

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Demanda, disponibilidad de pago y costo de oportunidad hídrica en la Cuenca Tapalpa, Jalisco

Cristopher López Paniagua¹, Manuel de Jesús González Guillén¹,
José René Valdez Lazalde¹ y Héctor Manuel de los Santos
Posadas¹

RESUMEN

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. Este estudio pretende aportar información sobre el último aspecto, al estimar la demanda hídrica en la cuenca de Tapalpa, Jalisco, México, en cuya superficie de 21 000 ha, la mitad es forestal. Adicionalmente, se estimó 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.

PALABRAS CLAVE:

Costo de oportunidad, disponibilidad a pagar, mercado de servicios ambientales, uso del suelo, valor del uso del agua.

ABSTRACT

The creation of a hydrological environmental services market implies to have information about the hydric supply and demand in a watershed. With the purpose to contribute on the last aspect, this study estimated the hydric demand in Tapalpa watershed in Jalisco, Mexico. Additionally, the water use value that was estimated by using the willingness to pay (WTP) technique and also by the opportunity cost analysis on the forest land use for water "production" is presented. The watershed has an area of 21 000 ha and half of it is forested. The demand analysis indicated that the hydric resource (HR) used is about 23 171 885 m³/year. 93% of this total is used in the agricultural sector, mainly for vegetable production (50%) and basic crops (23%). When compared to other sectors, the calculated willingness to pay (WTP) value for the HR is higher in the service sector (76,7% of the interviewers said to be well-disposed). However, the biggest contribution to the total WTP was given by the domestic sector (46,5%) with \$3 064 301 Mexican pesos/year. Additionally, a direct relationship between study level and WTP for HR was determined. Age showed an inverse relationship with WTP. The estimated total WTP value resulted to be smaller than the estimated opportunity cost to conserve forest in the watershed, giving an annual deficit of \$27 201 313 Mexican pesos. The total WTP represents only 10%

1 Colegio de Posgraduados, Posgrado Forestal, Km. 36.5 carr. México-Texcoco, Montecillo, Estado de México 56230. ce:cristopherlp@colpos.mx

of the opportunity cost. In addition, if the associate costs for recovering forest areas currently in other use (areas in conflict) were added, the annual deficit would increase to \$45 130 988 Mexican pesos and the WTP would be reduced to 6% of the total opportunity cost.

KEY WORDS:

opportunity cost, willingness to pay, environmental service markets, land use, water use value.

INTRODUCCIÓN

El problema de escasez y calidad del agua en México varía regionalmente debido a las características peculiares que presenta la biogeografía del país y a la distribución espacial de los asentamientos humanos. En algunas regiones o localidades del país existen serios problemas de deterioro del recurso hídrico. Así lo sugieren las evidencias alarmantes de contaminación de agua y el agotamiento de acuíferos, al grado de que en algunas zonas ya se empiezan a limitar los permisos para su aprovechamiento (FCEAAC *et al.*, 2006; Manson, 2004; Barrantes y Vega, 2002).

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.

Existen estrategias y acciones tendientes a mejorar la utilización del agua. Una de ellas incluye la implementación de un sistema de precios o pago del servicio ambiental hidrológico (SAH) como un mecanismo que promueve la racionalidad en el uso del agua de las cuencas. Además de lograr un mejor aprovechamiento, este mecanismo estimularía la reconversión tecnológica de los procesos productivos con menor rentabilidad económica o bien su canalización a usos alternativos. El pago también contribuiría a lograr una nueva cultura entre los usuarios y los proveedores del agua en relación a la conservación de los recursos hidrológicos.

Ante la problemática regional y nacional de la escasez del agua, a partir del 2003, el Gobierno Federal implementó el Programa de Pago de Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) con el propósito de desarrollar los mercados de SAH, incrementar las posibilidades de conservación de los recursos forestales y fomentar el uso racional del agua. El PSAH contempla la retribución monetaria² a los dueños o poseedores de los ecosistemas que proporcionan el servicio ambiental hídrico, asumiendo que éstos incurren en un costo financiero y de oportunidad al conservar ecosistemas naturales que realizan la captación de agua y mejoran la calidad de los SAH.

La lógica de la alternativa anterior es simple; sin embargo, lo complicado es la creación de un sistema en el cual interactúen armoniosamente las fuerzas de mercado (i.e., oferta y demanda) para mantener la prestación de los SAH en calidad y cantidad adecuadas. Para ello

² El monto pagado es de \$400 ha-1 año-1 para bosques mesófilos de montaña y de \$300 ha-1 año-1 para otros bosques y selvas (*Diario Oficial de la Federación*, 2003).

es necesario cuantificar físicamente el presupuesto hídrico -la oferta y demanda- del área sujeta a evaluación, y determinar las relaciones existentes entre el recurso y los usuarios y lograr así una mejor administración del uso del agua.

El presente estudio se enfoca únicamente a estimar la demanda hídrica³ en la cuenca Tapalpa, localizada en el estado de Jalisco, México mediante el método de valoración contingente (MVC); generar información útil en la creación de un mercado de SAH, así como conocer si la disponibilidad a pagar (DAP) de los usuarios o los montos pagados por el PSAH cubren el costo de oportunidad de uso de los suelos forestales en el área de estudio.

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).

A diferencia de otros estudios realizados con el MVC (Hidano *et al.*, 2005; Bandara y Tisdell, 2004; León y Vázquez-Polo, 2000; Pouta *et al.*, 2000; Melo y Donoso, 1995), este trabajo emplea la técnica para valorar el servicio hídrico en la cuenca de Tapalpa, Jalisco, México.

OBJETIVO

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.

METODOLOGÍA

Área de estudio

La cuenca Tapalpa se localiza aproximadamente a 130 km de la ciudad de Guadalajara por la carretera Guadalajara-Tapalpa (Figura 1), entre los paralelos 20° 18' y 19° 42' LN y los meridianos 103° 50' y 103° 36' LO (Flores *et al.*, 2005); comprende de manera parcial o total los municipios de Atemajac, Chiquilistlán y Tapalpa, siendo en este último donde se concentra la mayor proporción.

Tiene una superficie aproximada de 21,000 ha, de las cuales el 44% es bosque, 28% de uso agrícola y urbano y el 27% de uso pecuario. Se localiza en la Sierra de Tapalpa, dentro del Eje Neovolcánico. Las principales poblaciones ubicadas dentro de la cuenca son Tapalpa, Attaco y La Frontera.

3 Un estudio complementario a éste —Oferta hídrica de la cuenca forestal Tapalpa, Jalisco, orientada hacia los servicios ambientales—, está en proceso de publicación.

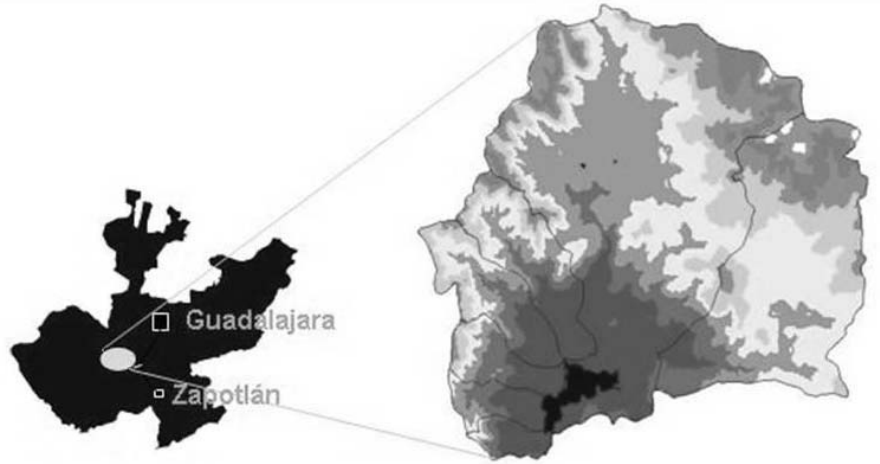


Figura 1. Cuenca Tapalpa, Jalisco.

