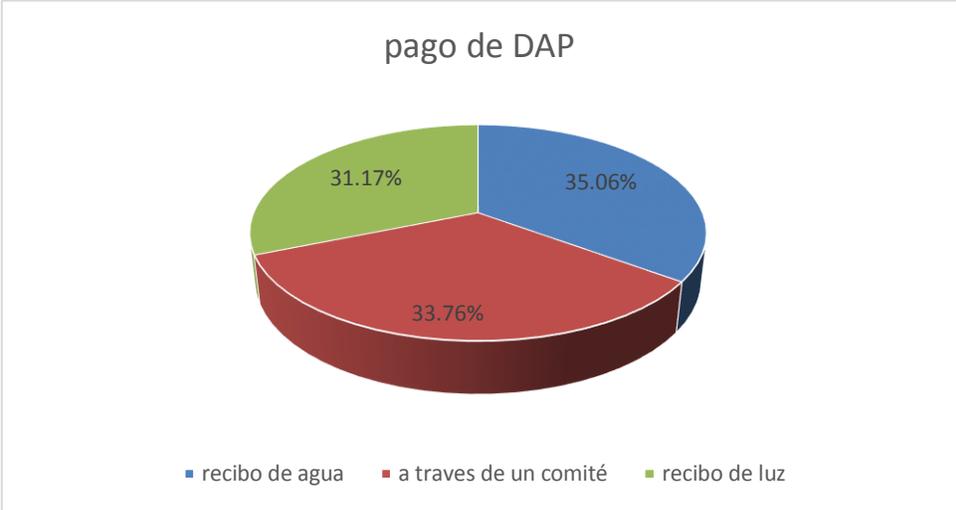
En relación a la importancia del agua y la relación bosque - agua, el 99% opina que el agua es un recurso importante o muy importante para el desarrollo de las actividades diarias, y el 98% considera que los bosques mejoran la calidad y aumentan la cantidad de agua. El 98% de los encuestados sabía dónde se producía el agua que consumen en sus hogares.

4.5 Disposición a pagar

La cantidad que una persona o institución está dispuesta a pagar depende directamente del costo que le genera adquirir el bien de manera diferente a la propuesta y esta cantidad puede ser menor o igual al costo. Por ejemplo si una señora tiene que comprar una pipa de agua, y esta tiene un costo de 500 pesos mensuales y a esta misma persona se le pregunta cuanto estaría dispuesta a pagar por que se le provea el líquido mensual, la respuesta se verá influenciada por el costo que ella paga por el agua mensualmente y este será menor o igual.

El 83.65% de los entrevistados están dispuestos a cooperar con el programa de pago por servicios ambientales hidrológicos. De los que están dispuestos a participar el 35.06% expresa que el pago debe hacerse a través del recibo de agua, un 33.76% dice que a través de un fondo que debe crearse para este fin, un 31.17% a través del recibo de luz, porque dicen que este es obligatorio su pago y nadie está de acuerdo con que se realice a través del municipio ya que generaría corrupción desvió de recursos, esto de acuerdo a la versión de los encuestados (Ver figura 8).

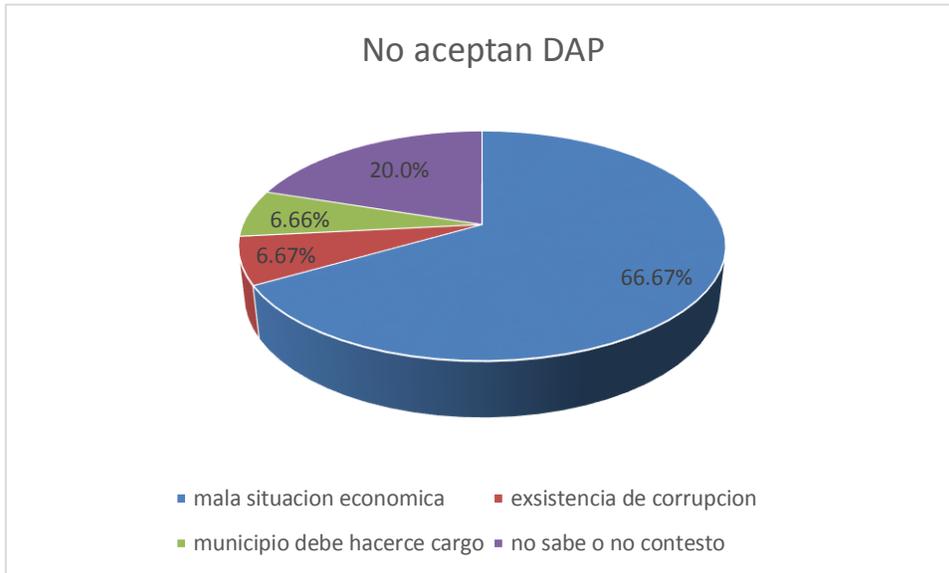
Figura 8: Formas de Disposición A Pagar



Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista de valoración económica 2014