Planificación del estudio y obtención de la información

Una vez delimitada el área de estudio, se realizaron recorridos de campo con el fin de tener un panorama general de la problemática del servicio hídrico, así como de las características socioeconómicas de los diversos sectores en la región. En las visitas se contactó al personal y expertos de las instituciones ligadas al manejo del recurso hídrico, así como al personal de apoyo en el levantamiento de las encuestas. Se obtuvo información a través de una revisión de literatura y de bases de datos y estadísticas de información poblacional del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y del Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM). Posteriormente, fue necesario el apoyo de las autoridades municipales de Tapalpa, la unidad de riego "El Nogal", la Asociación Ganadera Local y los Prestadores de Servicios Técnicos Forestales para actualizar las bases de datos y realizar el levantamiento de encuestas.

Determinación del tamaño de muestra

El tamaño definitivo de la muestra se estimó con base en la variabilidad de las respuestas de la población al indagar la disponibilidad a participar en el PSAH (i.e., variable dicotómica) (González, 2005) y a través de la Ecuación 1, excepto para el sector turista donde se empleó la Ecuación 2 debido a que el tamaño de la población total (N) es desconocido. La Tabla 1 muestra el grado de precisión, confiabilidad y el tamaño de muestra definitivo en los ocho sectores sociales encuestados.

$$n = \frac{N \times t^2_{(\alpha, n)} \times P \times (1 - P)}{(N - 1) \times B^2 + t^2_{(\alpha, n)} \times P \times (1 - P)} \quad (1)$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra;
 $t^2_{(\alpha, n)}$ = Valor de la distribución t correspondiente al nivel de confiabilidad elegido (95%);
 P = Proporción de la población con la característica deseada;

$1-P$ = Proporción de la población sin la característica deseada;

B = Error máximo deseado (también conocida como precisión D); y

N = Tamaño de la población.

La ecuación de tamaño de muestra para el sector turismo es

$$n = Z^2 P \times (1 - P) / B^2 \quad (2)$$

Donde

Z^2 = Valor de la distribución Z correspondiente al nivel de confiabilidad elegido (95%); todo lo demás como se ha definido anteriormente.

Las unidades muestrales se eligieron aleatoriamente y sin reemplazo. Para los sectores doméstico, industrial y

de servicios, las encuestas (ver Anexo) se restringieron a la cabecera municipal, ya que en el caso de los dos últimos sectores, la totalidad de sus componentes se encuentra en la localidad. En el sector doméstico, se partió del supuesto que los problemas de disponibilidad de agua son mayores en Tapalpa en comparación con el resto de la cuenca –debido a una mayor densidad poblacional–, por lo que ante una mejora del SAH, los habitantes del municipio serían los principales beneficiarios. En la cabecera municipal (Tapalpa) es donde se concentra el 36% de la población total del municipio (5 566 habitantes); mientras que el 76% de las localidades (79 de 104) cuenta con menos de 100 habitantes; es decir, 20 hogares en promedio (SNIM-INEGI, 2000). Evidentemente las inferencias del estudio

Tabla 1. Confiabilidad, precisión y tamaño de muestra obtenido por grupo social encuestado en Tapalpa, Jalisco.

Grupo social (Sector)	Población (N)	Confiabilidad (%)	Precisión (%)	Unidades muestrales (n)
Doméstico	1 136 ²	95	11	50
Agrario	333 ³	95	15	30
Pecuario	724 ⁴	95	16	30
Servicios	172 ⁵	95	11	30
Industrial	3 ⁶	-	-	3 ¹⁰
Forestal	135 ⁷	95	13,5	30
Población ¹	5 566 ⁸	95	16,5	34
Turista ¹	Indeterminado ⁹	95	11,5	36
Total				243

1 Se estableció la necesidad de conocer el punto de vista que los pobladores tienen de los recursos ambientales en la zona, ya que éste se considera un factor determinante en el éxito de los mercados de SAH. De igual forma, dado que la población de Tapalpa tiene un gran potencial turístico y la derrama económica por esta actividad es cuantiosa, se consideró importante la inclusión del punto de vista del sector turístico (Ver Anexo).

2 Total de hogares.

3 Padrón de usuarios de la presa el "Nogal".

4 Padrón de afiliados a la Asociación Ganadera Local.

5 Total de negocios (hoteles, restaurantes, bares, tiendas, farmacias).

6 Total de industrias.

7 Total de dueños o poseedores de predios forestales.

8 Total de habitantes en la población.

9 Número de turistas que arriban a Tapalpa al año.

10 Se realizó un censo.

son válidas para los datos obtenidos en la cabecera pero deben de interpretarse cuidadosamente en el caso de las localidades de baja densidad poblacional que están distribuidas en la cuenca. En este caso se espera que a mayor disponibilidad de agua haya mayor consumo. En todo caso cuando se estima la demanda de la cuenca ésta tenderá a sobrestimar la demanda real.

Aplicación de las encuestas

Después del diseño, calibración y validación de las encuestas por tipo de sector (ver Anexo), éstas se aplicaron en forma personal y directa, lo que permitió disipar dudas y aclarar respuestas. Sin embargo, esta forma de aplicación puede tener algunas desventajas tales como el elevado costo, laboriosidad, duración y el riesgo de influir en las respuestas por el entrevistador. Este estudio trató de minimizar tales aspectos.

Estimación de la demanda hídrica

Con los resultados obtenidos de las encuestas a través del MVC, se generaron

estimaciones puntuales y por intervalos para cuantificar el gasto de agua total por sector (Tabla 2). Una vez obtenidos los valores promedio para el consumo de agua, éstos se hicieron extensivos a toda la población, obteniendo valores promedio de consumo de agua diario por sector.

Disponibilidad a pagar (DAP) por el agua a través de variables socioeconómicas

La DAP por el agua se determinó a través del método de valoración contingente (MVC) por sector productivo (industrial, doméstico, agrario, pecuario y servicios) en la región, para ello se utilizó un modelo lineal generalizado vinculado a través de una estructura logística. El modelo predice la probabilidad de la DAP usando variables socioeconómicas de interés como variables independientes. Para el ajuste de los datos se descartaron los datos correspondientes al sector industrial, debido a que éste es muy pequeño en la región, existiendo solamente tres industrias y su consumo de agua representa menos de 0,05% de la

Tabla 2. Estimaciones puntuales y de intervalo en la cuenca de Tapalpa, Jalisco.

Sector	Estimación puntual	Estimación por intervalo (Límites de confianza ¹)		Unidades
		L.I. ²	L.S. ³	
Doméstico	282,2	239,9	324,5	lt/día/hogar
Agrario	177 624,2	124,669,0	230 580,0	lt/día/agricultor
Pecuario	4 727,5	4 133,4	5 321,6	lt/día/ganadero
Servicios	4 119,4	3 005,0	5 233,0	lt/día/negocio
Industrial	7 500,0 ⁴	-	-	lt/día

1 Con una confiabilidad del 95%. Es decir, en promedio el 95% de las muestras producirán intervalos que contienen a la media verdadera.

2 Límite inferior.

3 Límite superior.

4 Como fue realizado un censo, este valor es el gasto total de agua.

FUENTE: Elaboración propia con datos tomados en campo.

demanda total. El módulo lineal de la regresión logística es:

$$\eta = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

Dónde:

η = Módulo lineal del modelo de regresión logística;

β_k = k-ésimo parámetro a estimar; y

X_k = k-ésima variable independiente incluida en el modelo.

La probabilidad del evento binario ($DAP = 1$) se puede obtener a través de:

$$P(DAP = 1) = \frac{\exp(\eta)}{1 + \exp(\eta)}$$

DAP vs EDAD

El módulo lineal de la ecuación usado para las clases de edad como variable independiente fue de la forma:

$$\eta = \beta_0 + \beta_1 C$$

Donde:

β_0 y β_1 = Parámetros a estimar; y

C = Clases de edad en décadas (Tabla 3).

DAP vs EDAD y SECTOR

El módulo lineal de la ecuación para edad y sector como variable independiente fue de la forma:

$$\eta = \beta_0 + (\beta_A I_A + \beta_P I_P + \beta_D I_D + \beta_S I_S) \times C$$

Dónde:

β_0 = Intercepto general del modelo;

β_A = Parámetro asociado a la disponibilidad de pago por la edad en el sector agrícola;

I_A = Variable indicadora asociada al sector agrícola;

β_P = Parámetro asociado a la disponibilidad de pago por la edad en el sector pecuario;

I_P = Variable indicadora asociada al sector pecuario;

β_D = Parámetro asociado a la disponibilidad de pago por la edad en el sector doméstico;

I_D = Variable indicadora asociada al sector doméstico;

β_S = Parámetro asociado a la disponibilidad de pago por la edad en el sector servicios;

I_S = Variable indicadora asociada al sector servicios.

Tabla 3. Clases de edad en décadas.

Clase de edad (Décadas)	Edad (Años)
1	12-17 ¹
2	18-25
3	26-35
4	36-50
5	51-65
6	Más de 65

1 Las encuestas se aplicaron a los encargados de los hogares —los que solventan económicamente a la familia. Sin embargo, a pesar de que el menor intervalo de edad es de 12-17, la menor edad declarada fue de 15 años.

DAP vs EDAD, SECTOR y ESCOLARIDAD

En este caso se tiene una modificación para integrar la interacción de la escolaridad con los sectores productivos. El módulo lineal usado fue de la forma:

$$\eta = \beta_0 + (\beta_A I_A + \beta_P I_P + \beta_D I_D + \beta_S I_S) \times C + \beta_{SEsc} I_S \times E$$

Dónde:

β_{SEsc} = Parámetro asociado a la DAP por la escolaridad en el sector de servicios.

E = Años de escolaridad del entrevistado

Así para el caso del sector servicios en especial se tiene que el módulo lineal toma la forma:

$$\eta = \beta_0 + \beta_S \times C + \beta_{SEsc} \times E$$

Aquí, la interacción del sector servicios y escolaridad es de forma aditiva, ya que hay evidencias de una mayor sensibilidad en la DAP con los años de escolaridad. Lo anterior debido a que en este sector tradicionalmente se presentan individuos con un mayor número de años de estudio.

Uso actual del suelo vs uso potencial

Se utilizó un mapa de uso actual del suelo elaborado a partir de la clasificación de una imagen satelital de la plataforma LANDSAT⁴ 7 ETM+ correspondiente al año 2002 (Flores *et al.*, 2005) y un mapa de uso potencial en la cuenca bajo estudio

4 Esta imagen corresponde al Path 29 y Row 46 de acuerdo al sistema LANDSAT.

obtenido de las cartas de uso potencial de los municipios de Tapalpa y Atemajac, Jalisco (CETENAL, 1977a; 1977b; 1976). Ambos mapas a una escala de 1:50,000. A través de la sobreposición y mediante el programa *ArcMap* 8.3, se generó un mapa que representa las áreas de conflicto del uso actual del suelo. Es decir, se identificaron y cuantificaron las áreas de aptitud forestal que actualmente tienen un uso no forestal.

Costo de oportunidad del uso del suelo

Para determinar el costo de oportunidad de uso de los suelos en el área de estudio se consideraron dos escenarios: (a) Reconversión y (b) Estado actual. El primero trata de responder a la pregunta: ¿cuál es el costo incurrido en recuperar las áreas en conflicto a su aptitud forestal original? El segundo contempla el costo necesario para que las áreas boscosas actuales no se cambien al “mejor uso alternativo” —considerando únicamente el aspecto económico. La suma de estos dos valores representa el costo de oportunidad total (COT) del bosque, el cual se considera proveedor del servicio ambiental hídrico. El COT se comparó con la DAP total de los usuarios. Esta última debería ser por lo menos igual al COT a aceptar por parte de los productores forestales; de otra forma nada asegura que en el mediano y largo plazos el uso del suelo pase de forestal a otros usos más rentables, como la agricultura o la ganadería.

RESULTADOS**Características generales de la cuenca Tapalpa**

La cuenca tiene una altitud mínima de 2 000 m y una máxima de 2 660 m, con un promedio de 2 235 m. Estas alti-

tudes son características de áreas que concentran vegetación de pino-encino en el estado de Jalisco.

De las 21 000 ha que conforman la cuenca, 9 240 ha (44% del total) contienen bosques principalmente de pino, mezclándose con encino u otras hojosas en un pequeño porcentaje. Le siguen el pastizal con 5 670 ha (27% del total), agricultura con 3 780 ha (18% del total), urbano con 2 100 ha (10% del total) y los cuerpos de agua con 210 ha (1% del total).

La demanda total de agua, cuantificada a partir de las estimaciones puntuales de uso del recurso por sector, asciende a 23,172 millones de m³/año; su distribución por sector se muestra en la Tabla 4. La cantidad demandada se encuentra representada mayoritariamente por el sector agrícola (93%), siguiéndole el sector pecuario (5%); mien-

tras que los sectores doméstico, servicios e industrial participan en menos del 1% (Tabla 4).

Valor económico del servicio ambiental hídrico (SAH)

El valor económico que la sociedad beneficiaria otorga al SAH se calculó con base en la DAP declarada de dicha sociedad en su conjunto por mantener y mejorar las condiciones del SAH, incluidos los sectores doméstico, agrícola, pecuario, servicios e industrial. Los valores para cada sector se obtuvieron por inferencia estadística, al estimar la DAP promedio en pesos por unidad muestral por año (Tabla 5). Para el caso en que la DAP fue dada en horas de trabajo al mes, éstas se convirtieron a pesos, tomando como referencia el salario real de un jornal de 9 horas en la región (\$120/jornal), lo que implica \$13,3/hora.

Tabla 4. Demanda del recurso hídrico por sector y total en Tapalpa, Jalisco.

Sector	Demanda (m ³ /año)	Participación (%)
Doméstico	117 011,4	0,51
Agrícola	21 589 336,0	93,17
Pecuario	1 249 289,0	5,39
Servicios	213 511,3	0,92
Industrial	2 737,5	0,01
Total	23 171 885,1	100,00

Fuente: Elaboración propia con datos tomados en campo.