De los entrevistados que no están dispuestos a pagar suman un 16.35% del total de los entrevistados, los cuales fueron 15.042, de esta cantidad no están dispuestos a pagar 14.76 personas y mencionan que es porque su situación económica no se lo permite, el restante 1.09 entrevistados porque considera que la corrupción puede evitar que los fondos lleguen a su destino y la restante que solo es un entrevistados menciona que el municipio debe hacerse cargo de cubrir dicho monto, por el cuidado del agua y el bosque. (Ver figura 9).

Figura 9: causas de no aceptación de DAP



Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista de valoración económica 2014

4.6 Análisis de la Disposición a Pagar (DAP)

El modelo utilizado es el modelo generalizado lineal que es de la siguiente forma:

$$p(x) = \frac{\exp(\alpha + \beta x)}{1 + \exp(\alpha + \beta x)}$$

Después de realizar el cálculo de los estimadores, usando el programa SAS, se omitieron las variables, edad, número de personas que viven en el hogar, número de hijos y ocupación, las cuales no fueron significativas para el modelo por no obtener un nivel de significancia menor a 0.05, quedando al final solo tres variables dentro del modelo: el nivel de educación e ingreso mensual familiar y género.

Los resultados de las variables analizadas como son el nivel educativo, género e ingreso se muestran a continuación en un cuadro de datos. La significancia de las variable

(Pr>ChiSq) es el dato de interés para llevar a cabo el cálculo de probabilidades de la disposición a pagar, ya que ésta nos indica el nivel de significancia.

Cuadro 8: Variables socioeconómicas significativas del modelo

variables	Desvianza	DF o gl	Cuadrado	Pr > ChiSq
Interceptos	208.6674			
Educación	194.1703	1	14.50	0.0001
Ingreso	116.6904	1	76.93	<.0001
Genero	108.3171	1	8.37	0.0038

Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista de valoración económica 2014

Cuadro 9: Estimadores de los parámetros de las variables socioeconómicas

ANÁLISIS DE ESTIMADORES DE PARÁMETROS					
Parámetro	gl	Estimación	Error estándar	Chi-cuadrado	Pr >ChiSq
Intercept1 B1	1	2.0989	0.8183	6.58	0.0103
Intercept2 B2	1	9.0470	1.4929	36.73	<.0001
Intercept3 B3	1	10.6179	1.6898	39.48	<.0001
Intercept4 B4	1	12.7085	2.0388	38.86	<.0001
Intercept5 B5	1	14.8743	10.1673	38.36	<.0001
Educación	1	0.0476	-0.1193	6.48	0.2488
Ingreso	1	-0.0038	-0.005	35.82	<.0001
Genero	1	1.5024	0.3453	0.31	0.0109
Genero	1	0.0000	0.0000	.	.

Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista de valoración económica 2014

El estimador para la variable nivel ingreso presenta signo negativo, lo cual indica que a mayor nivel ingreso se espera un disposición a pagar menor, contrario a lo que se esperaba, ya que el estudio realizado por (Del Ángel Pérez, Rebolledo Martínez, et al. 2008), indica que por el hecho de tener un nivel de ingresos cada vez mayor aumenta la cantidad que esta dispuestos a pagar.

Por otro lado, la variable educación presenta una relación positiva sobre la disposición a pagar, lo que nos indica que a mayor nivel de educación aumenta la probabilidad de estar dispuesto a pagar. Esto va de la mano con los jefes de hogar que tienen más nivel educativo son más conscientes de la problemática ambiental y el grado de deterioro donde se realizó el estudio, por ende estarán dispuestos a sacrificar parte de sus ingresos en un programa de recuperación y conservación.

El género es esta estudio tiene signo positivo, por lo que se dice que está directamente relacionado con la disposición a pagar, caso que se esperaba que no tuviera relación directa el género de los encuestados.