Tabla 5. Valor económico del SAH por sector en Tapalpa, Jalisco.

Sector	DAP unitaria (\$/unidad muestral/año)	DAP total (\$/sector/año)	Participación (%)
Doméstico	1 253,4	1 423,922,3	46,5
Agrícola	1 636,2	544 854,6	17,8
Pecuario	1 313,0	950 594,6	31,0
Servicios	976,8	138 699,9	4,5
Industrial	2 077,0	6 230,4	0,2
Total	7 256,4	3 064 301,8	100,0

Fuente: Elaboración propia con datos tomados en campo.

Como se puede apreciar (Tabla 5), contrario a lo esperado, el valor por unidad muestral fue menor para el sector servicios, el cual se ve superado por el sector doméstico en 28%. En términos agregados, el sector doméstico resultó ser el que tiene mayor DAP con 46,5% del valor económico total; la menor participación es la del sector industrial con un 0,2% del total, explicado en parte por el escaso número de industrias existentes en el área.

DAP y variables socioeconómicas

DAP vs Escolaridad

Al correlacionar la DAP con los años de escolaridad (Tabla 6), se observa que el signo del parámetro sugiere que el aumento de la escolaridad es un factor determinante que aumenta la probabilidad de la DAP. Por ejemplo, alguien con una escolaridad de 9 años tendría una probabilidad de DAP del 80%. Otra persona con 12 años de escolaridad tendría una DAP de 85%; alguien con 16 años de escolaridad tendría una DAP de 91%. Una persona con 6 años de escolaridad tendría una DAP

promedio del 73%, con 3 años del 64% y para personas sin educación formal dicha probabilidad se reduce al 55%.

DAP vs Edad

El signo del parámetro sugiere que el aumento de la edad es determinante para disminuir la probabilidad de $DAP=1$ (Tabla 7). Caso contrario a lo encontrado con la variable escolaridad. Los modelos se presentan por separado, ya que bajo un ajuste conjunto de escolaridad y edad, el parámetro asociado a la escolaridad no es estadísticamente significativo. Evidentemente, las dos variables están correlacionadas y es de esperarse que personas de mayor edad tengan menor escolaridad, lo cual coincide con la ampliación de los servicios educativos en zonas rurales en los últimos 30 años. Es decir, la población joven tiene más años de escuela que sus padres y abuelos, y cuando se presentan ambas variables en el modelo éstas se excluyen ya que de alguna manera se duplica información. Esta correlación no es del todo perfecta pero es suficiente para que una de las variables se excluya del modelo. Con el

Tabla 6. Parámetros estimados para el modelo DAP vs Escolaridad.

Parámetros	GL	Valor estimado	Error	Intervalos de confianza del 95%		Chi-cuadrada observada	Pr > Chi-cuadrada
β_0	1	0,2172	0,4009	-0,5691	1,0153	0,29	0,5880
β_1	1	0,1317	0,0476	0,0417	0,2298	7,65	0,0057

Tabla 7. Parámetros estimados para el modelo DAP vs Edad.

Parámetros	GL	Valor estimado	Error	Intervalos de confianza del 95%		Chi-cuadrada observada	Pr > Chi-cuadrada
β_0	1	3,4096	0,7664	2,0157	5,0398	19,79	<0,0001
β_1	1	-0,5171	-0,1666	-0,8628	0,2050	9,63	0,0019

propósito de afinar las estimaciones se construyeron los siguientes modelos que, además, incluyen el tipo de sector al que pertenece el entrevistado.

DAP vs Edad y Sector

Este modelo muestra cómo las personas del sector agrícola, a edades similares, tienen mayor DAP cuando se les compara con personas de cualquier otro sector (Tabla 8). Para los sectores servicios, doméstico y pecuario, la DAP es prácticamente la misma para grupos de edad igual. En este caso se confirma que el sector agrícola es un poco más sensible, ya que la disponibilidad de agua es fundamental para el éxito de la actividad agrícola.

DAP vs Edad, Sector y Escolaridad

El ajuste de este modelo es superior al anterior y permite ver cómo se hace

más sensible la percepción de los entrevistados del sector agrícola cuya DAP es ahora más evidente y esto se refleja también en el sector pecuario (Tabla 9). El sector doméstico y de servicios mantienen su nivel de DAP con la edad, pero el sector servicios es el único donde se presenta una interacción interesante que se esperaría fuera el caso para los otros sectores.

El sector servicios fue el único donde se pudo detectar el efecto simultáneo de edad y escolaridad en la DAP (Tabla 9). Evidentemente, dos personas de la misma edad tendrían diferente DAP dependiendo de su escolaridad. Lo mismo en el caso de que se tuviera la misma escolaridad, una persona joven tendría mayor DAP. Es muy probable que este sea el caso de manera general bajo una muestra de mayor

Tabla 8. Parámetros estimados para el modelo DAP vs Edad y Sector en Tapalpa, Jalisco

Parámetros	GL	Valor estimado	Error	Intervalos de confianza del 95%		Chi-cuadrada observada	Pr > Chi-cuadrada
β_0	1	3,6100	0,8607	2,0366	5,4307	17,59	<,0001
β_A	1	-0,5072	0,1790	-0,8759	-0,169	8,03	0,0046
β_P	1	-0,5854	0,1967	-0,9920	-0,215	8,86	0,0029
β_D	1	-0,5862	0,2072	-1,0113	-0,192	8,01	0,0047
β_S	1	-0,6030	0,2977	-1,1985	-0,007	4,10	0,0428

Tabla 9. Parámetros estimados para el modelo DAP vs Edad y Sector en Tapalpa, Jalisco.

Parámetros	GL	Valor estimado	Error	Intervalos de confianza del 95%		Chi-cuadrada observada	Pr > Chi-cuadrada
β_0	1	3,2519	0,8980	1,5976	5,1399	13,11	0,0003
β_A	1	0,3041	0,1743	0,0366	0,7671	3,04	0,0811
β_P	1	-0,4402	0,1858	-0,8213	-0,088	5,61	0,0178
β_D	1	-0,5117	0,2041	-0,9317	-0,125	6,29	0,0122
β_S	1	-0,5072	0,2166	-0,9483	-0,091	5,48	0,0192
β_{SEsc}	1	-1,3741	0,5599	-2,7772	-0,448	6,02	0,0141

tamaño. Debe de notarse que para el sector agropecuario 13% de su población dijo tener 12 o más años de escolaridad, en el sector pecuario un 20% mencionó tener ese grado de escolaridad, mientras que en el sector doméstico un 30% dijo tener 12 o más años de escolaridad. Sin embargo, para el sector servicios 63% de la muestra declaró tener más de 12 años de escolaridad, por lo que es el sector más sensible al contraste entre edad y escolaridad.

Conflictos en el uso del suelo

Uso actual

El uso actual predominante del suelo en la cuenca se concentra en los cultivos agrícolas y en la superficie forestal (bosques de pino de alta densidad) que, sumados, ocupan el 35,3% de la superficie total (Tabla 10).

Uso potencial

El uso potencial que predomina en la cuenca es el forestal y pastizal con un 33,06% de la superficie. Le sigue el uso forestal, con limitaciones para pastizal por pendiente del terreno con 15,87%, seguido por el uso forestal con limitación moderada para pastizal por pendiente del

terreno con un 14,64% y finalmente el uso forestal, pastizal y para agricultura con limitaciones por deficiencia de agua con 12,15%. La mayor parte de la superficie de la cuenca tiene aptitud forestal, ya que el total de estos cuatro tipos de uso de suelo potencial ascienden a 75,7% de la superficie (Tabla 11).

Uso actual del suelo vs uso potencial

Al sobreponer los mapas de uso actual y potencial se generó un mapa de uso conflictivo del suelo (Figura 2).

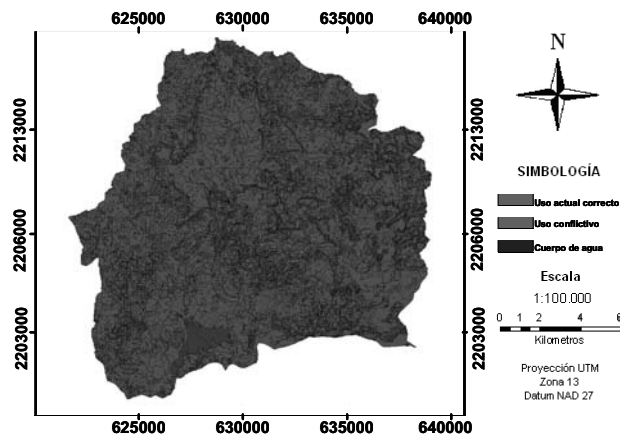
El análisis muestra que actualmente existe una presa (Figura 2) que fue construida después de realizar las cartas de uso potencial, por esa razón el mapa de uso potencial reporta un uso con aptitud diferente. La superficie ocupada por la presa es de 265 ha (1,28% del uso potencial) y no se contabilizó como superficie de conflicto. Así, se determinó que el 18,7% (3 875,1 ha) de uso del suelo es conflictivo correspondiendo 47% (1 813,7 ha) a uso agrícola, 47% (1 809,7 ha) a uso urbano y 6% (251,6 ha) a pastizales, las razones de estos cambios en el uso de la tierra están principalmente explicadas por una mayor rentabilidad económica.

Tabla 10. Uso actual del suelo y participación porcentual.

Uso actual del suelo (categoría)	Área (ha)	Participación (%)
Urbano o sin vegetación	1 840,0	8,7
Cultivos agrícolas	3 882,4	18,4
Pastizal	2 758,6	13,1
Pastizal con arbustos	1 405,2	6,6
Pastizal con arbolado	1 453,6	6,9
Hojosas	1 944,0	9,2
Pino baja densidad	2 977,6	14,1
Pino alta densidad	3 563,6	16,9
Bosque mixto	681,6	3,2
Cuerpo de agua	265,8	1,3
Sin datos	359,2	1,7
Total	21 132,0	100,0

Tabla 11. Participación porcentual del uso potencial del suelo en la cuenca Tapalpa.

Descripción del suelo y características	ha	%
Sin limitaciones para cualquier uso	20	0,09
Forestal, pastizal y para agricultura con limitaciones por deficiencia de agua	2 568	12,15
Forestal, pastizal y para agricultura con limitaciones por pendiente del terreno	112	0,53
Forestal, pastizal y para agricultura moderada con limitaciones por deficiencia de agua	57	0,27
Forestal, pastizal y para agricultura moderada con limitaciones por profundidad efectiva de suelo	59	0,28
Forestal, pastizal y para agricultura moderada con limitaciones por pendiente del terreno	2 109	9,98
Forestal y pastizal, restringido a la agricultura	20	0,09
Forestal y pastizal, restringido a la agricultura con limitaciones por deficiencia de agua	63	0,30
Forestal y pastizal, restringido a la agricultura con limitaciones por deficiencia de agua y pendiente del terreno	874	4,14
Forestal y pastizal, restringido a la agricultura con limitaciones por pendiente del terreno	800	3,79
Forestal y pastizal, restringido a la agricultura con limitaciones por deficiencia de agua y pendiente del terreno	10	0,05
Forestal y pastizal solamente con presencia de erosión	10	0,05
Forestal y pastizal solamente con limitaciones por fijación de fósforo	6 986	33,06
Forestal y pastizal solamente con limitaciones por pendiente del terreno	373	1,77
Forestal con limitación moderada para pastizal por deficiencia de agua	23	0,11
Forestal con limitación moderada para pastizal con presencia de erosión	24	0,11
Forestal con limitación moderada para pastizal por pendiente del terreno	3 093	14,64
Forestal con limitaciones para pastizal con presencia de erosión	12	0,06
Forestal con limitaciones para pastizal por pendiente del terreno	3 353	15,87
Forestal con limitaciones para pastizal por pendiente del terreno y deficiencia de agua	449	2,13
Uso restringido a vida silvestre con limitaciones por obstrucción y fijación de fósforo	110	0,52
Uso restringido a vida silvestre con presencia de erosión	4	0,02
Total	21 129	100,00



Fuente: Elaboración propia con datos tomados de Flores *et al.* (2005) y CETENAL (1977a; 1977b).

Figura 2. Uso conflictivo del suelo de la cuenca de Tapalpa, Jalisco.

Análisis del costo de oportunidad a través de escenarios

Primer escenario: Reconversión

El costo de oportunidad del área en conflicto, dado por el promedio ponderado de la rentabilidad económica de su uso actual, se estimó con base en una inferencia de ingresos de los sectores pecuario, agrícola y urbano. Para el caso de la renta económica del sector agrícola y pecuario, a partir de los datos obtenidos de las encuestas, se obtuvieron valores de \$2 622,2/ha/año y \$3 304,1/ha/año, respectivamente. Para el caso del sector agrícola, se decidió tomar un valor promedio entre este resultado y la rentabilidad anual de una hectárea de terreno dedicado al cultivo de la papa (\$3,500/ha/año), ya que este cultivo ha ganado mucho terreno en los últimos años debido principalmente a los altos márgenes de ganancia comparados con el resto de los cultivos predominantes en la zona. De esta forma, la rentabilidad económica media anual estimada para el sector agrícola fue de \$3 061,10/ha (Tabla 12).

En el caso del costo de oportunidad para el uso urbano, las encuestas indican que el valor promedio de venta es de \$200 000/ha, al cual se le aplicó la tasa de interés real anualizada (sin inflación) de CETES a 28 días (Certificado de la Tesorería de la Federación) de 3,19%, emitida el 30 de agosto del 2005, resultados de la subasta primaria 34/2005

(IXE, 2005). El valor obtenido fue de \$6 380/ha/año (Tabla 12).

Posteriormente, al multiplicar la renta económica por la superficie de uso conflictivo, se estimó el costo de oportunidad por tipo de uso en conflicto. Así, el costo de oportunidad de toda la superficie en conflicto en la cuenca fue de aproximadamente 17,930 millones de pesos por año (Tabla 12).

Segundo escenario: Estado actual

Para determinar el costo de oportunidad relacionado con la superficie boscosa que eventualmente podría pasar a un uso más rentable, aunque no adecuado en términos de la aptitud del terreno, se utilizó el promedio ponderado de la rentabilidad económica de cada sector en el escenario anterior (Tabla 12). Esto asume que la tendencia en los cambios de uso del suelo se mantendrá constante en los años siguientes. El valor obtenido para la rentabilidad económica anual en el escenario dos fue de \$4 626,9/ha. De forma agregada, el costo de oportunidad total anual para la superficie que se encuentra actualmente en uso forestal (sólo pino de alta y baja densidad, equivalente al 31,5% de la superficie de la cuenca) asciende a 30,266 millones de pesos al año.