En el presente estudio la edad nos indica que no es un factor que influya de manera benéfica a tener una disposición mayor a pagar. Esto se podría deber en parte a que a mayor edad no garantiza una conducta o responsabilidad hacia el cuidado del medio ambiente. (Ver cuadro 9)

Cuadro 10. Estimación de la DAP bimestral.

Intervalos DAP	Probabilidad	Número de familias	Valor medio del intervalo	DAP estimada \$
0	0.000048608	0.085	0	0
1-50	0.000002500	0.004	25	2.12293462
51-100	0.002602870	4.547	75	0.327555745

101-150	0.012522347	21.877	125	568.40
151-200	0.101302879	176.976	175	3828.40
201-250	0.883520796	1543.511	225	39819.63
		1747		44218.88

Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista de valoración económica 2014

Una vez obtenidos los estimadores se calcularon las probabilidades en cada categoría de los intervalos.

1. En la columna de Intervalos se encuentran los intervalos del monto de la DAP, en la siguiente columna se encuentran las probabilidades calculadas con los estimadores mediante el modelo logístico multinomial;
2. La columna número de familias se obtuvo mediante la multiplicación del número total de familias por la probabilidad calculada para cada intervalo.
3. En la columna de valor medio del intervalo se tomó el valor medio de cada intervalo para evitar subestimación o sobrestimación de la DAP.
4. La columna de DAP estimada se calculó mediante la multiplicación del valor de intervalo por el número de familias de cada intervalo.

Por ejemplo para la categoría 2, la probabilidad obtenida fue de 0.000048608 que al multiplicarla por el número total de familias (1747), se obtuvieron 0.004 familias, y este a su vez al multiplicarlo por el valor medio del intervalo, es decir por \$25, se obtiene una DAP de \$2.12293462. Una vez realizado el cálculo de la DAP estimada para cada intervalo, se hizo la sumatoria de todas éstas para obtener la DAP total. Se obtuvo una DAP total bimestral \$ 44218.88. (Ver cuadro 10)

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Mientras que la crisis del agua en México y en el mundo es muy preocupante, esta misma crisis ha sido importante para resaltar los lazos que existen entre la deforestación y los esquemas hídricos en las cuencas de México, así como para despertar el deseo de actuar y preservar los bosques y selvas del país.

El método de valoración contingente permitió determinar que 83.65% de los encuestados en Canalejas de Otates, Zacualpan y viborillas, Huayacocotla, Veracruz, observa disposición Positiva a pagar (DAP) para implementar el sistema de pago por servicios ambientales hidrológicos y con ello contribuir a la conservación, y cuidado del bosque y sus recursos que en él se encuentran.

En Canalejas de Otates, Zacualpan en beneficio de la hidrología local y regional, los habitantes encuestados han manifestado cantidades que inician en \$50.00 hasta la cifra más alta de \$250.00, con valor promedio de \$150.00. También, los datos indican que la mayor probabilidad de manifestar una DAP positiva se presenta entre individuos con ingresos promedio de \$1809.00 y escolaridad promedio de 7 años.

Es importante resaltar que los bosques en México se encuentran desgastados por la tala excesiva, saqueo de especies, fauna y demás recursos que disminuyen los servicios ambientales que este proporciona.

Como recomendación sería bueno que se implementen programas de pago por servicios ambientales en todo el país, esto con el fin de dar incentivos económicos atractivos a los dueños de predios con cobertura boscosa y con ello empezar a crear conciencia de lo importante que es cuidar los bosques ya que estos proporcionan muchos servicios ambientales incluyendo el secuestro de carbono, captación de agua, la conservación de la biodiversidad y el ecoturismo. Y así promover el uso sustentable de estos recursos naturales en México.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Arocena-Francisco, H. 2003. Environmental Service “Payments”: Experiences, Constraints and Potential in The Philippines. Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF), Southeast Asia Regional Office. consultada el 17 Febrero 2014.

Brown 2004. Ecology, 85(7), pp. 1771–1789 q by the Ecological Society of America

PIMENTEL D, PIMENTEL M. 1996. Food, Energy and Society. Niwot (CO): University Press of Colorado

Gardner-Outlaw, T. y Engelman, R. 1.999 futuros forestales: la población, el consumo y los recursos de madera. Washington, DC, Population Action International.

BARRANTES, G Y VEGA. 2002. *Metodología para la evaluación económica de daños ambientales en Costa Rica*.

R. HUETING, 1998. The economic functions of the environment. In: P. Ekins & M. Max-Neef (eds.), Real-life economics, Routledge, London.