La decisión de considerar en el análisis únicamente la superficie cubierta por pino de baja y alta densidad estuvo motivada por las reglas de operación del

Tabla 12. Costo de oportunidad por sector (Escenario 1: Reconversión).

Uso actual en conflicto	Renta económica (\$/ha/año)	Superficie (ha)	Costo de oportunidad (\$)
Agrícola	3 061,1	1 813,7	5 551 956,5
Pastizal	3 304,1	251,6	831 449,6
Urbano	6 380,0	1 809,7	11 546 268,1
Total	12 745,2	3 875,0	17 929 674,2

PSAH de la CONAFOR, el cual contempla apoyar áreas cuya cobertura forestal sea de al menos el 80%. Aunado a esto, se tiene la limitante de los recursos económicos, por lo que se plantea principalmente proteger las áreas forestales con la mayor cobertura arbórea. Sin embargo, es importante considerar que en caso que la DAP sea mayor al costo de oportunidad total, se deben canalizar recursos hacia áreas con menor cobertura, que también intervienen como reguladoras del SAH.

Costo de oportunidad total (COT)

El COT asciende a \$48 195 289,5 representado por el valor total para recuperar las áreas en conflicto (\$17 929 674,3) y el recurso monetario necesario para que las áreas en uso actual forestal no cambien a un uso distinto (\$30 265 615,2).

DISCUSIÓN

Resulta menos costoso el proteger áreas proveedoras de SAH que recuperar las que han sido impactadas severamente. Aunque con los valores obtenidos se podría pensar lo contrario, es necesario remarcar que la diferencia se debe a la superficie. Por otra parte, una superficie que ha sufrido mayor deterioro es menos productiva desde la perspectiva de los SAH. En primer lugar se deben proteger y conservar las áreas proveedoras de SAH y en la medida de lo posible se debe transitar hacia la recuperación de áreas dañadas.

Al contrastar la DAP total de la población de la cuenca de Tapalpa (\$3 064 301/año), con el costo de oportunidad de su superficie boscosa (\$30 265 615,2/año), se obtuvo un déficit anual de \$27 201 313; es decir, la DAP total de la población de la cuenca sólo representa el 10,1% del costo de oportunidad. Asimismo, al comparar la DAP total

con el costo de oportunidad total (COT), incluyendo la protección y conservación de la superficie boscosa y la recuperación de la superficie en conflicto, el déficit aumenta a \$45 130 987/año, lo que significa que la DAP total únicamente cubre el 6% del COT.

De lo anterior se deduce que la DAP por el SAH por parte de la población de la cuenca Tapalpa no es suficiente para mantener la superficie boscosa sin cambio de uso, e implica que en el corto plazo se requiere un subsidio de \$4 158 00/ha/año para cubrir dicho costo. Este valor contrasta con el pago de \$300/ha/año que establece el PSAH en el 2005 para el tipo de bosque predominante en la zona. Si además, se contempla la recuperación de la superficie en uso conflictivo, el subsidio debe incrementarse a \$6 899/ha/año.

En apariencia los valores arriba estimados son muy altos, sin embargo, es conveniente aclarar que se asume que el pago del SAH sería cubierto solamente por la población que está dentro de los límites de la cuenca; aún cuando ésta sólo usa parte de la oferta total disponible de agua. Seguramente alguien más hace uso del recurso hídrico aguas abajo, por lo que se debe considerar la posibilidad de que estos usuarios contribuyan con un pago para complementar el costo de conservar los bosques en la parte alta de la cuenca. Una estimación de la posible contribución de usuarios que habitan fuera de los límites de esta cuenca está más allá del alcance del presente estudio, por lo que se recomienda realizar un estudio complementario que ayude a responder tal interrogante.

Es importante subrayar la necesidad de implementar acciones tendientes a mejorar la DAP en el corto y mediano plazos. Lo anterior, a través de elevar el nivel de escolaridad de la población y de la

percepción que puedan tener hacia el agua (cantidad y calidad) como un SAH que tiene un costo financiero. Esto adquiere mayor importancia día a día debido al acelerado crecimiento poblacional en la región y a los cambios en el uso del suelo, cuya tendencia se orienta a convertir las áreas forestales a usos agrícolas y urbanos, siendo este último el más rentable (Tabla 12). Lo anterior tiene implicaciones importantes debido a que en el futuro la cantidad disponible de agua *per capita* quizá disminuya, al igual que la calidad de la misma, ante la carencia de una planificación adecuada del desarrollo urbano y agrícola, manifestada por los mismos pobladores de la región.

Ante esta problemática, es primordial la coordinación de esfuerzos, tanto de organismos privados como gubernamentales y pobladores de la región, para mejorar el aprovechamiento del recurso hídrico; la subutilización del mismo lo encarece. Por ejemplo, un mecanismo en el sector doméstico sería la venta de "agua de calidad" para consumo humano. De acuerdo a las encuestas, más de la mitad de la población (58%) en la región opina que el agua tiene buena calidad, pero 8 de cada 10 personas consumen agua embotellada y casi la mitad de este grupo gasta en promedio \$30 por semana por este concepto.

Si al usuario doméstico se le garantiza agua potable, los recursos por consumo de agua embotellada podrían invertirse en obras de conservación en la zona de recarga de la cuenca. La apreciación que tienen los pobladores acerca de los recursos naturales juega un papel determinante en el éxito de la implementación de un mercado de SAH. En cuanto a la disponibilidad y calidad de agua, el 50% de la población opina que existe un problema, pero la mayoría coincidió en que éste es principalmente de distribución. Con estos resultados, es claro que

la implementación de un mercado de SAH en la zona exige grandes retos, principalmente enfocados a elevar la conciencia ambiental; estos retos parecen estar ligados al nivel de estudios de la población (el 50% de la población sólo tiene estudios de primaria), y a la percepción de que no hay problema de disponibilidad de agua en la región.

Una característica importante de la zona es su gran potencial turístico -el 85,3% de los entrevistados opina que la actividad turística se ha incrementado en los últimos años. Esta característica le confiere enormes ventajas en el desarrollo económico, pero por otro lado impacta negativamente a los recursos naturales. Al respecto, el 82,2% de los pobladores opina que dicha actividad turística tiene más impactos positivos que negativos en una visión estrictamente económica. Sin embargo, sólo con una visión integral que reconozca los impactos negativos de esta actividad económica será posible la creación y el sostenimiento de un mercado de SAH en la región.

Finalmente, es importante mencionar que, para que los ecosistemas forestales puedan proporcionar los servicios ambientales hidrológicos de manera sostenible, es importante contar con programas productivos (sistemas agrosilvopastoriles o una combinación de éstos) que permitan a los propietarios de los terrenos forestales obtener beneficios de una manera controlada y sostenible. Lo anterior puede ser posible a través de una planificación participativa.

CONCLUSIONES

Los problemas de abastecimiento y calidad de agua en la población de Tapalpa, obedecen más a un deficiente manejo en la distribución, almacenamiento y tratamiento de agua, que a un

déficit de oferta de la misma. El sector agrícola es el principal consumidor de agua en la cuenca con 93% del total consumido. Dentro del sector, el uso de agua se destina principalmente para la producción de hortalizas (50%) y cultivos básicos (23,3%).

En las poblaciones dentro de la cuenca se carece de un mecanismo para conocer la cantidad demandada de agua por el sector urbano. Lo anterior implica el cobro de una tarifa general (en el mejor de los casos), que no discrimina el pago de la cantidad de agua realmente utilizada por el usuario. Debido a ello se sugiere (es también inquietud de los pobladores) la utilización de medidores de consumo de agua para cada usuario.

La DAP fue mayor en el sector servicios (76,7% de los casos), aunque en términos agregados la mayor participación monetaria en la DAP estuvo dada por el sector doméstico (46,5% del total), debido al mayor número de usuarios que componen este sector. Al modelar la DAP se determinó que la escolaridad tiene una relación directa con la DAP por el SAH. De manera contraria, la edad tiene una relación inversa. También se encontró que el sector agrícola presenta una mayor DAP que otros sectores, considerando igualdad de condiciones en otros factores (escolaridad y edad). Lo anterior pone de manifiesto la importancia de elevar el nivel de escolaridad de la población, para que la población adquiera un mayor grado de concientización sobre el problema del SAH.

El valor de la DAP total fue menor que el costo de oportunidad para conservar la superficie boscosa de la cuenca, con un déficit anual de 27,201 millones de pesos.

La DAP sólo cubre el 10% de dicho costo de oportunidad. Al agregar a este costo el valor necesario para la recuperación de la superficie con un uso conflictivo, el déficit anual aumentó a 45,131 millones de pesos, por lo que la DAP sólo cubre el 6% del costo de oportunidad. Ante esta situación, es necesario establecer mecanismos de subsidio si se desea evitar el cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, o aumentar la base de usuarios del SAH en zonas abajo de la cuenca para aprovechar el excedente de la oferta anual de agua e incrementar la DAP total.

Debido a que muchos usuarios del SAH desconocen la importancia de hacer obras de conservación en la zona de recarga de la cuenca, es necesario implementar en forma paralela al cobro por tal servicio, campañas de sensibilización y educación ambiental. El desarrollo de la actividad turística y el gran potencial que la región tiene en este rubro pueden significar un problema en cuanto a la calidad y cantidad de agua en un futuro cercano. Para evitar esto, es necesaria una minuciosa planificación en el crecimiento de los espacios urbanos. También se requiere una visión integral que reconozca los impactos negativos de esta actividad económica y la necesidad de los SAH de calidad para mantener la demanda de desarrollo regional.

RECONOCIMIENTOS

En particular al Dr. Juan de Dios Benavides Solorio del Instituto de Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) por el apoyo en el trabajo de campo, y en general a la CONAFOR por asignar recursos para este estudio.

Anexo

Estructura, contenido y objetivo de los diferentes tipos de encuestas aplicadas por sector.

Sector	Propósitos	Estructura y contenido
Forestal	Determinar la disponibilidad a cobrar (DAA) por parte de los dueños o poseedores de las tierras en que se "captura" el agua. Así como estimar los beneficios financieros en la actividad forestal.	<p>Datos del encuestado: Sexo, edad, estado civil, grado de estudios, lugar donde vive de no ser en el predio, actividades económicas complementarias, apoyos gubernamentales recibidos, ingreso promedio anual, área y uso del suelo, precio estimado de venta por ha.</p> <p>Abastecimiento y uso del agua: Procedencia del agua, calidad, causas de la calidad, costo del agua, consumo diario de agua, problemas de abasto.</p> <p>Información ambiental: Escasez de agua y causas en los últimos 5 años, presencia de deslaves o arrastre de materiales, problemas ambientales más graves, conocimiento de programas -CONAFOR y CNA- para mejorar calidad y cantidad de agua, expectativas de un Proyecto de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos.</p> <p>Disposición a aceptar una compensación o pago (DAA): Disposición a participar en un proyecto de PSAH, tipo de participación, cantidad (\$) a aceptar, viabilidad del PSAH en el cambio de uso de suelo, participación en otros programas de conservación, procedencia del pago, mecanismo de pago, administración de fondos PSAH.</p>
Doméstico	Estimar la disponibilidad a pagar por parte de los hogares, así como cuantificar la demanda del servicio hídrico.	<p>Datos del encuestado (Sexo, edad, estado civil, grado de estudios, ingreso promedio mensual.</p> <p>Abastecimiento y uso del agua: Importancia del agua, procedencia del agua, causas de escasez, ubicación de la casa - nivel económico -, calidad, causas de la calidad, costo del agua, consumo diario de agua, problemas de abasto, enfermedades, consumo de agua purificada.</p> <p>Información ambiental: Escasez de agua y causas en los últimos 5 años, problemas ambientales más graves, conocimiento de programas -CONAFOR y CNA - para mejorar calidad y cantidad de agua, expectativas de un Proyecto de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos, autoridades y funciones involucradas en el proyecto.</p> <p>Disposición a pagar (DAP): Empleo y antigüedad, gasto promedio mensual, pago por agua, disposición a participar en un programa de PSAH, tipo, forma y cantidad de contribución, manejo de los fondos derivados de PSAH.</p>
Agrícola	Determinar la disponibilidad a pagar por parte de los productores agrícolas, así como cuantificar la demanda del servicio hídrico en este sector.	<p>Datos del encuestado: Sexo, edad, estado civil, grado de estudios, ingreso promedio mensual.</p> <p>Abastecimiento y uso del agua: Importancia del agua, procedencia del agua, tiempo y causas de escasez, cultivo(s), lamina de riego aplicada, superficie irrigada, cantidad de riegos aplicados por ciclo agrícola, ciclos agrícolas/año, calidad, causas de la calidad, costo del agua, problemas de abasto.</p> <p>Información ambiental: Escasez de agua y causas en los últimos 5 años, problemas ambientales más graves, conocimiento de programas -CONAFOR y CNA - para mejorar calidad y cantidad de agua, expectativas de un Proyecto de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos, autoridades y funciones involucradas en el proyecto.</p> <p>Disposición a pagar (DAP): Empleo y antigüedad, gasto promedio mensual, pago por agua, disposición a participar en un programa de PSAH, tipo, forma y cantidad de contribución, manejo de los fondos derivados del PSAH.</p>