Conagua, 2005, Yistadísticas del agua en México.

Department of Economics, Andrew Young School of Policy Studies, Georgia State University, Atlanta 2011

Commitee on Valuing Ground Water, National Research Council, Valuing Ground Water: Economic Concepts and Approaches, 1997, en <http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=5498>, consultado el 20 de febrero de 2008.

AZQUETA, D. y FERREIRO, A. (1994), *Análisis económico y gestión de los recursos naturales*, Alianza Editorial, Madrid.

ADAMOWICZ, Wiktor L. & Theodore Graham-Tomasi (1991) "Revealed preference tests of nonmarket goods valuation methods" Journal of Environmental Economics and Management vol. 20 (pp. 29-45).

THE NATIONAL ACADEMIES,2004. <http://www.nationalacademies.org/>. Función ambiental de los ecosistemas,U.S.A, consultado en noviembre 2012.

CONAFOR 2009, Pago por servicios ambientales, México, www.conafor.gob.mx consulta 21 noviembre 2013

BISHOP, Richard C. & Thomas Heberlein (1979) "Mesuring values of extra-market goods: are indirect measures biased?" American Journal of Agricultural Economics vol. 61, núm. 5 (pp. 926-930)2012.

Martinez-Campos M.,(2004).pago por servicios ambientales y sus beneficios Pag.673—683. España.

Kiersch, B. and J. Van Wambeke. 2002. Servicios Ambientales. FAO: Oficina Regional para América Latina y el Caribe. 26 de Noviembre de 2002

Gutiérrez, M. 2004. Acceso al Pago de Servicios Ambientales en Costa Rica, <http://www.lead.virtualcenter.org/es/ele/conferencia3/articulo11.htm>, consultado en mayo 2014

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/ResultadosR/CPV/Default.aspx?texto=ZACUALAPAN+VER>, consultado en mayo de 2014

GLOSARIO

briefing o **brief**: es un anglicismo empleado en diversos sectores como pueden ser el publicitario, el diseño, el subacuático (buceo) y el aeronáutico, sobre todo el militar. Se puede traducir briefing por «informe» o instructivo que se realiza antes del comienzo de una misión militar o de realizar una inmersión de buceo; en el sector publicitario y de comunicación pública en general, un briefing es el documento o la sesión informativa que proporciona información a la agencia de publicidad para que genere una comunicación, anuncio o campaña publicitaria.

PSA: pago por servicios ambientales

DAP: disposición a pagar

Parámetro: es un número que resume la gran cantidad de datos que pueden derivarse del estudio de una variable estadística. El cálculo de este número está bien definido, usualmente mediante una fórmula aritmética obtenida a partir de datos de la población.

Intercepto: para las matemáticas es cuando dos rectas se unen en un punto determinado dentro de un plano cartesiano.

ANEXOS

Anexo 1: Encuesta

Encuesta para determinar disponibilidad a pagar (DAP) de los habitantes en la población de Canalejas de otates; Zacualpan y municipio de Huayacocotla; Veracruz; por cuidar los bosques para un mejor servicio de agua potable.

Introducción

Buenos días/Buenas tardes.

Mi nombre es _____, De la Universidad Autónoma Chapingo, que es una institución pública de educación media superior y superior encargada de la enseñanza e investigación sobre cuestiones agronómicas, ambientales y del medio rural.

Estamos interesados en conocer su opinión sobre el problema que representa la cantidad, calidad y disponibilidad de agua en esta comunidad. _____

Por eso estamos realizando una encuesta de carácter confidencial. **Su nombre no será asociado con las respuestas que de aquí se obtengan.**

Por ello le agradeceríamos que nos dedicara 10 minutos para contestar algunas preguntas.

Le informo que no hay respuestas buenas ni malas.

Nombre del encuestador _____

Número de encuesta _____

Fecha _____

Comunidad o barrio: _____

Sección I.

Preguntas para determinar la calidad del servicio que recibe, la importancia del agua y la relación bosque - agua.

1. ¿La casa donde vive actualmente es propia?

Sí No

2. ¿Tiene servicio de agua en su casa?

Sí No (pase a la pregunta 10)

3. ¿Cree usted que el agua que consume tiene cloro?

Sí No

4. ¿Actualmente cuántas horas al día recibe agua en su casa? _____

5. ¿Cómo calificaría la cantidad de agua que llega a su hogar?

Suficiente Poca

6. ¿Quién le provee el servicio de agua potable?

Municipio Pozo privado Camión cisterna No sabe

Pozo Municipal Proyecto comunitario No tengo Otro _____

7. ¿Cuánto paga mensualmente por este servicio? _____

8. Según usted la calidad del servicio de agua potable que recibe es

Muy buena Buena Regular Mala

9. ¿Tiene filtro de agua en su casa?

Sí No

10. ¿Tiene pozo en su propiedad?

Sí No

12. ¿Tiene depósito o tinaco (en el techo de la casa)?

Sí No

13. ¿Compra agua adicional para bañarse, lavar o para otros usos?

Sí No

14. ¿Si le pidiera calificar la importancia que tiene el agua para el desarrollo de su vida diaria, qué calificación le pondría?

Muy Importante Importante Poco importante No es importante

16. A las siguientes actividades relacionadas con el uso del agua en su casa, ¿cuál es la calificación que usted les pondría de acuerdo a su prioridad?

(Coloque el número a la par del cuadro según la calificación de uso indicada en el cuadro de intensidad de uso)

Para tomar y cocinar

Baño Lavar ropa

Aseo casa

Lavar carro

Regar jardín

Regar cultivos

Otros

Cuadro de intensidad de uso

Intensidad de uso	calificación
La uso mucho	5
La uso regularmente	4
La uso pocas veces	3
La uso ocasionalmente	2
Nunca la uso	1

17. ¿Sabe usted de dónde viene el agua que utiliza el municipio o el comité de agua potable para abastecer los hogares de su comunidad? Especifique. _____

18. ¿Cree usted que son importantes los bosques y la vegetación para la existencia del agua que consume? (Mencione escala)

Muy Importante Importante Poco importante No es importante

19. ¿Quién debería cuidar los bosques en las orillas del río Vinazo y sus afluentes?

Empresa privada Municipio Todos los de Zacualpan y Huayacocotla
Combinación de las anteriores Otros _____

Sección II.

A continuación le voy a explicar sobre la importancia de los bosques en la protección del agua. *Los bosques protegen nuestras aguas y regulan nuestro clima. Cuando llueve en el bosque, las hojas permiten que el agua gotee lentamente sobre el suelo; si se corta el bosque, la lluvia cae fuertemente sobre el suelo desprotegido y sus partículas son arrastradas hacia las corrientes, ensuciando sus aguas. Esto puede provocar inundaciones. Además, sin árboles, el agua se evapora rápidamente disminuyendo el agua disponible, por lo que si cortan los árboles, podemos quedarnos sin agua, la cual es vital para nuestra vida diaria.*

Después de esta explicación, le haré el siguiente comentario para responder a la siguiente pregunta.

1. Tomando en cuenta lo anterior ¿Cuánto estaría usted dispuesto a aportar anualmente para que se protejan y desarrollen los bosques del área, de tal manera que esto le asegure el suministro de agua proveniente del río Vinazco para su familia?

50 100 150 200 250 300 o mas

No (pase a la pregunta 3)

2. ¿De qué manera preferiría que la contribución fuera hecha?

1. Cargándola a su recibo del agua

2. Cargándola a su recibo de la luz

3. Creando un fondo de agua específico en la comunidad de Canalejas de Otates

4. A través de la municipalidad

5. Otros

3. ¿Por qué no está dispuesto a pagar para hacer funcionar un programa?

1. Mi situación económica no me lo permite

2. No creo que este tipo de medidas funcionen

3. La corrupción puede evitar que los fondos lleguen a su destino
4. Carezco de información suficiente
5. Son otras las personas que deberían pagar
7. Es el Estado el que debe pagar
8. Es la municipio el que debe hacerse cargo
9. No es necesario este tipo de programas
10. Otras razones (especifique) _____

Sección III. Aspectos socioeconómicos

Las siguientes preguntas son muy importantes para el estudio. De nuevo le recuerdo, todas sus respuestas son estrictamente confidenciales.

1. ¿Sexo del entrevistado o entrevistada?

Masculino Femenino

2. Edad _____

3. Estudios realizados

4. ¿Actualmente está trabajando?

Sí No

5. ¿Cuántas personas viven en su casa? _____

6. ¿Cuáles son sus ingresos familiares totales por mes? _____

Anexo 2. Programa SAS

```

data uno;
input x1 x2 x3 x4 y;
cards;

proc print;

proc genmod data=uno;
class x3;
model y= x3 x1 x2/dist= multinomial
link=cumlogit
aggregate= x3
type1 ;

run;
```