Pecuario	Determinar la disponibilidad a pagar por parte de los ganaderos, así como cuantificar la demanda del servicio hídrico en este sector.	<p>Datos del encuestado (Sexo, edad, estado c ivil, grado de estudios, ingreso promedio mensual.</p> <p>Abastecimiento y us o del agua: <i>Importancia del agua, procedencia del agua, tiempo y causas de escasez, consumo de agua/día, calidad, causas de la calidad, costo del agua, problemas de abasto.</i></p> <p>Información ambiental: <i>Escasez de agua y causas en los últimos 5 años, problemas am bientales más graves, conocimiento de programas -CONAFOR y CNA- para mejorar calidad y cantidad de agua, expectativas de un Proyecto de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos, autoridades y funciones involucradas en el proyecto.</i></p> <p>Disposición a pagar (D AP): <i>Empleo y antigüedad, gasto promedio mensual, pago por agua, disposición a participar en un programa de PSAH, tipo, forma y cantidad de contribución, manejo de los fondos derivados del PSAH.</i></p>
Industrial	Determinar la disponibilidad a pagar por parte de las industrias, así como cuantificar la demanda del servicio hídrico en este sector.	<p>Datos del encuestado: <i>Sexo, edad, estado c ivil, grado de estudios, ingreso promedio mensual.</i></p> <p>Abastecimiento y uso del agua: <i>Importancia del agua, procedencia del agua , tiempo y causas de escasez, giro de la empresa, consumo de agua/día, calidad, causas de la calidad, costo del agua, problemas de abasto.</i></p> <p>Información ambiental: <i>Escasez de agua y causas en los últimos 5 años, problemas ambientales más graves, conocimiento de programas -CONAFOR y CNA- para mejorar calidad y cantidad de agua, expectativas de un Proyecto de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos, autoridades y funciones involucradas en el proyecto.</i></p> <p>Disposición a pagar (DAP): <i>Antigüedad de la empresa, pag o por agua, disposición a participar en un programa de PSAH, tipo, forma y cantidad de contribución, manejo de los fondos derivados del PSAH.</i></p>
Servicios	Determinar la disponibilidad a pagar por parte de los negocios, así como cuantificar la demanda del servicio hídrico en éste sector.	<p>Datos del encuestado: <i>Sexo, edad, estado c ivil, grado de estudios, ingreso promedio mensual.</i></p> <p>Abastecimiento y uso del agua: <i>Importancia del agua, procedencia del agua, tiempo y causas de escasez, tipo de actividad, consumo de agua/día, calidad, causas de la calidad, costo del agua, problemas de abasto.</i></p> <p>Información ambiental: <i>Escasez de agua y causas en los últimos 5 años, problemas ambientales más graves, conocimiento de programas -CONAFOR y CNA- para mejorar calidad y cantidad de agua, expectativas de un Proyecto de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos, autoridades y funciones involucradas en el proyecto.</i></p> <p>Disposición a pagar (DAP): <i>Antigüedad del negocio, pago por agua, disposición a participar en un programa de PSAH, tipo, forma y cantidad de contribución, manejo de los fondos derivados del PSAH.</i></p>
Pobladores	Conocer la percepción de los pobladores hacia los recursos naturales, factor determinante en el éxito de los mercados de SAH.	<p>Datos del encuestado (Sexo, edad, estado civil, grado de estudios, años de radicar en la zona, lugar de nacimiento.</p> <p>Apreciación del medio ambiente: <i>Problemas ambientales y causas, disponibilidad y cantidad de agua, causas y soluciones, aumento en la actividad turística y consecuencias, beneficios económicos generados, sectores beneficiados, compatibilidad de actividad turística y conservación del medio ambiente, disminución de áreas boscosas, tipo y flujo de cambios de uso de suelo, impacto de cambios de uso de suelo.</i></p>

Turistas	Conocer la percepción de los turistas hacia los recursos naturales. Actividad de gran desarrollo en la zona.	<p>Datos del encuestado: Sexo, edad, estado civil, grado de estudios, lugar en que radica.</p> <p>Actividad turística: Razones para visitar Tapalpa, dinero y tiempo invertidos en el viaje, tiempo y dinero a invertir durante su estadía, servicios a utilizar, servicios deseables que no se prestan.</p> <p>Apreciación del medio ambiente: Problemas ambientales y causas, disponibilidad y cantidad de agua, causas y soluciones, aumento en la actividad turística y consecuencias, compatibilidad de actividad turística y conservación del medio ambiente.</p>
----------	---	--

REFERENCIAS

- Bandara, R. y C. Tisdell. 2004. The net benefit of saving the Asian elephant: A policy and contingent valuation study. *Ecological Economics* 48(2004): 93-107.
- Barrantes, G. y M. Vega. 2002. Valoración económica del servicio ambiental hídrico: caso de aplicación, Cuenca del Río Tempisque, Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS). Costa Rica. 15 p. E-mail: gerardo@ips.or.cr. www.ips.or.cr
- CETENAL. 1976. Carta edafológica de Tapalpa E13-B14. Escala 1: 50,000.
- CETENAL. 1977a. Carta de uso potencial del suelo de Tapalpa E13-B14. Escala 1: 50,000.
- CETENAL. 1977b. Carta de uso potencial del suelo de Atemajac de Brizuela, F13-D84. Escala 1: 50,000.
- Diario Oficial de la Federación. 2003. Reglas de operación para el otorgamiento de pagos del Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), México. 3 de octubre de 2003.
- Dixon, J. y S. Pagiola. 1998. Economic analysis and environmental assessment: Environmental assessment sourcebook update. Washington, D.C. Environment Department, The World Bank. 20 p.
- Dunne, T. y L. B. Leopold. 1996. Water in environmental planning. W. H. Freeman, Nueva York. 818 p.
- FCEACAC —Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C. (Fondo Educación Ambiental), la Fundación Gonzalo Río Arronte, IAP, y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN). 2006. El agua en México: Lo que todas y todos debemos saber. FEA (Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C.), CEMDA (Centro Mexicano de Derecho Ambiental, A.C.) y Presencia Ciudadana Mexicana, A.C. 93 p. <http://www.agua.org.mx>.
- Flores G., J. G., J. de D. Benavides S. y D. A. Moreno G. 2005. Clasificación espectral de coberturas de suelo como soporte en la evaluación de servicios ambientales. *In*: J.D. Benavides S. *et al.*, eds. Contribución al estudio de los servicios ambientales. INIFAP. SAGARPA. Pp. 55-74.
- González R., V. 2005. Apuntes del curso de introducción al muestreo. Programa de Estadística y Cómputo

- Aplicado. Colegio de Postgraduados, Edo. de México, México
- Hidano, N., T. Kato y M. Aritomi. 2005. Benefits of participating in contingent valuation mail surveys and their effect on respondent behavior: A panel analysis. *Ecological Economics* 52: 63-80.
- IXE. 2005. IXEnet. Consultado en línea. Disponible en: <http://www.comfin.com.mx/comunicados/ixe/05/ag/0535.pdf>
- Larqué S., B. S. 2003. Valoración de los servicios ambientales del bosque. Estudio de caso: Ixtapaluca, Chicoloapan, Chimalhuacán y La Paz, municipios del Estado de México. Tesis de Doctorado. División de Ciencias Económico-Administrativas. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo. de México. 141 p. + Anexos.
- León, C.J. y F.J. Vázquez-Polo. 2000. Modelización del aprendizaje en valoración contingente. *Investigaciones económicas* 24(1): 117-138.
- Manson, R.H. 2004. Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques en México. Artículo de Forum. *Madera y Bosques* 10(1):3-20.
- Melo C., O. y G. Donoso H. 1995. Uso de encuestas de valoración contingente para valorar beneficios recreativos de parques urbanos, el caso del parque Bustamante. Dpto. de Economía Agraria, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Series de Investigación No. 68: 1-68.
- Pouta, E., M. Rekola, J. Kuuluvainen, O. Tahvonen y C. Z. Li. 2000. Contingent valuation of NATURA 2000 nature conservation programme in Finland. *Forestry* 73(2): 119-128.
- SNIM-INEGI. 2000. Sistema Nacional de Información Municipal. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). Disponible en: http://www.inafed.gob.mx/wb2/INAFED/INAF_Sistema_Nacional_de_Informacion_Municipal

Manuscrito recibido el 27 de junio de 2006.
Aceptado el 8 de noviembre de 2006.

Este documento debe citarse como:
López Paniagua, C., M.J. González Guillén, J.R. Valdez Lazalde y H.M. de los Santos Posadas. 2007. Demanda, disponibilidad de pago y costo de oportunidad hídrica en la Cuenca Tapalpa, Jalisco. *Madera y Bosques* 13(1):3-23.

